





	CALCULATION	 CONSTRUCTION & INVESTMENT
Document No.	FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION	REV : 0
BIAK-CAL-10-002-A4		Sheet No.
		Page 1 of 18

**COMPANY** : PT. PERTAMINA PATRA NIAGA  
**CONTRACTOR** : PT. PP (PERSERO), Tbk  
**PROJECT TITLE** : Pembangunan Dermaga Kapasitas 50,000 DWT di Fuel Terminal Biak  
**LOCATION** : Kabupaten Biak Numfor, Papua Barat, Indonesia.  
**CONTRACT NO** :  
**JOB NO** : 723002

<b>PT. PERTAMINA PATRA NIAGA</b>		
<input type="checkbox"/>	APPROVED	
<input type="checkbox"/>	APPROVED WITH COMMENT	
<input type="checkbox"/>	NOT APPROVED	
DATE	CHECKED	APPROVED

0	Issued for Approval	19/01/2024	 ELT	ABP / SM / TRN 	SAW 	AFM	ATH	AP
REV	DESCRIPTION	DATE	PREPARED	CHECKED	APPROVED	REVIEWED		APPROVED
			PT. PP (Persero), Tbk.			PT. Pertamina Patra Niaga		
			PREPARED & SUBMITTED BY			REVIEWED & APPROVED BY		



	<b>CALCULATION</b>	
<b>Document No.</b>	<b>FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION</b>	<b>REV : 0</b>
<b>BIAK-CAL-10-002-A4</b>		<b>Sheet No.</b>
		<b>Page 2 of 18</b>



REVISION CONTROL SHEET

REV. NO.	DATE	DESCRIPTION
0	19/01/2024	Issued For Approval

DISTRIBUTION ORDER

EXTERNAL ISSUE	PT. PP (Persero) Tbk - INTERNAL ISSUE	
<input checked="" type="checkbox"/> PT. PERTAMINA PATRA NIAGA	<input checked="" type="checkbox"/> PROJECT MANAGER	<input type="checkbox"/> LEAD ADMINISTRATION
	<input checked="" type="checkbox"/> ENGINEERING MANAGER	<input type="checkbox"/> LEAD SHE
	<input type="checkbox"/> CONSTRUCTION MANAGER	
	<input type="checkbox"/> PROCUREMENT MANAGER	
	<input checked="" type="checkbox"/> PROJECT CONTROL MANAGER	
	<input type="checkbox"/> SHE MANAGER	
	<input type="checkbox"/> QC MANAGER	
	<input checked="" type="checkbox"/> LEAD ENGINEERING	
	<input checked="" type="checkbox"/> LEAD PROJECT CONTROL	

	CALCULATION	
Document No.	FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION	REV : 0
BIAK-CAL-10-002-A4		Sheet No.
		Page 3 of 18
TABLE OF CONTENT		
1. PENDAHULUAN ..... 4		
2. DEFINISI..... 5		
3. REFERENSI ..... 6		
4. BASIS DAN PERTIMBANGAN DESAIN ..... 7		
5. KEBUTUHAN <i>FIRE WATER</i> ..... 8		
6. PERHITUNGAN HIDROLIK <i>FIRE WATER</i> ..... 9		
7. KESIMPULAN ..... 12		
8. LAMPIRAN – LAMPIRAN..... 13		

	<p style="text-align: center;"><b>CALCULATION</b></p>	
Document No.	<p style="text-align: center;"><b>FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION</b></p>	REV : 0
BIAK-CAL-10-002-A4		Sheet No.
		Page 4 of 18

## 1. PENDAHULUAN

Untuk dapat menjawab peningkatan permintaan BBM, fasilitas terminal distribusi harus memiliki kapasitas yang memadai yang perlu dikembangkan. Fasilitas tersebut sangat penting untuk dapat mengantarkan produk “BBM” ke konsumen akhir. Oleh karena itu, agar semua proses pendistribusian dapat berjalan dengan lancar, PERTAMINA membutuhkan pembangunan dan pembangunan fasilitas untuk TBBM Biak, Papua Barat.

PT. PERTAMINA (PERSERO) bermaksud untuk melaksanakan pembangunan Dermaga baru berkapasitas 3.500 DWT – 50.000 DWT dalam rencana pembangunan Terminal BBM Biak bertujuan antara lain:

Peningkatan ketahanan stok BBM, khususnya di Papua bagian utara, seperti program peningkatan kebutuhan BBM satu harga oleh pemerintah. Mendukung program pemerintah sebagai Proyek Strategi Nasional pembangunan infrastruktur di Kawasan Timur Indonesia (KTI) Mengurangi beban operasional TBBM Wayame sehingga total keandalan pasokan BBM di wilayah Maluku – Papua semakin baik. Mengurangi risiko operasional yang berdampak pada ekonomi, politik dan keamanan wilayah Maluku – Papua serta meningkatkan ketersediaan layanan BBM/BBK kepada pemegang saham.





**Gambar 1.1. Gambaran Lokasi TBBM Biak, Papua.**

### 1.1. TUJUAN

Dokumen *Fire Water Demand* dan *Fire Water Pump Calculation* ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan minimum *fire water* dari setiap *fire zone* yang telah ditentukan dan untuk menentukan kebutuhan *fire water* terbesar di fasilitas. Selain itu, perhitungan yang terkait dengan tekanan yang diperlukan di pompa dan penentuan line sizing dari pipa *fire water* yang mencakup pertimbangan desain hidrolis, metode, hasil perhitungan, dan analisis *sizing* juga dijelaskan dalam dokumen ini.

### 1.2. DESKRIPSI PROYEK

Lokasi pengerjaan EPC pembangunan Terminal BBM Biak terletak di Kabupaten Biak Numfor, Papua Barat, Indonesia.

	<b>CALCULATION</b>	
<b>Document No.</b>	<b>FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION</b>	<b>REV : 0</b>
<b>BIAK-CAL-10-002-A4</b>		<b>Sheet No.</b>
		<b>Page 5 of 18</b>

PT PERTAMINA (Persero) berencana membangun Dermaga di Terminal BBM Biak dan fasilitas pendukung lainnya yang direncanakan sebagai fasilitas docking/tambat kapal dan juga sebagai area loading. Kapal yang akan beroperasi adalah tanker 3.500 DWT sampai dengan 50.000 DWT.



**Gambar 1.2. Plot Plant Dermaga TBBM Biak.**

Lingkup pekerjaan TBBM Biak untuk pembangunan dermaga dengan kapasitas 50.000 DWT meliputi pelaksanaan umum kegiatan *Engineering, Procurement, Construction* (EPC) mengacu pada dokumen teknis (RKS, BoQ, FEED).

Menyiapkan Detail Engineering Design (DED) berdasarkan dokumen FEED, pekerjaan konstruksi sipil dan struktur dermaga (*Trestle, Jetty Head, Breasting Dolphin (4 Unit), Mooring Dolphin (4 Unit), Catwalk* dan *Steel Structure, Tugboat Jetty, Fire Pump Platform* dan *Shelter* serta *Guard House*), pekerjaan perpipaan dan mekanik, keselamatan kerja dan sistem proteksi kebakaran, pekerjaan kelistrikan dan instrumentasi, pekerjaan pengujian, inspeksi dan *commissioning*.

## 2. DEFINISI

Definisi dan singkatan berikut akan berlaku di seluruh dokumen *Fire Water Demand* dan *Fire Water Pump Calculation*:

### PROYEK:



Pembangunan Dermaga Kapasitas 50,000 DWT di Fuel Terminal Biak

### PERUSAHAAN :

PT. Pertamina Patra Niaga

### KONTRAKTOR:

PT. PP (Persero) Tbk

	<b>CALCULATION</b>	
Document No.	<b>FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION</b>	REV : 0
BIAK-CAL-10-002-A4		Sheet No.
		Page 6 of 18

**VENDOR/PABRIKAN/SUBKONTRAKTOR:**

Semua organisasi/perorangan yang ditunjuk oleh KONTRAKTOR untuk melaksanakan semua pekerjaan yang ditentukan dalam lingkup kerja pada proyek yang dimaksud.

Kalimat singkatan berikut berlaku di dokumen *Fire Water Demand* dan *Fire Water Pump Calculation*:

FW	Fire Water
FZ	FireZone
NFPA	National Fire Protection Association
NPSHA	Net Positive Suction Head Available
ISGOTT	International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals
API	American Petroleum Institute
NPS	Nominal Pipe Size
FM	Fire Monitor
GPM	Gallon per Minute

**3. REFERENSI**

Daftar dokumen dibawah ini adalah sebagai acuan bagi **KONTRAKTOR** untuk memenuhi seluruh standar dan spesifikasi yang telah ditentukan untuk menyelesaikan **PROYEK**.

**Tabel 1 - Referensi Standar dan Kode**

NFPA 11	Standard for Low, Medium, and High Expansion Foam
NFPA 14	Installation of Standpipes and Hose Systems
NFPA 20	Installation of Centrifugal Fire Pumps
NFPA 24	Installation of Private Fire Service Main & Appurtenances
NFPA 30	Flammable and Combustible Liquids Code
API RP 14E	Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping Systems
ISGOTT	International Safety Guide for Oil Tankers & Terminals

**Tabel 2 - Referensi Dokumen Proyek**

BIAK-DWG-10-001-A3	Fire Protection, Safety Equipment, and Fire & Gas Detection Layout
BIAK-PID-10-007-A3	P&ID Fire Water Distribution System
BIAK-DB-10-002-A4	Design Basis for Active Fire Protection and Fire & Gas Detection System
BIAK-SP-40-002-A4	Specification for Piping Material & Line Class

#### 4. BASIS DAN PERTIMBANGAN DESAIN

Kebutuhan *fire water* dan perhitungan hidrolis harus ditentukan sesuai dengan *fire protection design basis* yang terkait. Beberapa pertimbangan dan basis harus disesuaikan sebagaimana diindikasikan dalam bagian-bagian berikut.

##### 4.1 FIRE ZONE

Di fasilitas Jetty-2, *fire zone* akan dibagi menjadi 2 (dua) area utama, sebagaimana terindikasi pada Tabel 2. Untuk gambaran umum, demarkasi zona kebakaran disajikan dalam Lampiran 8.1.

**Tabel 3 – Demarkasi Fire Zone**

<i>Fire Zone No.</i>	Deskripsi
FZ-001	<i>Fire Zone Trestle</i>
FZ-002	<i>Fire Zone Jetty Head</i>

##### 4.2 KEBUTUHAN MINIMUM FIRE WATER DAN APPLICATION RATE

Berdasarkan ISGOTT Tabel 19.1 untuk kapal tanker dengan kapasitas hingga 50.000 DWT, kebutuhan minimum *fire water* adalah 350 m<sup>3</sup>/h (1541 gpm). Sedangkan, *fire water application rate* yang digunakan sebagai basis dalam perhitungan ini:

- Satu aliran hose hidran dengan *flow rate* yaitu 56,8 m<sup>3</sup>/h (250 gpm).
- satu *fire/foam monitor* dengan *flow rate* yaitu 113,6 m<sup>3</sup>/h (500 gpm).

##### 4.3 FLUIDA YANG DIGUNAKAN

Sistem *fire water* yang dirancang dalam proyek ini menggunakan air laut sebagai sumber utama. *Fire water* akan dipasok oleh *sea water fire pump* baru yang terletak di *fire pump shelter*.

- Fluida : *sea water*
- Densitas : 1023 kg/m<sup>3</sup>
- Viskositas : 1,00 cP
- Vapor Pressure : 0,001 kgf/cm<sup>2</sup>A



##### 4.4 MATERIAL PIPA FIRE WATER

Material untuk pipa *fire water* yang digunakan mengacu pada dokumen BIAK-SP-40-002-A4 Spesifikasi untuk *Piping Material & Line Class*. Oleh karena itu, informasi teknis berikut menentukan ke dalam perhitungan hidrolis

**Tabel 4 – Fire Water Line Class**

Nominal Diameter (inches)	Internal Diameter (inches)	Frictional Coefficient (C-factor)
8	7.981	120
10	10.02	
14	13.25	



	<b>CALCULATION</b>	
<b>Document No.</b>	<b>FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION</b>	<b>REV : 0</b>
<b>BIAK-CAL-10-002-A4</b>		<b>Sheet No.</b>
		<b>Page 8 of 18</b>

#### 4.5 SUPLAI FIRE WATER

Sistem *fire water* untuk Jetty BIAK digunakan untuk menyuplai *fire water* dari pompa *sea water fire pump* baru ke *fire equipment* di trestle dan area Jetty-2 saja, sedangkan apabila ada *fire case* di area tangki Biak di darat baik *sea water fire pump* baru maupun eksisting akan dioperasikan karena kebutuhan *fire water* yang lebih besar. Namun, pada dokumen ini hanya menjelaskan hitungan sampai ke titik *tie-in point* ke jalur *fire water* Biak darat.

Kecepatan fluida yang melalui setiap bagian pada *fire water main* harus dibatasi maksimal 4,57 m/s dan minimum 0,91 m/s sesuai dengan basis desain (API RP 14E). Sementara itu, *residual pressure* di setiap titik di sistem *fire water* minimal 6,9 kg/cm<sup>2</sup>g.

Untuk operasi *fire fighting* di area *Jetty Head* akan disediakan aliran selang hidran yang mencakup area yang terhalang dari *fire monitor* untuk memastikan fleksibilitas tindakan selama operasi *fire fighting* (NFPA 11 Section 10.6).

#### 5. KEBUTUHAN FIRE WATER

Sesuai dengan penjelasan sebelumnya, kebutuhan *fire water* akan dihitung berdasarkan pembagian *fire zone*, dan diharapkan bahwa kebutuhan *fire water* terbesar akan diperoleh berdasarkan langkah ini. Perhitungan kebutuhan *fire water* diuraikan dalam setiap bagian sebagai berikut.

##### 5.1 FIRE ZONE FZ-001 (FIRE ZONE TRESTLE)

Dalam kasus kebakaran yang terjadi di *fire zone* ini, sistem *fire water* berikut diaktifkan secara bersamaan:

- Dua (2) aliran selang hidran

Kebutuhan *fire water* dihitung sebagai berikut :

**Tabel 5 – Kebutuhan Fire Water di FZ-001**

Deskripsi	Flow rate (m <sup>3</sup> /h )	Remarks
<i>Fire hydrant (2 hose streams)</i>	113,6	56,8 m <sup>3</sup> /h x 2
Total	113,6	



##### 5.2 FIRE ZONE FZ-002 (FIRE ZONE JETTY HEAD)

Dalam kasus kebakaran yang terjadi di *fire zone* ini, sistem *fire water* berikut diaktifkan secara bersamaan:

- Dua (2) *fire/foam monitor*
- Empat (4) aliran selang hidran

Kebutuhan *fire water* dihitung sebagai berikut :



	<b>CALCULATION</b>	
Document No.	<b>FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION</b>	REV : 0
BIAK-CAL-10-002-A4		Sheet No.
		Page 9 of 18

**Tabel 6 – Kebutuhan *Fire Water* di FZ-002**

Deskripsi	Flow rate (m <sup>3</sup> /h )	Remarks
<i>Fire/foam monitor</i>	227,2	113,6 m <sup>3</sup> /h x 2
<i>Fire Hydrant</i>	227,2	56,8 m <sup>3</sup> /h x 4
Total	455	

### 5.3 KEBUTUHAN *FIRE WATER* PADA TIE-IN POINT SCOPE BIAK TANK PROJECT

Sesuai informasi berdasarkan BIAK-MOM-10-001-A4 pada saat Pre-Konsinyering, di informasikan bahwa kebutuhan *fire water* terbesar di area Biak darat adalah sebesar 4000 gpm. Oleh karena itu, perhitungan hidrolik juga mempertimbangkan case tersebut.

**Tabel 7 – Kebutuhan *Fire Water* di Tie-in Point Scope Biak Tank Project**

Deskripsi	Flow rate (m <sup>3</sup> /h)	Remarks
Tie-in Point Scope Biak Tank Project	910	4000 gpm
Total	910	

### 5.4 HASIL PERHITUNGAN KEBUTUHAN *FIRE WATER*

Perhitungan kebutuhan *fire water* dilakukan untuk setiap *fire zone* dan kebutuhan *fire water* untuk disuplai ke tie-in point scope biak tank project seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Oleh karena itu, berdasarkan tabel 4, 5, dan 6, diperoleh beberapa hasil sebagai berikut:

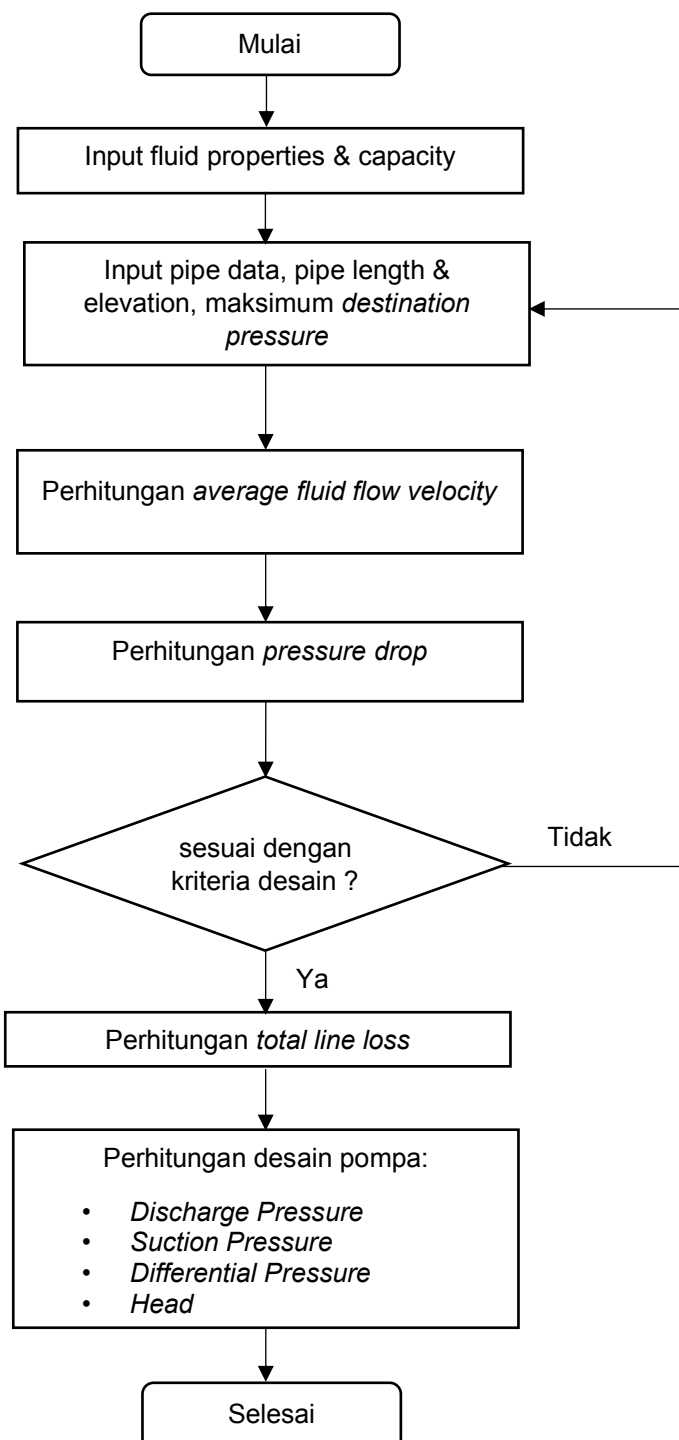
- Kebutuhan *fire water* untuk area *fire zone* FZ-001 yaitu 114 m<sup>3</sup>/h yang dihasilkan dari 2 aliran selang hidran.
- Kebutuhan *fire water* untuk area *fire zone* FZ-002 yaitu 455 m<sup>3</sup>/h yang dihasilkan dari 2 *foam monitor* dan 4 aliran selang hidran.
- Kebutuhan *fire water* untuk supply di tie-in point menuju scope biak tank project yaitu sebesar 910 m<sup>3</sup>/h, dimana untuk menyuplai kebutuhan ke scope biak tank project menggunakan sea water fire pump eksisting dan sea water fire pump yang baru, sehingga masing-masing sea water fire pump akan menyuplai 455 m<sup>3</sup>/h.

## 6. PERHITUNGAN HIDROLIK *FIRE WATER*



Sehubungan dengan penentuan kebutuhan *fire water*, perhitungan hidrolik juga diperlukan untuk desain pompa *fire water*. Metode dan hasil perhitungan ditunjukkan dalam bagian-bagian di bawah ini.

### 6.1 METODE PERHITUNGAN

Perhitungan hidrolik *fire water* ditentukan dengan merujuk pada diagram alir di bawah ini.



- Sebelum perhitungan hidrolik, beberapa data perlu dimasukkan, yaitu sifat-sifat fluida, data pipa, panjang pipa dan elevasi, serta maksimum *destination pressure*. Untuk maksimum *destination pressure* yang diinput yaitu sebesar 6,9 kg/cm<sup>2</sup>g sesuai dengan minimum *operating pressure*

	<b>CALCULATION</b>	
Document No.	<b>FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION</b>	REV : 0
BIAK-CAL-10-002-A4		Sheet No.
		Page 11 of 18

*fire water*. Kemudian, untuk panjang pipa dan elevasi dengan *jetty head case* diinput hingga posisi fire monitor terjauh, sementara untuk *tie-in point case* diinput hingga lokasi *tie-in point* dengan sistem *fire water* pada lingkup proyek tangki darat.

- Selanjutnya, dilakukan perhitungan kecepatan rata-rata aliran fluida dengan *fire water pump* yang baru dan eksisting untuk memastikan sesuai dengan basis desain, dan hasil perhitungan ini kemudian digunakan untuk menentukan *pressure drop* per 100 meter.
- Hasil dari kedua perhitungan, yaitu kecepatan dan *pressure drop*, kemudian dibandingkan dengan kriteria desain, di mana kecepatan maksimum adalah 4,57 m/s, dan *pressure drop* maksimum per 100 m adalah 0,46 bar. Sementara itu, kecepatan minimum yang diperlukan adalah 0,91 m/s untuk meminimalkan pengendapan pasir dan padatan lainnya (API RP 14E).
- Jika hasilnya kurang atau melebihi kriteria desain, ukuran pipa harus disesuaikan hingga sesuai dengan kriteria desain. Setelah hasil perhitungan sesuai dengan kriteria desain, nilai dari total *line loss* kemudian dihitung.
- Hasil perhitungan total *line loss* dapat digunakan untuk melakukan perhitungan desain pompa, termasuk *discharge pressure*, *suction pressure*, *differential pressure*, dan *head*.

## 6.2 HASIL PERHITUNGAN HIDROLIK

Sesuai dengan pendekatan perhitungan dan metodologi yang dijelaskan pada bagian sebelumnya, hasil perhitungan hidrolik dan desain pompa disajikan dalam tabel 7 dan tabel 8. Perbandingan dengan beberapa kasus juga diindikasikan untuk memperoleh informasi yang sesuai yang akan digunakan dalam desain pompa *fire water*.

**Tabel 8 – Ringkasan Kalkulasi Hidrolik Fire Water**

Line No	Vol Flow, m <sup>3</sup> /h	Pipe Data		Kriteria		Hasil Perhitungan	
		SCH	ID (mm)	Vel (m/s)	DP/100m, bar	Vel (m/s)	DP/100m, bar
14"-FW-A1A-525	910	STD	336,55	4,5	0,46	2,8	0,17
10"-FW-A1A-549	455	S40	254,51	4,5	0,46	2,5	0,18
10"-FW-A1A-550	455	S40	254,51	4,5	0,46	2,5	0,18

- Dari tabel 7, terlihat bahwa perhitungan hidrolik untuk beberapa ukuran pipa dalam sistem *fire water* menghasilkan hasil perhitungan yang berbeda. Oleh karena itu, perhitungan hidrolik untuk *pump discharge line* dan *fire water mains* berukuran 10 inci menghasilkan kecepatan sekitar 2,5 m/s. Sementara itu, dengan melakukan perhitungan hidrolik untuk ukuran pipa 14 inci menghasilkan kecepatan sekitar 2,8 m/s.
- Ukuran pipa yang lebih besar sebagaimana diindikasikan di atas dipilih karena pertimbangan aliran dari *sea water fire pump* eksisting dan *sea water fire pump* baru digabungkan menjadi satu aliran.

**Tabel 9 – Ringkasan Perhitungan Desain Sea Water Fire Pump Baru dengan Case Berbeda**

Operation Condition	ITB Datasheet	Jetty Head Case	Tie-In Point Case	Selected Calculation
Capacity (m <sup>3</sup> /h)	455	455	455	455
Suction Pressure (kg/cm <sup>2</sup> g)	0,08	0,17	0,17	0,17

Operation Condition	ITB Datasheet	Jetty Head Case	Tie-In Point Case	Selected Calculation
Discharge Pressure Flange ( $\text{kg/cm}^2 \text{ g}$ )	13,46	11,38	13,87	13,99
Differential Pressure ( $\text{kg/cm}^2$ )	13,38	11,21	13,69	13,81
Differential Head (m)	135	109,6	133,9	135
NPSHA (m)	11,17	11,81	11,81	11,81
Pumping Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )	30	30	30	30
SG @PT	1	1,023	1,023	1,023
Vapor Pressure ( $\text{kgf/cm}^2 \text{ A}$ )	0,001	0,001	0,001	0,001
Viscosity at PT (cP)	1	1	1	1



Sesuai dengan perhitungan pompa dengan dua *case* perhitungan yang berbeda yang sudah dilakukan dengan tujuan *discharge* yang berbeda, yaitu *Jetty Head* dan *Tie-in Point* dengan lingkup proyek area tangki darat. Perhitungan dengan *case* yang berbeda ini dilakukan untuk memperoleh hasil optimum. Hasil ini disajikan dalam tabel 8 untuk lebih detail.

- Kedua kasus menggunakan dasar aliran sebesar  $455 \text{ m}^3/\text{h}$  sesuai dengan hasil kebutuhan *fire water* terbesar.
- Dengan menggunakan *Jetty Head case*, *discharge pressure* pompa dihasilkan sebesar  $11,38 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$ .
- Dengan menggunakan *Tie-in Point case*, *discharge pressure* pompa dihasilkan sebesar  $13,87 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$ .
- Berdasarkan ITB datasheet, *discharge pressure* pompa yang digunakan sebesar  $13,46 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$ .
- Diperoleh *discharge pressure* pompa yang digunakan sebesar  $13,99 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$  dengan head 135 meter.

## 7. KESIMPULAN

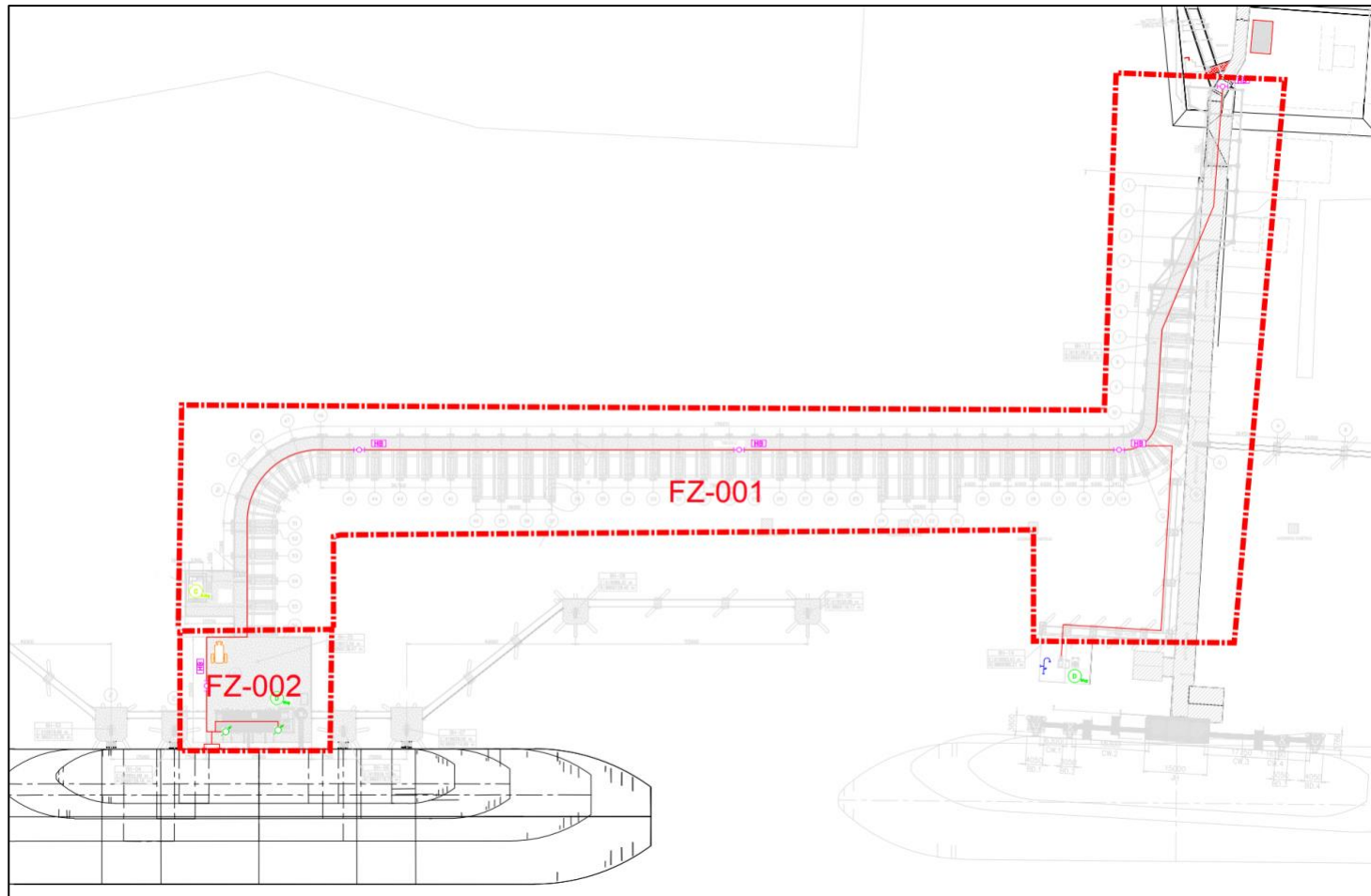
Berdasarkan beberapa analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Kebutuhan *fire water* terbesar di fasilitas ini berasal dari area *Jetty Head* FZ-002, yang memiliki *flow rate*  $455 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Semua *fire water system* menerima tekanan lebih dari  $6,9 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$  yang mana memenuhi kriteria.
- Kecepatan maksimum berada dalam basis desain proyek yang diizinkan sebesar  $4,5 \text{ m/s}$ , sehingga ukuran pipa 10 inci (untuk *pump discharge line*) dan 14 inci (untuk *combination line*) dianggap optimum untuk *fire water network*.
- Discharge pressure* yaitu sebesar  $13,99 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$  digunakan sebagai basis dalam desain *sea water fire pump* yang baru dengan head 135 meter.

	CALCULATION	
Document No.	FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION	REV : 0
BIAK-CAL-10-002-A4		Sheet No.
		Page 13 of 18

## 8. LAMPIRAN – LAMPIRAN

### 8.1 LAMPIRAN DEMARKASI *FIRE ZONE*



### 8.2 LAMPIRAN PERHITUNGAN HIDROLIK FIRE WATER

No	LINE No.	P&ID No.	Service	FLUID PROPERTIES						PIPE DATA				RESULT		CRITERIA		STATUS	REMARKS
				Vol Flow, kL/hr	Flow, Kg/hr	factor	RatedFlow	rho, kg/m3	visc, cP	rough, micr	SCH	ID, mm	m3/h	Vel, m/s	ΔP/100m, bar	Vel, m/s	ΔP/100m, bar		
1	14"-FW-A1A-525	BIAK-PID-10-007-A3	Fire water from existing sea water fire pump combined with new sea water fire pump	910	906.360	100%	906360	996,000	1,00	50	STD	336,55	910	2,842	0,169	4,5	0,460	OK	To Jetty-2 & Jetty-1
2	10"-FW-A1A-549	BIAK-PID-10-007-A3	Fire water to existing jetty 1 fire line	455	453.180	100%	453180	996,000	1,00	50	S40	254,51	455	2,484	0,182	4,5	0,460	OK	To Jetty-1
3	10"-FW-A1A-550	BIAK-PID-10-007-A3	Fire water to jetty 2	455	453.180	100%	453180	996,000	1,00	50	S40	254,51	455	2,484	0,182	4,5	0,460	OK	To Jetty-2

### 8.3 HASIL PERHITUNGAN SEA WATER FIRE PUMP (JETTY HEAD CASE)

PUMP HYDRAULIC CALCULATION																																																																																																																																																																																								
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <b>CLIENT :</b> PT. PERTAMINA PATRA NIAGA  <b>PROJECT :</b> PEMBANGUNAN DERMAGA KAPASITAS 50.000 DWT FUEL TERMINAL BIAK  <b>LOCATION :</b> BIAK NUMFOR, PAPUA  <b>DOC. NO. :</b> - </div> <div style="text-align: right;"> <b>REV</b>  <b>A</b> </div> </div>																																																																																																																																																																																								
<b>P&amp;ID No.</b> BIAK-PID-10-006-A3	<b>Item No.</b> SWP-102	<b>Service</b> Sea Water Pump (Jetty Head)																																																																																																																																																																																						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <b>Suction (Liq. Level)</b>                      Max. Elev. mm - 2.760 mm                      Min. Elev. mm - 5.000 mm                 </div> <div> <b>Discharge (Elev. mm)</b>                      12.000 mm                 </div> </div>																																																																																																																																																																																								
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Height Skirt/Saddle</td> <td style="width: 20%;">0 mm</td> <td style="width: 30%;">Pump type</td> <td colspan="2" style="width: 20%;">Vertical Pump - Diesel Driven</td> </tr> <tr> <td>Pedestal</td> <td>0 mm</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Pump Nozzle Elev.</td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Foundation Height</td> <td>0 mm</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>From Base Plate to Center Line</td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Suction</td> <td>-8000 mm</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Discharge</td> <td>-5000 mm</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>					Height Skirt/Saddle	0 mm	Pump type	Vertical Pump - Diesel Driven		Pedestal	0 mm				Pump Nozzle Elev.					Foundation Height	0 mm				From Base Plate to Center Line					Suction	-8000 mm				Discharge	-5000 mm																																																																																																																																																				
Height Skirt/Saddle	0 mm	Pump type	Vertical Pump - Diesel Driven																																																																																																																																																																																					
Pedestal	0 mm																																																																																																																																																																																							
Pump Nozzle Elev.																																																																																																																																																																																								
Foundation Height	0 mm																																																																																																																																																																																							
From Base Plate to Center Line																																																																																																																																																																																								
Suction	-8000 mm																																																																																																																																																																																							
Discharge	-5000 mm																																																																																																																																																																																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left; background-color: #f2f2f2;">OPERATING CONDITIONS</th> <th colspan="2" style="text-align: left; background-color: #f2f2f2;">DISCHARGE CONDITIONS</th> </tr> <tr> <td style="width: 30%;">Fluid Name</td> <td style="width: 20%;">Water</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 20%;">Disch. 1</td> <td style="width: 20%;">Disch. 2</td> </tr> <tr> <td>Fluid condition (Boiling/non boiling)</td> <td>non boiling</td> <td></td> <td>250,0</td> <td>350,0</td> </tr> <tr> <td>Temp</td> <td>C</td> <td>30</td> <td>2,49</td> <td>2,84</td> </tr> <tr> <td>SGr.</td> <td></td> <td>1,023</td> <td>524</td> <td>169</td> </tr> <tr> <td>Vap. Press Max</td> <td>kgf/cm<sup>2</sup>A</td> <td>0,001</td> <td>65,4</td> <td>73,3</td> </tr> <tr> <td>Vis. Nor. Max</td> <td>cP</td> <td>1,00</td> <td>0,191</td> <td>0,177</td> </tr> <tr> <td>Cap. Nor</td> <td>m3/h</td> <td>455,00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cap. Design</td> <td>m3/h</td> <td>455,00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left; background-color: #f2f2f2;">SUCTION CONDITIONS</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <td>Line Size</td> <td>NPS</td> <td>250,0 250,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velocity</td> <td>m/s</td> <td>2,49 2,49</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Actual Length</td> <td>m</td> <td>0,0 0,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Equiv. Length Total</td> <td>m</td> <td>0,0 0,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Friction Loss</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>/100m</td> <td>0,191 0,191</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tank Press. Norm/Min</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>G</td> <td>0,000 0,000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Static Head</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup></td> <td>0,307 0,536</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Line Loss</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup></td> <td>0,000 0,000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velocity head loss</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup></td> <td>0,032 0,032</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Other Loss</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup></td> <td>(Note 1) 0,100 0,100</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suc. Press</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>G</td> <td>0,175 0,404</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left; background-color: #f2f2f2;">DIFFERENTIAL PRESSURE</th> <th colspan="2" style="text-align: left; background-color: #f2f2f2;">NET POSITIVE SUCTION HEAD</th> </tr> <tr> <td>Disch. Pressure</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>G</td> <td>11,382</td> <td>Min Suc. Pressure</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>G 0,175</td> </tr> <tr> <td>Suc. Pressure</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>G</td> <td>0,175</td> <td>Vap. Pres.</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>G -1,033</td> </tr> <tr> <td>Diff. Pressure</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup></td> <td>11,207</td> <td>Net</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup> 1,208</td> </tr> <tr> <td>Head</td> <td>m</td> <td>109,6</td> <td>NPSHA</td> <td>m 11,81</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Selec. NPSHA</td> <td>m 11,81</td> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left; background-color: #f2f2f2;">DIFFERENTIAL PRESSURE</th> <th colspan="2" style="text-align: left; background-color: #f2f2f2;">MAX. SHUT OFF PRESSURE</th> </tr> <tr> <td>Disch. Pressure</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>G</td> <td>11,382</td> <td>Max. Suc. Tank Press.</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>G 0,000</td> </tr> <tr> <td>Suc. Pressure</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>G</td> <td>0,175</td> <td>Max. Liq. Static. Press.</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup> 0,536</td> </tr> <tr> <td>Diff. Pressure</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup></td> <td>11,207</td> <td>Max. Suc. Pressure</td> <td>Kgf/cm<sup>2</sup>G 0,404</td> </tr> <tr> <td>Head</td> <td>m</td> <td>109,6</td> <td>Shut. Off Press.</td> <td>= Kgf/cm<sup>2</sup>G 13,9 (Note 3)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left; background-color: #f2f2f2;">Logic</th> <th colspan="2" style="text-align: left; background-color: #f2f2f2;">HYDRAULIC POWER</th> </tr> <tr> <td>suction velocity</td> <td>OK</td> <td></td> <td>HHP</td> <td>kW 138,91</td> </tr> <tr> <td>discharge velocity</td> <td>OK</td> <td></td> <td></td> <td>eff. (%) 100</td> </tr> </table>					OPERATING CONDITIONS			DISCHARGE CONDITIONS		Fluid Name	Water		Disch. 1	Disch. 2	Fluid condition (Boiling/non boiling)	non boiling		250,0	350,0	Temp	C	30	2,49	2,84	SGr.		1,023	524	169	Vap. Press Max	kgf/cm <sup>2</sup> A	0,001	65,4	73,3	Vis. Nor. Max	cP	1,00	0,191	0,177	Cap. Nor	m3/h	455,00			Cap. Design	m3/h	455,00			SUCTION CONDITIONS					Line Size	NPS	250,0 250,0			Velocity	m/s	2,49 2,49			Actual Length	m	0,0 0,0			Equiv. Length Total	m	0,0 0,0			Friction Loss	Kgf/cm <sup>2</sup> /100m	0,191 0,191			Tank Press. Norm/Min	Kgf/cm <sup>2</sup> G	0,000 0,000			Static Head	Kgf/cm <sup>2</sup>	0,307 0,536			Line Loss	Kgf/cm <sup>2</sup>	0,000 0,000			Velocity head loss	Kgf/cm <sup>2</sup>	0,032 0,032			Other Loss	Kgf/cm <sup>2</sup>	(Note 1) 0,100 0,100			Suc. Press	Kgf/cm <sup>2</sup> G	0,175 0,404			DIFFERENTIAL PRESSURE			NET POSITIVE SUCTION HEAD		Disch. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G	11,382	Min Suc. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G 0,175	Suc. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G	0,175	Vap. Pres.	Kgf/cm <sup>2</sup> G -1,033	Diff. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup>	11,207	Net	Kgf/cm <sup>2</sup> 1,208	Head	m	109,6	NPSHA	m 11,81				Selec. NPSHA	m 11,81	DIFFERENTIAL PRESSURE			MAX. SHUT OFF PRESSURE		Disch. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G	11,382	Max. Suc. Tank Press.	Kgf/cm <sup>2</sup> G 0,000	Suc. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G	0,175	Max. Liq. Static. Press.	Kgf/cm <sup>2</sup> 0,536	Diff. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup>	11,207	Max. Suc. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G 0,404	Head	m	109,6	Shut. Off Press.	= Kgf/cm <sup>2</sup> G 13,9 (Note 3)						Logic			HYDRAULIC POWER		suction velocity	OK		HHP	kW 138,91	discharge velocity	OK			eff. (%) 100
OPERATING CONDITIONS			DISCHARGE CONDITIONS																																																																																																																																																																																					
Fluid Name	Water		Disch. 1	Disch. 2																																																																																																																																																																																				
Fluid condition (Boiling/non boiling)	non boiling		250,0	350,0																																																																																																																																																																																				
Temp	C	30	2,49	2,84																																																																																																																																																																																				
SGr.		1,023	524	169																																																																																																																																																																																				
Vap. Press Max	kgf/cm <sup>2</sup> A	0,001	65,4	73,3																																																																																																																																																																																				
Vis. Nor. Max	cP	1,00	0,191	0,177																																																																																																																																																																																				
Cap. Nor	m3/h	455,00																																																																																																																																																																																						
Cap. Design	m3/h	455,00																																																																																																																																																																																						
SUCTION CONDITIONS																																																																																																																																																																																								
Line Size	NPS	250,0 250,0																																																																																																																																																																																						
Velocity	m/s	2,49 2,49																																																																																																																																																																																						
Actual Length	m	0,0 0,0																																																																																																																																																																																						
Equiv. Length Total	m	0,0 0,0																																																																																																																																																																																						
Friction Loss	Kgf/cm <sup>2</sup> /100m	0,191 0,191																																																																																																																																																																																						
Tank Press. Norm/Min	Kgf/cm <sup>2</sup> G	0,000 0,000																																																																																																																																																																																						
Static Head	Kgf/cm <sup>2</sup>	0,307 0,536																																																																																																																																																																																						
Line Loss	Kgf/cm <sup>2</sup>	0,000 0,000																																																																																																																																																																																						
Velocity head loss	Kgf/cm <sup>2</sup>	0,032 0,032																																																																																																																																																																																						
Other Loss	Kgf/cm <sup>2</sup>	(Note 1) 0,100 0,100																																																																																																																																																																																						
Suc. Press	Kgf/cm <sup>2</sup> G	0,175 0,404																																																																																																																																																																																						
DIFFERENTIAL PRESSURE			NET POSITIVE SUCTION HEAD																																																																																																																																																																																					
Disch. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G	11,382	Min Suc. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G 0,175																																																																																																																																																																																				
Suc. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G	0,175	Vap. Pres.	Kgf/cm <sup>2</sup> G -1,033																																																																																																																																																																																				
Diff. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup>	11,207	Net	Kgf/cm <sup>2</sup> 1,208																																																																																																																																																																																				
Head	m	109,6	NPSHA	m 11,81																																																																																																																																																																																				
			Selec. NPSHA	m 11,81																																																																																																																																																																																				
DIFFERENTIAL PRESSURE			MAX. SHUT OFF PRESSURE																																																																																																																																																																																					
Disch. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G	11,382	Max. Suc. Tank Press.	Kgf/cm <sup>2</sup> G 0,000																																																																																																																																																																																				
Suc. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G	0,175	Max. Liq. Static. Press.	Kgf/cm <sup>2</sup> 0,536																																																																																																																																																																																				
Diff. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup>	11,207	Max. Suc. Pressure	Kgf/cm <sup>2</sup> G 0,404																																																																																																																																																																																				
Head	m	109,6	Shut. Off Press.	= Kgf/cm <sup>2</sup> G 13,9 (Note 3)																																																																																																																																																																																				
Logic			HYDRAULIC POWER																																																																																																																																																																																					
suction velocity	OK		HHP	kW 138,91																																																																																																																																																																																				
discharge velocity	OK			eff. (%) 100																																																																																																																																																																																				



Document No.

BIAK-CAL-10-002-A4

## FIRE WATER DEMAND AND FIRE WATER PUMP CALCULATION

REV : 0

Sheet No.

Page 16 of 18

### PUMP HYDRAULIC CALCULATION

#### EQUIVALENT LENGTH CALCULATION

##### Suction

Suction's fittings	Qty	Eq. Length, m
90 deg ELL long rad.	0	0,0
hard T (flow turns)	0	0,0
gate valve	0	0,0
butterfly valve (90 deg)	0	0,0
globe valve	0	0,0
angle valve	0	0,0
swing check valve	0	0,0
plug valve	0	0,0
ball valve	0	0,0

#### PRESSURE DROP PER 100 m CALCULATION

##### Suction

Line Class	sch40
Nominal Size (mm)	250,0
SG	1,023
Viscosity (cP)	1,00
Flow (m3/hr)	455,00
Flow (kg/hr)	465,465
Line Length (m)	0
Roughness	0,05
ID (mm)	254,50
Velocity (m/s)	2,49
Max velocity (m/s)	3,5 OK
Re	647183 turbulent
f	0,0151
Pressure Drop/100 m (kg/cm2)	0,1909
Act. Length +30 % margin (m)	0,00
Equiv Length + 30% margin (m)	0,000
Line Loss (kg/cm2)	0,000
Total line loss (kg/cm2)	0,000

##### Discharge

Line Class	sch40	Line Class	std
Nominal Size (mm)	250,0	Nominal Size (mm)	350,0
SG	1,023	SG	1,023
Viscosity (cP)	1,000	Viscosity (cP)	1,000
Flow (m3/hr)	455,00	Flow (m3/hr)	910,00
Flow (kg/hr)	465,465	Flow (kg/hr)	930,930
Line Length (m)	403	Line Length (m)	130
Roughness	0,05	Roughness	0,05
ID (mm)	254,50	ID (mm)	336,55
Velocity (m/s)	2,49	Velocity (m/s)	2,84
Max velocity (m/s)	4,6 OK	Max velocity (m/s)	4,6 OK
Re	647183 turbulent	Re	978803 turbulent
f	0,0151	f	0,0141
Pressure Drop/100 m (kg/cm2)	0,1909	Pressure Drop/100 m (kg/cm2)	0,1767
Act. Length +30 % margin (m)	524	Act. Length +30 % margin (m)	169
Equiv Length + 30% margin (m)	65,380	Equiv Length + 30% margin (m)	73,304
Line Loss (kg/cm2)	1,125	Line Loss (kg/cm2)	0,428
Total line loss (kg/cm2)	1,125	Total line loss (kg/cm2)	0,428

#### Note

- Other loss takes unknown losses into account.
- Hydraulic Horse Power is preliminary estimated using efficiency 100%, however it should be determined by Pump manufacture.
- Shut-off pressure is preliminary estimated according to API 610, however actual shut-off pressure to be determined by Pump manufacture.
- Destination pressure is defined based on tie-in point of existing fire water distribution header operating pressure.

##### Discharge

Discharge's fittings	Qty	Eq. Length, m	Qty	Eq. Length, m
90 deg ELL long rad.	0	0,0	7	25,6
swing check valve	1	24,4	0	0,0
gate valve	2	4,3	1	2,1
hard T (flow turns)	1	14,3	2	28,7
soft T (flow straight)	2	7,3	0	0,0
ball valve	0	0,0	0	0,0
ball check valve	0	0,0	0	0,0
sudden enlargement d/D = 1/4	0	0,0	0	0,0
inlet nozzle tank	0	0,0	0	0,0

#### f calculation

Darcy
f1 0,005
f2 0,015688
f3 0,015045
f4 0,015077
f5 0,015076
f6 0,015076
f7 0,015076

#### f calculation

Darcy	Darcy
f1 0,005	f1 0,005
f2 0,015688	f2 0,014751
f3 0,015045	f3 0,014087
f4 0,015077	f4 0,014110
f5 0,015076	f5 0,014109
f6 0,015076	f6 0,014109
f7 0,015076	f7 0,014109

#### 8.4 HASIL PERHITUNGAN SEA WATER FIRE PUMP (TIE-IN POINT CASE)

<

### PUMP HYDRAULIC CALCULATION

#### EQUIVALENT LENGTH CALCULATION

##### Suction

Suction's fittings	Suction	
	Qty	Eq. Length, m
90 deg ELL long rad.	0	0,0
hard T (flow turns)	0	0,0
gate valve	0	0,0
butterfly valve (90 deg)	0	0,0
globe valve	0	0,0
angle valve	0	0,0
swing check valve	0	0,0
plug valve	0	0,0
ball valve	0	0,0
		0,0

##### Discharge

Discharge's fittings	Discharge 1		Discharge 2	
	Qty	Eq. Length, m	Qty	Eq. Length, m
90 deg ELL long rad.	0	0,0	7	25,6
swing check valve	1	24,4	0	0,0
gate valve	2	4,3	1	2,1
hard T (flow turns)	1	14,3	2	28,7
soft T (flow straight)	2	7,3	0	0,0
ball valve	0	0,0	0	0,0
ball check valve	0	0,0	0	0,0
sudden enlargement d/D = 1/4	0	0,0	0	0,0
Inlet nozzle tank	0	0,0	0	0,0
		50,3		56,4

#### PRESSURE DROP PER 100 m CALCULATION

##### Suction

Line Class	Suct	
Nominal Size (mm)	sch40	10
SG	1,023	
Viscosity (cP)	1,00	
Flow (m <sup>3</sup> /hr)	455,00	
Flow (kg/hr)	465,465	
Line Length (m)	0	
Roughness	0,05	
ID (mm)	254,50	
Velocity (m/s)	2,49	
Max velocity (m/s)	3,5	OK
Re	647183	turbulent
f	0,0151	
Pressure Drop/100 m (kg/cm <sup>2</sup> )	0,1909	
Act. Length +30 % margin (m)	0,00	
Equiv Length +30 % margin (m)	0,000	
Line Loss (kg/cm <sup>2</sup> )	0,000	
Total line loss (kg/cm <sup>2</sup> )	0,000	

##### f calculation

f	Darcy	
f1	0,005	
f2	0,015888	
f3	0,015045	
f4	0,015077	
f5	0,015076	
f6	0,015076	
f7	0,015076	

##### Discharge

Line Class	sch40		Line Class	std	
Nominal Size (mm)	250,0	10	Nominal Size (mm)	350,0	14
SG	1,023		SG	1,023	
Viscosity (cP)	1,000		Viscosity (cP)	1,000	
Flow (m <sup>3</sup> /hr)	455,00		Flow (m <sup>3</sup> /hr)	910,00	
Flow (kg/hr)	465,465		Flow (kg/hr)	930,930	
Line Length (m)	13		Line Length (m)	1500	
Roughness	0,05		Roughness	0,05	
ID (mm)	254,50		ID (mm)	336,55	
Velocity (m/s)	2,49		Velocity (m/s)	2,84	
Max velocity (m/s)	4,6	OK	Max velocity (m/s)	4,6	OK
Re	647183	turbulent	Re	978803	turbulent
f	0,0151		f	0,0141	
Pressure Drop/100 m (kg/cm <sup>2</sup> )	0,1909		Pressure Drop/100 m (kg/cm <sup>2</sup> )	0,1767	
Act. Length +30 % margin (m)	17		Act. Length +30 % margin (m)	1950	
Equiv Length +30 % margin (m)	65,380		Equiv Length +30 % margin (m)	73,304	
Line Loss (kg/cm <sup>2</sup> )	0,157		Line Loss (kg/cm <sup>2</sup> )	3,576	
Total line loss (kg/cm <sup>2</sup> )	0,157		Total line loss (kg/cm <sup>2</sup> )	3,576	

##### f calculation

f	Darcy	
f1	0,005	
f2	0,015888	
f3	0,015045	
f4	0,015077	
f5	0,015076	
f6	0,015076	
f7	0,015076	

f	Darcy	
f1	0,005	
f2	0,014751	
f3	0,014087	
f4	0,014110	
f5	0,014109	
f6	0,014109	
f7	0,014109	

#### Note

- Other loss takes unknown losses into account.
- Hydraulic Horse Power is preliminary estimated using efficiency 100%, however it should be determined by Pump manufacture.
- Shut-off pressure is preliminary estimated according to API 610, however actual shut-off pressure to be determined by Pump manufacture.
- Destination pressure is defined based on tie-in point of existing fire water distribution header operating pressure.