

# Perancangan Sistem Pemanas Ruangan dan Sistem Sprinkler pada *Laboratorium Plumbing Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*

Vena Rizky Pusparani<sup>1\*</sup>, Priyo Agus Setiawan<sup>2</sup>, Nurvita Arumsari<sup>3</sup>

*Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1,2</sup>*

*Program Studi D4 Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>*

*Email: venarizky186@gmail.com<sup>1\*</sup>*

---

**Abstract** - PPNS plans to build an integrated Plumbing Laboratory to improve the learning of D4 Piping Engineering Students. The design of the Plumbing Laboratory is likened to an apartment building with 3 floors. Pipes used for sprinkler systems are ASTM A53 SCH-10, and for heating systems using Random Polypropylene (PPR) PN20. The standard used for sprinkler systems is the National fire protection association (NFPA) 13. The results of the analysis and calculations obtained the Pump Head value from manual calculations greater than the pump head from the software connection (Pipe Flow Expert). Power of pump for the sprinkler system is 0.675 kW. The power needed by the heater is 0.042 Kwh and the power needed by the radiator to move heat is 0.769 kW.

**Keyword:** head loss, head pump, fire sprinkler, heater

---

## 1. PENDAHULUAN

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) merupakan Perguruan Tinggi penyelenggara pendidikan vokasi bidang perkapalan dan teknologi penunjangnya dan merupakan yang satu satunya di Indonesia. Dalam upaya peningkatan pembelajaran pada Mahasiswa Program Studi D4 Teknik Perpipaan, PPNS merencanakan pembangunan sebuah *Laboratorium Plumbing* terintegrasi. Sistem Plumbing adalah suatu sistem jaringan Perpipaan serta peralatan yang berada di bangunan gedung. Lokasi perencanaan *Laboratorium Plumbing* PPNS berada di Gedung Baru PPNS lantai 7, luas ruangan yang akan digunakan sebesar 307 m<sup>2</sup> yang terbagi menjadi 4 tingkat lantai. *Laboratorium Plumbing* PPNS ini akan digunakan sebagai sarana pembelajaran praktek secara efektif terhadap jumlah mahasiswa tiap kelasnya.

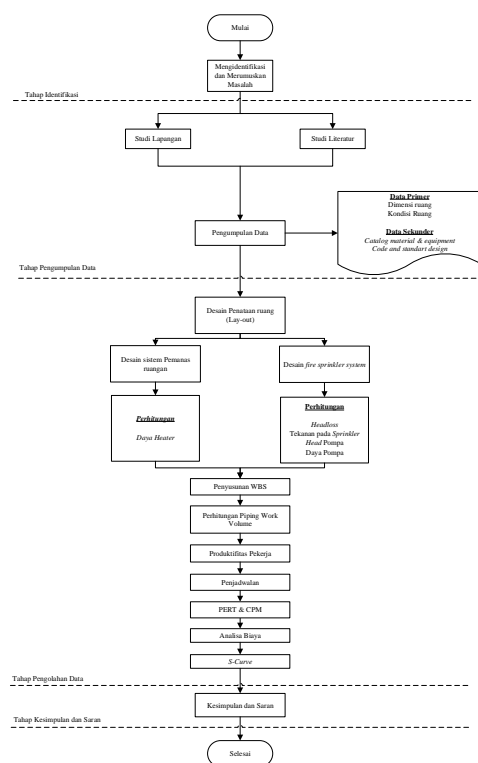
Perencanaan yang akan dilakukan kali ini adalah Sistem Pemanas Ruangan dan Sistem Sprinkler untuk laboratorium plumbing Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Sistem tersebut dianalogikan sebagai model dari sistem pemadam kebakaran dan sistem sirkulasi udara untuk rumah 3 lantai. Pengerjaan design sistem pemanas ruangan dan sistem sprinkler dimulai dari routing line, penentuan jumlah sprinkler, desain jalur pipa berupa isometri, desain sistem pemanas ruangan, penentuan material, perhitungan daya pompa, dan analisa rencana anggaran biaya. Standard yang dapat digunakan sebagai acuan sistem sprinkler adalah standard NFPA (National Fire Protection Association) 13. Perencanaan ini juga menganalisa Manajemen Proyek dan (RAB)

Rancangan Anggaran Biaya yang dikeluarkan dalam pembangunan *Laboratorium Plumbing* PPNS.

## 2. METODOLOGI.

### 2.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisa potensi penyebab kebocoran serta dilakukan pengujian terkait ketahanan material dan menentukan pencegahan kebocoran yang tepat dan sesuai. Berikut Gambar 1.1 merupakan diagram alir penelitian :



Gambar 1.1 Diagram alir penelitian

## 2.2. Fire Sprinkler System

Fire Sprinkler System merupakan alat yang bertujuan proteksi kebakaran, sistem perpipaan bawah tanah dan overhead terintegrasi yang dirancang sesuai dengan standar teknik proteksi kebakaran. Instalasi mencakup setidaknya satu pasokan air otomatis yang memasok satu atau lebih sistem. Bagian dari sistem sprinkler di atas tanah adalah jaringan berukuran khusus atau perpipaan yang dirancang secara hidraulik dipasang di gedung, struktur, atau area, umumnya di atas kepala, dan penyiram dipasang dalam pola yang sistematis. Setiap sistem memiliki katup kontrol terletak di riser sistem atau perpipaan pasokannya. Setiap sistem sprinkler termasuk perangkat untuk mengaktifkan alarm ketika sistem sedang beroperasi. Sistem ini biasanya diaktifkan oleh panas dari api dan membuang air ke area api (Lake, Manager, & Rose, 2010).

## 2.3. Jenis jenis Sprinkler

### 1. Wet Pipe System

Sistem sprinkler pipa basah adalah jenis sistem sprinkler yang paling sederhana dan paling umum digunakan. Dalam sistem pipa basah, perpipaan mengandung air setiap saat dan terhubung ke pasokan air sehingga air mengalir langsung dari sprinkler ketika sprinkler diaktifkan. Karena sistem pipa basah memiliki komponen yang relatif sedikit, mereka memiliki tingkat keandalan yang secara inheren lebih tinggi daripada jenis sistem lainnya.

### 2. Dry Pipe System

Sistem pipa kering harus dipasang hanya jika panas tidak memadai untuk mencegah pembekuan air di

semua bagian, atau di bagian, sistem. Sistem pipa kering harus dikonversi untuk sistem pipa basah ketika mereka menjadi tidak perlu karena panas yang cukup disediakan. Penyiram jangan dimatikan dalam cuaca dingin.

## 3. Preaction Systems and Deluge Systems

Preaction Systems lebih kompleks daripada sistem pipa basah dan pipa kering karena mengandung lebih banyak komponen dan peralatan. Preaction Systems membutuhkan pengetahuan khusus dan pengalaman dengan desain dan instalasi mereka, dan kegiatan inspeksi, pengujian, dan pemeliharaan yang diperlukan untuk memastikan keandalan dan fungsionalitas mereka lebih terlibat. Spesifikasi dari pabrik dan batasan daftar harus dipatuhi dengan ketat. Berbagai jenis katup yang diklasifikasikan untuk digunakan dalam Preaction Systems telah tersedia. Karakteristik operasi dari katup-katup ini menyebabkan jenis sistem preaksi tertentu memiliki kualitas yang serupa orang-orang dari sistem pipa kering, seperti sistem preaksi interlock ganda. Karena itu, sama saja aturan dan batasan yang berlaku untuk sistem pipa kering berlaku untuk sistem preaksi interlock ganda.

## 4. Combined Dry Pipe and Preaction Systems for Piers, Terminals, and Wharves.

Pipa kering kombinasi dan Preaction Systems tidak umum seperti beberapa dekade lalu. Sistem semacam itu dimaksudkan untuk diterapkan pada struktur yang tidak biasa, seperti dermaga atau dermaga, yang membutuhkan pipa yang sangat panjang.

## 2.4. Formula Matematika

Formula yang digunakan dalam perhitungan pada penelitian ini meliputi :

### 1. Head Pompa

Head total pompa harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti yang direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi sistem yang akan dilayani pompa.

### 2. Head loss mayor

Head loss mayor disebabkan karena rugi - rugi yang diakibatkan oleh gesekan sepanjang pipa.

$$hL=f L/D V^2/2g \quad (2.1)$$

Dimana:

- hL = Head loss mayor (m)
- f = Faktor gesekan (tanpa dimensi)
- L = Panjang pipa (m)
- D = Diameter dalam pipa (m)
- V = Kecepatan aliran (m/s)
- g = Percepatan gravitasi = 9,81(m/s<sup>2</sup>)

### 3. Head loss minor

Head loss minor disebabkan karena rugi - rugi akibat fittings pada sistem perpipaan. Dapat dihitung dengan cara menambahkan nilai koefisien K (koefisien fitting) pada sistem perpipaan.

$$h=K V^2/2g \quad (2.2)$$

Dimana:

- h = Head loss minor (m)
- K = Koefisien fitting (tanpa dimensi)
- V = Kecepatan aliran (m/s)
- g = Percepatan gravitasi = 9,81 (m/s<sup>2</sup>)

#### 4. Head statik (Z)

Head statik adalah perbedaan antara ketinggian permukaan air pada titik hisap pompa dan titik tekan pompa. Head statik dilambangkan dengan Z dengan satuan meter.

#### 5. Head tekan

Head tekan adalah perbedaan antara tekanan pada titik hisap pompa dan titik tekan pompa.

$$h_P = (P_2 - P_1) / 2g \quad (2.3)$$

Dimana:

- h<sub>P</sub> = Head tekan (m)
- P<sub>2</sub> = Tekanan titik tekan pompa (Pa)
- P<sub>1</sub> = Tekanan titik hisap pompa (Pa)
- g = Percepatan gravitasi = 9,81 (m/s<sup>2</sup>)

#### 6. Head kecepatan

Head kecepatan adalah perbedaan antara kecepatan pada titik hisap pompa dan titik tekan pompa.

$$h_K = (V_2^2 - V_1^2) / 2g \quad (2.4)$$

Dimana:

- h<sub>K</sub> = Head Kecepatan (m)
- V<sub>2</sub> = Kecepatan titik tekan pompa (m/s)
- V<sub>1</sub> = Kecepatan titik hisap pompa (m/s)
- g = Percepatan gravitasi = 9,81 (m/s<sup>2</sup>)

#### 7. Head total

$$H = h_L + h_f + Z + h_P + h_K \quad (2.5)$$

Dimana:

- h<sub>L</sub> = Head loss mayor (m)
- h = Head loss minor (m)

#### 8. Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds adalah bilangan tak berdimensi, yang menyatakan perbandingan gaya-gaya inersia terhadap gaya-gaya kekentalan (viskositas). Untuk pipa bundar yang fluidanya mengalir penuh (memenuhi penampang pipa):

$$Re = \rho V D / \mu = V D / \nu \quad (2.6)$$

Dimana:

- Re = Bilangan Reynold (tanpa dimensi)
- V = kecepatan rata-rata (m/detik)
- D = Diameter dalam pipa (m)
- ρ = Rapat massa fluida (kg/m<sup>3</sup>)
- μ = Kekentalan mutlak (Pa detik)
- ν = Kekentalan kinematik (m<sup>2</sup>/detik)

Aliran fluida yang mengalir dalam pipa dibedakan menjadi tiga jenis aliran menurut nilai Reynoldnya yaitu aliran laminar, turbulen dan transisi:

- Aliran laminar (Re < 2300)
- Aliran Turbulen (Re > 4000)

- Aliran Transisi (2300 < Re < 4000)

#### 9. Faktor Gesekan

Faktor gesekan atau nilai f dapat dicari dengan mempertimbangkan bilangan Reynolds.

Aliran laminar : Jika nilai Re < 2300 maka nilai f dapat dicari dengan rumus berikut.

$$f = 64 / Re \quad (2.7)$$

Dimana:

Re = Bilangan Reynolds (tanpa dimensi)

Aliran Turbulen : Jika nilai Re > 4000 maka dilai f harus dicari dengan tabel Moody diagram. Untuk bisa membaca Moody diagram harus mengetahui nilai Re dan Relative pipe roughness. Relative pipe roughness dapat dicari dengan rumus.

$$\text{Relative pipe roughness} = E/D \quad (2.8)$$

Dimana:

- ε = Material absolute roughness (mm)  
( dicari pada tabel Moody diagram)
- D = Diameter pipa (mm)

#### 10. Daya Pompa

Daya pompa dihitung dengan mengalikan jumlah N fluida yang mengalir per detik (ρ.g.Q) dengan energi H dalam J/N. Jadi menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \quad (2.9)$$

$$P_{in} = (\rho \times g \times Q \times H) / \eta \quad (2.10)$$

Dimana:

- Ph = Daya Hidrolik (kW)
- Pin = Daya pompa (kW)
- ρ = Rapat massa fluida yang mengalir (kg/m<sup>3</sup>)
- g = Percepatan gravitasi = 9,81 (m/s<sup>2</sup>)
- Q = Debit aliran fluida yang mengalir (m<sup>3</sup>/s)
- H = Head total pompa (m)
- η = Efisiensi pompa (%)

#### 2.5. Sistem Pemanas Ruangan

Alat penukar panas merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk mempertukarkan energi dalam bentuk panas antara aliran fluida yang berbeda temperatur yang dapat terjadi melalui kontak langsung maupun tidak langsung. Salah satu aplikasi dari prinsip pertukaran panas adalah pada penukar panas jenis radiator. (Wijaya & Arsana, 2014)

Prinsip kerja pemanas adalah mengubah energy listrik menjadi energi panas melalui elemen pemanas. Persamaan yang digunakan dinyatakan sebagai berikut :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (2.13)$$

Dimana :

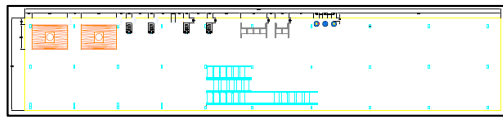
Q = Kalor yang dibutuhkan (J)

- m = Massa zat (kg)
- c = Kalor jenis zat (J/kg oC)
- ΔT = Kenaikan Temperatur

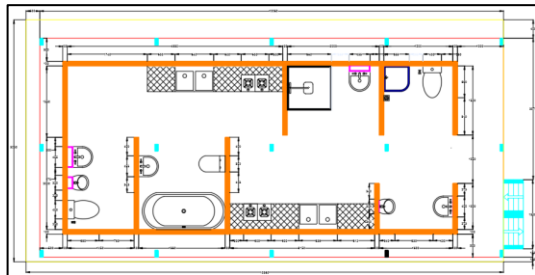
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Data Penelitian

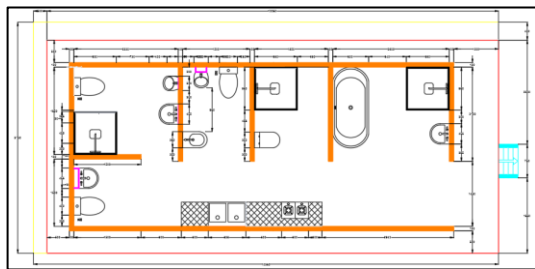
Dalam perencanaan pembangunan, Laboratorium Plumbing PPNS ini diibaratkan adalah sebuah rumah apartemen 3 lantai. Berikut Layout Laboratorium Plumbing PPNS :



Gambar 3.1 Denah Basement



Gambar 3.2 Denah Ground Floor



Gambar 3.3 Denah Second Floor

#### 3.2. Perhitungan Head Pompa (Manual)

Tabel 3.1 Nilai Operasi Sistem Sprinkler

Q	0,0023	m <sup>3</sup> /s	8,20	m <sup>3</sup> /jam
rho	1000	kg/m <sup>3</sup>		
Dinamic viscosity	0,001002	kg/ms		
g	9,81	m/s <sup>2</sup>		
P1	1	atm	100000	Pa
V1	2	m/s		
Z1	-1909	mm	-1,909	m
P2	25	psi	172369	Pa
V2	4,50	m/s		
Z2	4490	mm	4,49	m
Pump Efficiency	90%			

Dalam merencanakan head total pompa, maka perlu diasumsikan bahwa pompa harus mampu menyuplai kebutuhan air hingga jarak terjauh. Untuk mendapatkan head total pompa maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

#### • Perhitungan Bilangan Reynolds

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{1000 \times 2 \times 0,04}{0,001002}$$

$$= 7,9 \times 10^4$$

Karena nilai  $Re > 4000$  aliran didalam pipa termasuk aliran turbulen.

$$Relative\ pipe\ roughness = \frac{\epsilon}{D}$$

$$= \frac{0,046}{38,1}$$

$$= 0,00121$$

Dari nilai  $Re$  dan  $e/D$  didapatkan nilai  $f$  dengan membaca *moody Diagram* sebesar 0,0022.

#### • Perhitungan headloss mayor

$$hL = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

$$= 0,0022 \times \frac{10,74}{0,04} \frac{2^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 1,267\ m$$

Perhitungan *headloss minor*

Tabel 4.3 Nilai k

Fitting	size (inch)	K value
Elbow Standard Bend	1,5	0,63
Through Tee	1,5	0,42
Branch Tee	1,5	1,26
Gate Valve	1,5	0,15
Check Valve	1,5	2,6
Ball Valve	1,5	1,26
Elbow Standard Bend	1	0,69
Through Tee	1	0,46

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

$$= 0,63 \times \frac{2^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,128\ m$$

#### • Head Ketinggian

$$Head\ Ketinggian = Z_2 - Z_1$$

$$= 4490 - (-1909)$$

$$= 6,4\ m$$

#### • Head Tekanan

$$hP = \frac{P_2 - P_1}{\rho g}$$

$$= \frac{172369 - 10000}{1000 \times 9,81}$$

$$= 7,38\ m$$

#### • Head kecepatan

$$hK = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

$$= \frac{4,5^2 - 2^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,83\ m$$

• **Head loss total**

$$H = (hL + hf)$$

$$= 15,61 \text{ m}$$

• **Head Pompa**

$$H = (hL + hf) + Z + hP + hK$$

$$= 15,61 + 6,4 + 7,38 + 0,83$$

$$= 30,21 \text{ m}$$

• **Daya Pompa**

$$P = \rho gQH$$

$$= 1000 \times 9,81 \times 0,0023 \times 30,21$$

$$= 675,52 \text{ W}$$

$$= 0,675 \text{ KW}$$

**3.3. Perhitungan Kapasitas Radiator**

**3.3.1. Perhitungan Heater**

Pada alat penukar panas jenis radiator ini, sistem pemanasnya memakai 2 buah heater dengan bak penampung fluida. Penentuan kebutuhan *Heater* dapat ditentukan dengan perhitungan berikut:

Tabel 4.9 Nilai Operasi *Heater*

Description	Value	Unit
v	0,0012	m <sup>3</sup>
m	1,2	Kg
c	4200	J/Kg °C
T <sub>1</sub>	-5	°C
T <sub>2</sub>	25	°C
ΔT	30	°C

Nb : T<sub>1</sub> (Asumsi Temperatur di daerah Gunung Bromo)  
 T<sub>2</sub> (Asumsi Temperatur di daerah Surabaya)

$$Q = m c \Delta T$$

$$= 1,2 \times 4200 \times 24$$

$$= 151200 \text{ Joule}$$

Jika 1 W.h = 3600 Joule. Maka,

$$Q = \frac{151200 \text{ J}}{3600}$$

$$= 42 \text{ W.h}$$

$$= 0,042 \text{ Kwh}$$

Maka, Daya Listrik yang dibutuhkan adalah 0,042 Kwh.

**3.3.2. Perhitungan Pemanas Ruangan**

Penentuan kebutuhan *Radiator* dapat ditentukan dengan perhitungan berikut:

Tabel 4.10 Nilai Operasi Sistem Pemanas Ruangan

Description	T	Unit	T	Unit	k	Unit
Fluid	60	°C	333	K	0,652	W/m.K
Radiator	25	°C	298			
x	34	mm	0,034	m		
D	20	mm	0,02	m		
L	1825	mm	1,825	m		
Qty	10					

$$h = \frac{k}{x}$$

$$= \frac{0,652 \frac{W}{m.K}}{0,0034 \text{ m}}$$

$$= 191,76 \frac{W}{m^2.K}$$

$$Q = h . As . (T_{fluid} - T_{radiator})$$

$$= 191,76 . (\pi . D . L . 10) . (333 - 298)$$

$$= 191,76 . (\pi . 0,02 . 1,825) . (333 - 298)$$

$$= 769,606 \text{ W}$$

$$= 0,769 \text{ KW}$$

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian “Perancangan Sistem Pemanas Ruangan dan Sistem Sprinkler pada Laboratorium Plumbung Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya” yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Desain sistem pemanas ruangan dan sistem sprinkler pada pembangunan Laboratorium Plumbung Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya menggunakan *AutoCAD Plant 3D* dengan perhitungan manual Head Pompa 40.41 m dan perhitungan dari software Pipe Flow Expert (PFE) 38.594 m sehingga didapatkan Daya pompa 0.9034 KW. Daya listrik yang dibutuhkan untuk memanaskan air 1,2 kg adalah 0,042 Kwh.

**5. SARAN**

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

1. Untuk penelitian selanjutnya Perhitungan Sistem Pemanas Ruangan yang lebih detail.

**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, F.RINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak Priyo Agus Setiawan, ST., MT. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
5. Ibu Nurvita Arumsari, S.SI., M.SI , 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*, yang telah memberikan semangat, keceriaan, dan ilmu selama penulisan tugas akhir.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Department of Veterans Affairs. (2011). Fire Protection: Office of Safety, Health, and Environmental Compliance (10NA8). Retrieved from <http://www.cfm.va.gov/til/dManual/dmfpfire.pdf>
- [2] Lake, J. D., Manager, P., & Rose, D. (2010). Edited by. In Automatic Sprinkler System Handbook (Eleventh). United State of America.
- [3] Liu, H. (2003). Pipeline Engineering. Boca Raton London New York Washington, D.C.
- [4] NFPA 13. (2010). Standart for the installation of sprinkler system. In Fuel Cell. National Fire Protection Association.
- [5] Parisher, R. A., & Rhea, R. A. (2002). Pipe Drafting and Design (Second). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384700-3.X0001-5>
- [6] pramesti sungkono, U. gomo. (2017). Redesain Water Sprinkler System Pada Livestock Vessel. Conference on Piping Engineering and It'S Application, 91, 399–404.
- [7] Wijaya, A. K., & Arsana, I. M. (2014). PERENCANAAN SISTEM PEMANAS PADA RANCANG BANGUN ALAT PENGUJI KAPASITAS RADIATOR. 02, 30–35.