

DESAIN PIPELINE MOBILE GASOLINE DARI JETTY KE STORAGE TANK DENGAN KAPASITAS DEBIT POMPA 850 m³ /hour

Muh Fariz Nahru Wianantanuga.^{1*}, Projek Priyonggo Sumangun L.², Nopem Ariwiyono.³

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*}

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Program Studi D-IV Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: farisnahri1997@gmail.com^{1*}; projek.priyonggo@ppns.ac.id^{2*}; nopem@ppns.ac.id^{3*};

Abstract - Oil fuel is one of the basic human needs that cannot be separated anymore, one of which is mobile gasoline which we often refer to as gasoline. To meet the needs of the community, it requires a very large distribution, the largest shipment of oil is by boat transportation. The ship will distribute fuel oil through a pipeline that is sent through a piping system with the help of a pump pusher to a storage tank that will be distributed through large vehicles (trucks) until used by the general public. Located in east Kalimantan with the length of the mobile gasoline fluid pipeline is 1.3 km from the jetty to the terminal with a discharge capacity of 850 m³ / hour. Therefore, the writer will create a layout pipeline layout which will be continued into 3D modeling with the help of PDMS software. In order for the pump capacity to work properly the writer will analyze the pump head and pump power using two methods. The first method is manual calculation and the second is software calculation using Pipe Flow Expert and continued calculation of allowable span support and material cost budget plan. From the results of the manual calculation method and the Pipe Flow Expert software, the values of the head pump and pump power are 67,258 m - 73,511 m and 112,161 kW - 112,116 kW. The percentage of error between manual and software calculation methods is 11.62% for the pump head and 2.08% for the pump power. The pump needed is 250 x 200 FSANA 4NA5260 with a specification of an impeller diameter of 492 mm and a BEP (Best Efficiency Point) of 79.80%. The fluid mobile gasoline system project requires 469 pipe support and produces a budget plan with an estimated cost of Rp 4.526.052.166.67.

Keyword: Pipeline, Headloss, Jetty, Mobile Gasoline, Pipe Flow Expert

Nomenclature

Q	= Debit	(m ³ /s)
ρ	= Density	(kg/m ³)
μ	= Viscosity	
ID	= Inside Diameter	(in)
OD	= Outside Diameter	(in)
e	= Roughness material	(m)
g	= Specification gravity	(kg/s ²)
v	= Velocity	(m/s)
Re	= Reynold Number	
f	= Friction Factor	
HL	= Headloss	(m)
OD	= Outside Diameter	(in)
Z	= Height	(m)
P	= Power	(Kw)
s	= Allowable Stress	(Psi)
E	= Modulus Elasticity	(Psi)
Δ	= Allowable Deflection	(in)
W	= Weight	(lb)
I	= Moment Inertia	(in ⁴)
z	= Section Modulus	(in ³)

1. PENDAHULUAN

Mobile gasoline adalah salah satu jenis bahan bakar minyak yang dimaksudkan untuk kendaraan bermotor roda dua, tiga, dan empat. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat maka diperlukannya pendistribusian yang sangat besar, pengiriman minyak terbesar adalah dengan menggunakan transportasi kapal. Kapal akan menyalurkan bahan bakar minyak melalui pipeline yang dikirim menggunakan pompa kedalam storage tank, proses pendistribusian ini dinamakan dengan istilah jetty. Pertengahan tahun 2019 sebuah perusahaan yang bergerak pada bidang Engineering & Construction mendapatkan sebuah pembangunan sistem jetty menuju ke storage tank. Berlokasi dikalimantan timur dengan luas area yang akan dibangun berkisaran kurang lebih 61 hektar serta panjang pipeline fluid mobile gasoline adalah 1,3 km dari jetty ke terminal dengan kapasitas debit 850 m³/hour. Dengan demikian, yang dikhawatirkan adalah instalasi desain pipeline kurang memadai pada aspek safety, constuctabillity ,dan estetika serta pompa yang akan dipasang kurang cukup untuk memenuhi kapasitas/debit yang diperlukan oleh pihak owner.

Maka dari itu penulis akan mendesain sistem *pipeline* dan menghitung kebutuhan daya pompa dari aspek desain dan *headloss* dengan bantuan *software*.

2. METODOLOGI.

2.1 Prosedur Penelitian

Pekerjaan akan dilakukan mulai dari awal mendesain *P&ID* hingga perhitungan RAB (Rencana Anggaran Biaya). Dengan mendesainnya *P&ID* dan *Plot Plan* maka akan titik koordinat peletakkan *jetty*, jalur *pipeline*, hingga *Terminal Storage Tank*. Setelah mendapatkan titik koordinat maka akan dilanjutkan mendesain *3D Modeling* menggunakan *software PDMS (Plant Design Manage System)* yang dimana setelah mendesain *3D Modeling* maka akan mendapatkan data *isometric* dari pemedolan desain *3D*. Untuk menganalisa kebutuhan kapasitas debit pompa maka akan digunakan dua metode. Pertama adalah perhitungannya *head pump* dan daya pompa secara manual dan kedua adalah perhitungan dengan bantuan analisa *software pipe flow expert*. Setelah mendapatkan spesifikasi pompa dari kedua metode tersebut maka, akan menentukan nilai *allowable span support* dan RAB supaya penelitian ini dapat menjadi sebuah referensi dasar untuk penelitian yang lebih mendetail.

2.2 Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk transportasi fluida antar peralatan (equipment) dari suatu tempat ke tempat yang lain sehingga proses produksi dapat berlangsung

2.3 Headloss

Kerugian-kerugian energi yang terjadi dalam aliran internal perpipaan, dimana kerugian itu disebabkan oleh komponen perpipaan sendiri, seperti pipa, katup-katup, elbow, reducer, tee, dan lain sebagainya. Tetapi berdasarkan kerugian yang terjadi maka *headloss* dibagi menjadi dua, yaitu *headloss major* dan *headloss minor*.

2.3.1 Headloss Major

Headloss Major Dapat terjadi karena adanya gesekan antara aliran fluida yang mengalir dengan suatu dinding pipa. Pada umumnya kerugian ini dipengaruhi oleh panjang pipa. *Headloss major* data dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy-Weisbach berikut ini:

$$HL_{\text{major}} = f \frac{LV^2}{D \cdot 2g} \quad (1)$$

2.3.2 Headloss Minor

Headloss minor dapat terjadi karena adanya sambungan pipa, seperti katup (*valve*), belokan (*elbow*), saringan (*strainer*), percabangan (*tee*), dan lain-lain. *Headloss minor* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$HL_{\text{minor}} = K \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

2.4 Head Pump

Merupakan penjumlahan dari head statis dengan head dinamis. Head ini menyatakan besarnya kerugian yang harus diatasi oleh pompa dari seluruh komponen-komponen yang ada. *Head total instalasi* dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$H_{\text{pump}} = \frac{\Delta P}{\rho \times g} + \frac{(\Delta V)^2}{2 \times g} + Z + HL_{\text{total}} \quad (3)$$

2.5 Daya Pompa

Daya pompa adalah besarnya energi persatuan waktu atau kecepatan melakukan kerja. Sesuai dengan debit alir dan kinerja pompa yang sesuai. Langkah penghematan energi pada pompa sebagaimana dijelaskan di atas perlu dipahami oleh petugas energi mengingat biaya energi dalam biaya keseluruhan pompa selama *life time* pompa tersebut relatif sangat tinggi. Daya pompa dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$P = \rho \times g \times Q \times H \quad (4)$$

2.6 Allowable Span Support

Untuk menghindari defleksi pada pipa, supporting yang baik perlu mempertimbangkan jarak antar tumpuan atau pipe span. Jarak ini dapat dihitung dengan persamaan 5 dan 6. Berikut dibawah ini adalah persamaan *allowable span support* :

$$L_{\text{span}} = \sqrt{\frac{0,33ZSh}{W}} \quad (5)$$

$$L_{\text{span}} = \sqrt[4]{\frac{\Delta EI}{22,5W}} \quad (6)$$

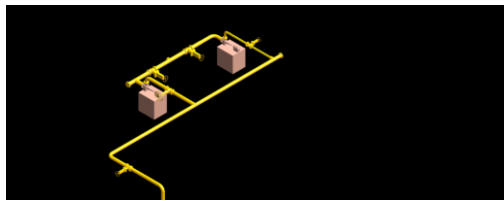
2.7 RAB

RAB (Rencana Anggaran Biaya) proyek konstruksi adalah komponen biaya yang berkaitan langsung dengan volume pekerjaan yang tertera dalam item pembayaran atau komponen hasil akhir proyek berdasarkan gambar rencana dan spesifikasi teknis dalam kontrak konstruksi.

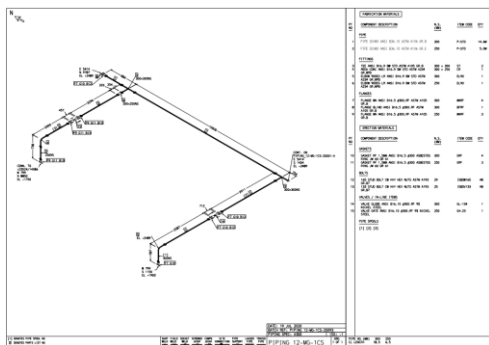
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Desain Sistem Perpipaan

Untuk mengetahui secara detail mengenai arah dan elevasi dari jalur *pipeline* tersebut maka dibuatlah gambar *3D modeling*. Selain informasi elevasi, pada gambar *3D modeling* dapat pula memperoleh informasi *isometric* serta *bill of material* dari jalur *pipeline*. Informasi yang akan didapatkan cukuplah banyak contohnya panjang pipa, komponen perpipaan, hingga material yang kita gunakan. Berikut gambar dibawah ini adalah salah satu contoh *line number pipeline fluid mobile gasoline*.



Gambar 1. 3D modeling daerah jetty



Gambar 2. Isometric 12-MG-1CS-20093 daerah jetty

3.2 Nilai Total Headloss

Perhitungan total *Headloss major* dan *minor* dapat dihasilkan pada tiap *line number* sebagai berikut :

14-MG-1CS-20001

Main Pipe 14"

$$\begin{aligned} \text{Total Headloss} &= \text{Hl major} + \text{Hl minor} \\ &= 0,0976 + 2,5422 \\ &= 2,6398 \text{ m} \end{aligned}$$

Branch Pipe 12"

$$\begin{aligned} \text{Total Headloss} &= \text{Hl major} + \text{Hl minor} \\ &= 0,0389 + 0,2564 \\ &= 0,2953 \text{ m} \end{aligned}$$

12-MG-1CS-20093

Main Pipe 12"

$$\begin{aligned} \text{Total Headloss} &= \text{Hl major} + \text{Hl minor} \\ &= 0,3787 + 2,9801 \\ &= 3,3588 \text{ m} \end{aligned}$$

Branch Pipe 10"

$$\begin{aligned} \text{Total Headloss} &= \text{Hl major} + \text{Hl minor} \\ &= 0,3821 + 2,1752 \end{aligned}$$

$$= 2,5573 \text{ m}$$

12-MG-1CS-20001

Main Pipe 12"

$$\begin{aligned} \text{Total Headloss} &= \text{Hl major} + \text{Hl minor} \\ &= 29,43384068 + 9,2928 \\ &= 38,72659818 \text{ m} \end{aligned}$$

12-MG-1CS-20021

Main Pipe 12"

$$\begin{aligned} \text{Total Headloss} &= \text{Hl major} + \text{Hl minor} \\ &= 2,051653858 + 3,3112 \\ &= 5,362866298 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka didapatkan *head loss* total keseluruhan *line numbers* sebesar 52,9406 m

3.3 Head Pump

Untuk mendapatkan berapa besar daya pompa pada kebutuhan pemilihan pompa yang dibutuhkan dalam sistem pipeline fluid mobile gasoline, maka sebelumnya harus menentukan perhitungan *head pump* yang dibutuhkan. Berikut dibawah ini adalah persamaan perhitungan *head pump* pada sistem *pipeline fluid mobile gasoline*.

$$\begin{aligned} H_{\text{Pump}} &= \frac{77000}{720 \times 9,81} + \frac{(0,582839013)^2}{2 \times 9,81} + 2 + 52,9406 \\ &= 65,8595 \text{ m} \end{aligned}$$

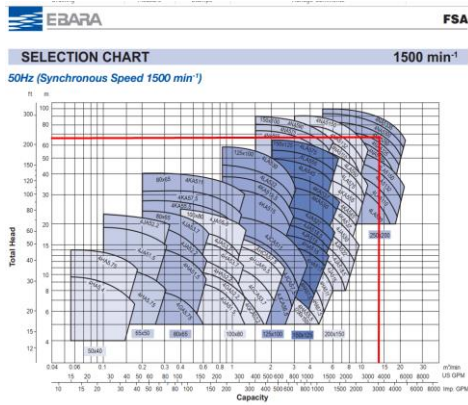
3.4 Power Pump

Maka telah didapatkan nilai *head pump* dari sistem *pipeline fluid mobile gasoline* adalah 65,85953527 m. Setelah menentukan nilai *head pump* maka selanjutnya perhitungan untuk mencari nilai daya pompa yang dibutuhkan untuk sistem *pipeline fluid mobile gasoline* sebagai persamaan berikut.

$$\begin{aligned} P &= 720 \times 9,81 \times 0,2361 \times 65,8595 \\ &= 109,8287 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.5 Pemilihan Pompa

Pemilihan pompa dilakukan terlebih dahulu dengan menggunakan selection chart milik perusahaan manufaktur pompa EBARA. Dengan menggunakan dua variabel yaitu debit yang dibutuhkan sebesar 14,166 m³/min dan *head pump* sebesar 65,85953527 m. Berikut dibawah ini adalah pemilihan pompa dengan *selection chart pump* EBARA.



Gambar 3. Selection Chart Spesifikasi Pompa

Pemilihan Dari pembacaan *selection chart* dengan data *flow rate* dan *head* yang dibutuhkan oleh pompa yaitu masing-masing sebesar 850 m³/hour dan 65,85953527 m, maka didapatkan jenis pompa 250x200 FSNA 4NA5260 dengan diameter impeller 492 mm.

3.6 Allowable Span Support

Untuk menentukan *allowable span pipe support* pada sistem *pipeline fluid mobile gasoline* dengan 4 *line number* utama berdasarkan buku “*Introduction to Pipe Stress Analysis*” karya Sam Kaannapan, 1986. Maka kebutuhan *support* dapat dihitung sebagai berikut di bawah ini.

14-MG-1CS-20001
 Main Pipe 14”

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Support} &= \frac{\text{Panjang Line}}{\text{Based on limitation of stress}} \\ &= \frac{6,4}{3,08677398} \\ &= 2,073362041 \\ &= 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

Branch Pipe 12”

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Support} &= \frac{\text{Panjang Line}}{\text{Based on limitation of stress}} \\ &= \frac{1,5}{6,374470703} \\ &= 0,235313655 \\ &= 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

12-MG-1CS-20093
 Main Pipe 12”

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Support} &= \frac{\text{Panjang Line}}{\text{Based on limitation of stress}} \\ &= \frac{14,6}{4,255930743} \\ &= 3,430506952 \\ &= 4 \text{ buah} \end{aligned}$$

Branch Pipe 10”

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Support} &= \frac{\text{Panjang Line}}{\text{Based on limitation of stress}} \\ &= \frac{5,9}{4,427378478} \\ &= 1,332617039 \\ &= 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

12-MG-1CS-20001
 Main Pipe 12”

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Support} &= \frac{\text{Panjang Line}}{\text{Based on limitation of stress}} \\ &= \frac{1134,8}{2,614613174} \\ &= 434,0221381 \\ &= 435 \text{ buah} \end{aligned}$$

12-MG-1CS-20021
 Main Pipe 12”

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Support} &= \frac{\text{Panjang Line}}{\text{Based on limitation of stress}} \\ &= \frac{79,1}{3,386616431} \\ &= 23,35664567 \\ &= 24 \text{ buah} \end{aligned}$$

3.7 RAB

Setelah didapatkan kebutuhan material apa saja yang dibutuhkan dalam sistem *pipeline fluid mobile gasoline* maka dilakukan perhitungan material tersebut berdasarkan referensi *vendor*. Untuk rincian material dan harganya dapat dilihat di tabel 1. Estimasi Anggaran Biaya Material sebagai berikut di bawah ini.

Tabel 1. Estimasi Anggaran Biaya Material

Rancangan Anggaran Biaya Material						
Line Number 14-MG-1CS-20001						
No	Component	Size	Harga (pcs)	QTY	Total	
1	Pipe A106 gr B	14"	Rp 3.289.000,00	6,4	Rp 21.049.600,00	
2	Pipe A106 gr B	12"	Rp 2.772.733,33	1,5	Rp 4.159.100,00	
3	Tee	14"	Rp 3.953.200,00	2	Rp 7.906.400,00	
4	Reducer	14"x12"	Rp 4.411.800,00	1	Rp 4.411.800,00	
5	Elbow 90 LR	14"	Rp 3.104.700,00	1	Rp 3.104.700,00	
6	Elbow 90 LR	12"	Rp 2.051.900,00	1	Rp 2.051.900,00	
7	Flange WN	14"	Rp 6.531.000,00	6	Rp 39.186.000,00	
8	Flange WN	12"	Rp 5.071.200,00	1	Rp 5.071.200,00	
9	Blind flange Gate Valve	14"	Rp 3.460.000,00	1	Rp 3.460.000,00	
10	Thread	14"	Rp 15.174.000,00	2	Rp 30.348.000,00	
Total					Rp 120.748.700,00	
Line Number 12-MG-1CS-20093						
No	Component	Size	Harga (pcs)	QTY	Total	
1	Pipe A106 gr B	12"	Rp 2.772.733,33	14,6	Rp 40.481.906,67	
2	Pipe A106 gr B	10"	Rp 2.097.333,33	5,9	Rp 12.374.266,67	
3	TEE	12"	Rp 2.771.200,00	2	Rp 5.542.400,00	
4	REDUCER	12"x10"	Rp 2.591.400,00	1	Rp 2.591.400,00	
5	Elbow 90 LR	12"	Rp 2.051.900,00	1	Rp 2.051.900,00	
6	Elbow 90 LR	10"	Rp 1.447.600,00	1	Rp 1.447.600,00	
7	Flange WN	12"	Rp 5.071.200,00	3	Rp 15.213.600,00	
8	Flange WN	10"	Rp 3.128.500,00	3	Rp 9.385.500,00	
9	Blind flange Gate Valve	12"	Rp 2.544.800,00	1	Rp 2.544.800,00	
10	Thread	12"	Rp 13.845.400,00	1	Rp 13.845.400,00	

11	Gate Valve Thread	10"	Rp	12.529.600,00	1	Rp	12.529.600,00	
Total							Rp	118.008.373,33
Line Number 12-MG-1CS-20001								
No	Component	Size		Harga (pcs)	QTY		Total	
1	Pipe A106 gr B	12"	Rp	2.772.733,33	1134,8	Rp	3.146.497.786,67	
2	ELBOW 90 LR	12"	Rp	2.051.900,00	29	Rp	59.505.100,00	
3	ELBOW 45 LR	12"	Rp	1.378.200,00	5	Rp	6.891.000,00	
4	TEE	12"	Rp	2.771.200,00	1	Rp	2.771.200,00	
5	Flange WN	12"	Rp	15.174.000,00	4	Rp	60.696.000,00	
6	Gate Valve Thread	12"	Rp	13.845.400,00	2	Rp	27.690.800,00	
Total							Rp	3.304.051.886,67
Line Number 12-MG-1CS-20021								
No	Component	Size		Harga (pcs)	QTY		Total	
1	Pipe A106 gr B	12"	Rp	2.772.733,33	79,1	Rp	219.323.206,67	
2	ELBOW 90 LR	12"	Rp	2.051.900,00	8	Rp	16.415.200,00	
3	Flange WN	12"	Rp	5.071.200,00	5	Rp	25.356.000,00	
4	Gate Valve Thread	12"	Rp	13.845.400,00	2	Rp	27.690.800,00	
Total							Rp	288.785.206,67
Pompa								
No	Component	Size		Harga (pcs)	QTY		Total	
1	Pompa	250x200 FSNA	Rp	347.229.000,00	2	Rp	694.458.000,00	
Total							Rp	694.458.000,00
Total							Rp	4.526.052.166,67

Berdasarkan rincian harga yang ada pada tabel 1. Estimasi Anggaran Biaya, didapatkan total estimasi biaya material yang dibutuhkan untuk proyek ini adalah sebesar Rp 4.526.052.166,67.

4. KESIMPULAN

- a. Dengan dilakukannya perhitungan daya pompa yang dibutuhkan untuk sistem *fluid mobile gasoline* menggunakan metode perhitungan manual maka, didapatkan *head pump* daya pompa dengan masing-masing nilai sebesar 65,85953527 m dan 112,16044767 Kw.
- b. Pemilihan pompa menggunakan katalog pompa dari perusahaan EBARA berdasarkan kapasitas dan head yang telah dihitung, maka diperoleh spesifikasi pompa dari pump performance curve 250 x 200 FSNA, dengan spesifikasi sebagai berikut:
 Type : 250x200 FSNA 4NA5260
 Head Pump : 73,070 m
 Power : 109,173 Kw
 Impeller : 492 mm
- c. Dari perhitungan *maximum allowable span support* didapatkan hasil support yang dibutuhkan sebanyak 469 buah.
- d. Rencana anggaran biaya pada sistem *pipeline fluid mobile gasoline* estimasi perhitungan biaya material yang didapatkan adalah sejumlah Rp 4.526.052.166,67.

5. 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. Orang Tua penulis Bapak Tontowi dan Ibu Djuariyah, yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan, dan nasihat kepada penulis dalam hidupnya..

3. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc, M.RINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

4. Bapak Projek Priyonggo Sumangun L, ST., MT. Sebagai Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan arahan dan ilmu selama penyusunan dan pengerjaan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Nopem Ariwiyono, ST., MT. Sebagai Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan arahan dan ilmu selama penyusunan dan pengerjaan Tugas Akhir ini.

5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

7. PUSTAKA.

- [1] Kannappan S. (1986). Introduction To Piping Stress Analysis..
- [2] Liu H. (2004). Pipeline Engineering.
- [3] Sularso, H. T. (2000). *Pompa & Kompresor : Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan.*
- [4] HESS., (2012). *Material Safety Data Sheet Gasoline.*
- [5] ASTM A106. (1999). *Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service*
- [6] Banuboro B. (2019). *Desain Jalur Pipeline Freshwater Dari Pumphoom Menuju ke Jetty (Studi Kasus PT.Siam Maspion Terminal).*
- [7] Nabhan A R. (2019). *Perencanaan Fire Fighting Menggunakan Fluida Air dan Busa di Gedung CPC Perusahaan Minyak Nabati*
- [8] Farhani H. (2019). *Desain Penambahan Jalur Perpipaan Tie-in Point Akibat Penambahan Deliquidizer*

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)