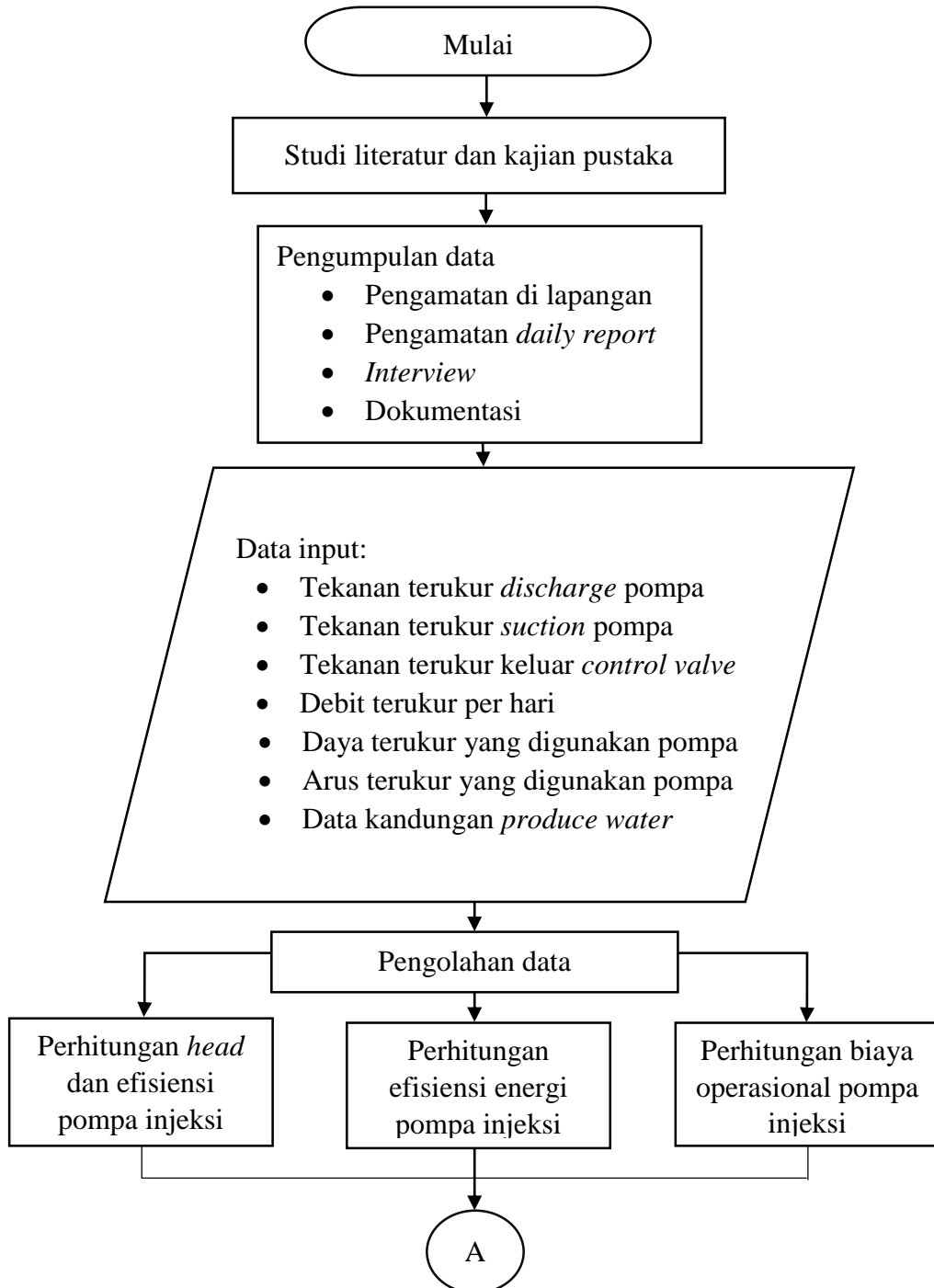
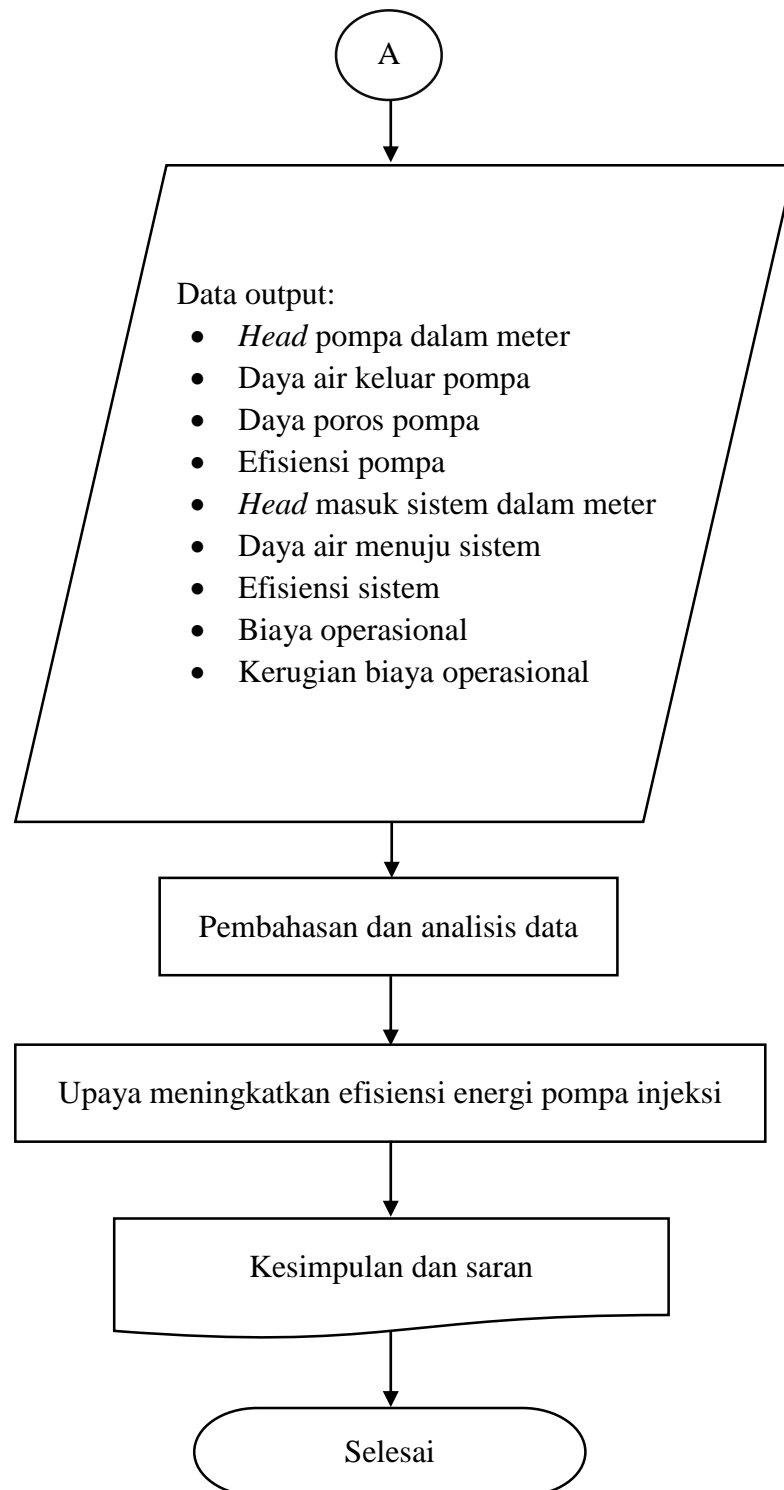


BAB III
METODELOGI STUDI KASUS

3.1 Diagram Alir Studi Kasus



Gambar 3.1. Diagram alir studi kasus



Gambar 3.1. Diagram alir studi kasus lanjutan

3.2 Alat dan Bahan Studi Kasus

1. Bahan Studi Kasus

Bahan yang digunakan dalam studi kasus ini adalah data pengukuran yang telah diambil selama berada di lapangan diantaranya adalah:

- Spesifikasi motor dan pompa injeksi

Spesifikasi pompa yang tertera pada *spec-plate* pompa injeksi dan spesifikasi motor yang tertera pada *spec-plate* motor listrik pompa injeksi. Spesifikasi pompa dan motor injeksi dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini:

Tabel 3.1. Spesifikasi motor dan pompa injeksi

Merek /Model	SPX David Brown 4x6x10.5 DB34 11 Stages
Ukuran Impeller	Rata-rata 10.875" (276 mm)
	Maksimum 11.00" (279 mm)
	Minimum 9.00" (229 mm)
Desain Head Pompa	3280 <i>feet</i> (1000 m)
Debit Desain	875 gpm (0.055 m ³ /s / 199 m ³ /jam)
Data Motor	ABB AMA 400L2 WBSH
	2980 rpm
	Maks 1120 DK (821 kW) ,Faktor daya 0.9
	6600 V 50 Hz 3 fase, Effisiensi 96%
Tekanan <i>Shutoff</i>	1704 psig (11748 kPa)
NPSHr	16 kaki (5 m) H ₂ O
Aliran Minimum	225 gpm (0.014 m ³ /s)
Saluran buang/hisap	4" ANSI 900# / 6" ANSI 900#

- Angka aktual debit per hari pompa injeksi

Keterangan debit terukur yang dialirkan oleh pompa injeksi menuju sumur injeksi tertera pada layar kontrol PLC WIP. Kontrol PLC WIP Dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini:



Gambar 3.2. Layar kontrol PLC *Water Injection Plant* (WIP)

- Angka tekanan terukur sisi *suction* pompa injeksi

Tekanan yang terbaca pada *pressure gauge* sisi *suction* pompa injeksi yang akan digunakan untuk menghitung *head* yang dapat di bangkitkan pompa. *Pressure gauge* sisi *suction* pompa injeksi dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini:



Gambar 3.3. *Suction pressure gauge* pompa injeksi

- Angka tekanan terukur sisi *discharge* pompa injeksi

Tekanan yang terbaca pada *pressure gauge* sisi *discharge* pompa injeksi yang akan digunakan untuk menghitung *head* yang dapat di bangkitkan pompa. *Pressure gauge* sisi *discharge* pompa injeksi dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini:



Gambar 3.4. Discharge pressure gauge pompa injeksi

- Angka tekanan terukur setelah melewati *control valve*

Tekanan yang terbaca pada *pressure gauge* setelah melewati *control valve*. Ini adalah tekanan setelah tereduksi *control valve* karena pipa yang tidak mampu menahan tekanan tinggi. *Pressure* setelah melewati *control valve* dapat dilihat pada Gambar 3.5 dibawah ini:



Gambar 3.5. Pressure gauge setelah melewati *control valve*

- Angka dari *wattmeter* yang tercatat pada *daily report*

Wattmeter tercatat adalah daya listrik yang digunakan untuk menggerakkan pompa injeksi. Angka ini digunakan untuk mengetahui daya yang digunakan pompa injeksi tiap harinya. Angka dari *wattmeter* dapat dilihat pada Gambar 3.6 dibawah ini:

01-Aug-16 POWER & WATER FACILITIES DAILY REPORT										
POWER PRODUCTION										
PARAMETER	TG.100	TG.200	TG. Rental	WKS.1	WKS.2	SEWATAMA	GRADE	TOTAL		
Peak Load, KW	2,450	2,600				900	5,950	5,950		
Average Load, KW	2,320	2,520				850	5,690	5,690		
Power Factor	0.73	0.74				0.78	n/a			
Gas Consumption, MMSCFD	0.606	0.541					1.147			
Diesel Consumption, Liters		5,562				5,755	11,317	11,317		
POWER CONSUMPTION										
PARAMETER	KWh	KW	GAS CONSUMPTION							
Production, KWh	72,200	3,008	PARAMETER	Gensets	Ariel	Ajax 1	Ajax 2	Ajax 3	TOTAL	Sirkula
Plants, KWh	43,520	1,813	Gas Consumption, MMSCFD			0.050		0.068	0.12	1.28
Facilities, KWh	20,400	850	Gas Comp. Production, MMSCFD			0.509		0.891	1.40	
TOTALS:	136,120	5,672	Gas Compressor Suction Pressure, psig	4.26	Tekanan gas LP.					
LOAD SHED SYSTEM										
NON PRODUCTION	ON/OFF	AVG KW	PRODUCTION	ON/OFF	AVG KW	BASE LOAD CALCULATION				
WIP Injection Pump	ON	1310	Substation 06	OFF	-	Safe Load (One TG Unit)				
WIP Booster Pump C & D	ON	150	Substation 07	OFF	-	Total Load on Load Shed	2			

Gambar 3.6. Power & facilities daily report

- Angka dari *amperemeter* yang tercatat pada *daily report*

Amperemeter tercatat adalah arus yang mengalir ke motor listrik. Angka ini dapat digunakan untuk perhitungan daya listrik yang digunakan pompa injeksi. Angka dari *amperemeter* dapat dilihat pada Gambar 3.7 dibawah ini:

HP INJECTION PUMP														
DAY DATE		PUMP - A							PUMP - B					
T I M E		MOTOR WINDING TEMPERATURE °C	MOTOR OUT BOARD BEARINGS °C	MOTOR IN BOARD BEARINGS °C	PUMP IN BOARD BEARINGS °C	PUMP OUT BOARD BEARINGS °C	IM - METER	MOTOR WINDING TEMPERATURE °C	MOTOR OUT BOARD BEARINGS °C	MOTOR IN BOARD BEARINGS °C	PUMP IN BOARD BEARINGS °C	PUMP OUT BOARD BEARINGS °C	IM - METER	MOTOR WINDING TEMPERATURE °C
08:00														
10:00								87	62	67	70	71	82	
12:00								2.02	0.80	0.50	0.50			
14:00								94	67	74	81	77	82	
16:00								2.00	0.80	0.50	0.50			
18:00								98	70	78	82	74	82	
20:00								2.00	0.80	0.40	0.60			
22:00								97	70	77	81	72	82	
24:00								2.00	0.80	0.50	0.60			
02:00								91	68	75	80	70	82	
04:00								80	66	72	80	70	82	
06:00								2.00	0.80	0.50	0.60			
08:00								89	65	71	80	69	82	
10:00								2.00	0.80	0.50	0.60			
12:00								88	65	70	80	68	82	
14:00								2.00	0.80	0.50	0.60			
16:00								88	65	70	80	68	82	
18:00								2.00	0.80	0.50	0.60			
20:00								88	65	70	80	68	82	
22:00								2.00	0.80	0.50	0.60			
24:00								88	65	70	80	68	82	

Gambar 3.7. Water Injection Plant (WIP) daily report

- Kandungan air injeksi yaitu air terproduksi (*produced water*)

Fluida yang dialirkan oleh pompa injeksi adalah air terproduksi (*produced water*). Oleh karena itu perlu mengetahui kandungan air injeksi untuk menentukan berat jenis, sifat fluida, massa jenis fluida air injeksi. Kandungan air injeksi dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini:

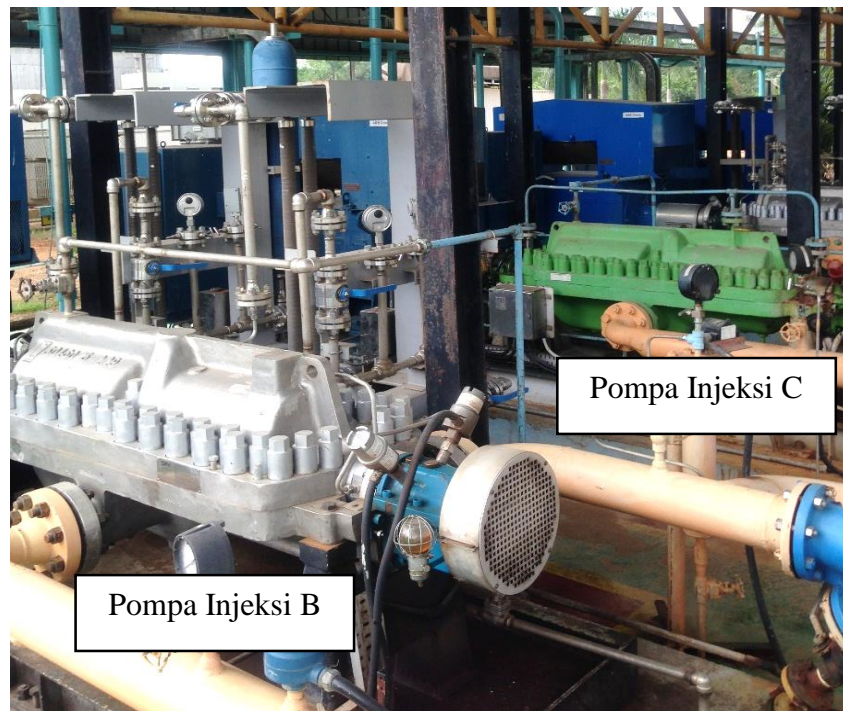
Tabel 3.2. Hasil pengujian laboratorium air terproduksi (*produced water*)

No	Parameter	Unit Analisis	Spesifikasi	Sample Diambil			
				WIP After Pump	Wellhead T03	Wellhead T46	Wellhead T154
1	Oil content	mg/l	15 max	14.58	4.5	27.39	8.03
2	pH	Unit	6.6 -8.0	6.82	6.89	6.74	6.72
3	Turbidity	NTU	6.0 max	36.7	23.4	123	40
4	Dissolved Oxygen	mg/l	0.2 max	0.05	0.05	0.05	0.05
5	Iron (Fe)	mg/l	1 max				
6	Chloride	mg/l	1 max	1162	1018	931	931
7	Plugging Index	Unit	10 max	91.11	68.35	79.35	62.17
8	Total Suspended Solid	mg/l	7 max	87.6	63.2	72.4	55
9	Total Dissolved Solid	mg/l		2053	2190	2170	1962

2. Alat Studi Kasus

- Pompa injeksi SPX David Brown 34 B dan C

Pompa yang menjadi alat studi kasus adalah pompa injeksi SPX David Brown 34 B dan C. Pompa B berada di sebelah kiri dan pompa C berada di sebelah kanan dapat dilihat pada Gambar 3.8 dibawah ini:



Gambar 3.8. Pompa injeksi SPX David Brown 34 B dan C

- *Control Valve*

Control valve digunakan untuk mengontrol debit dan tekanan injeksi sesuai kebutuhan. *Control valve* dapat dilihat pada Gambar 3.9 dibawah ini:



Gambar 3.9. *Control valve north header*

- Ruang Kontrol

Ruangan untuk operator mengontrol proses yang sedang berjalan melalui kontrol PLC. Lalu data-data akan dicatat di dalam *daily report*.

- Laptop

Laptop digunakan untuk mengolah data yang diperlukan untuk studi kasus.

- Printer

Printer digunakan untuk mencetak data yang digunakan untuk pengolahan data.

3.3 Tempat dan Waktu Studi Kasus

1. Tempat Studi Kasus

Studi kasus dilakukan di PT. Pertamina EP Tanjung *field*, Tabalong, Kalimantan Selatan pada fungsi produksi operasi, bagian instalasi WTP & WIP.

2. Waktu Studi Kasus

Studi kasus dilaksanakan pada tanggal 1 Agustus 2016 sampai dengan 10 September 2016.

3.4 Fokus dan Ruang Lingkup Studi Kasus

Fokus studi kasus ini diarahkan pada instrumen pompa injeksi yang berada di instalasi *Water Injection Plant* (WIP). Sedangkan ruang lingkup studi kasus meliputi area dari *Water Treatment Plant* (WTP), *Water Injection Plant* (WIP) sampai ke sumur-sumur injeksi yang dihubungkan melalui sistem perpipaan.

3.5 Sumber Data

Sumber data yang diperoleh dan diperlukan untuk analisis data adalah sebagai berikut:

1. Data standar yang dikeluarkan perusahaan manufaktur pompa injeksi Clydeunion Pump yaitu berupa spesifikasi pompa, data unjuk kerja pompa, dan karakteristik performansi pompa.
2. Data desain sistem operasi pompa injeksi yaitu berupa kapasitas aliran desain, tekanan desain, sistem proteksi pompa dan data pendukung lainnya.
3. Data *daily report* proses injeksi yang dibuat oleh operator, tercatat dari bulan Juni 2016 sampai bulan Agustus 2016.
4. Nilai alat ukur yang berada di lapangan dan nilai *output* dari kontrol PLC operator selama pengamatan Agustus 2016.
5. Wawancara terhadap pegawai yang bekerja di bidang terkait untuk kebutuhan tambahan.

3.6 Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Mempelajari teori dan referensi yang berhubungan dengan *Waterflooding*, sehingga dapat digunakan sebagai acuan pengambilan data yang dibutuhkan.
2. Melakukan observasi lapangan untuk memahami proses injeksi air dari proses di WTP ke WIP sampai diinjeksikan ke sumur-sumur injeksi. Pengamatan terutama difokuskan pada pompa injeksi *multi-stage* SPX David Brown DB34.
3. Mengambil data dan dokumentasi di instalasi WIP dan jalur perpipaan ke sumur injeksi. Data ini meliputi:
 - Angka *pressure gauge* pada *suction* dan *discharge* pompa injeksi
 - Angka *pressure gauge* pada *header control valve* jalur utara dan selatan
 - Angka *pressure* pada *wellhead* injeksi
 - Angka *flowrate* pada *wellhead* injeksi

4. Mengambil data dari daily report WIP. Satu sampel (1 hari kerja) data tiap bulan diambil dengan syarat data pompa beroperasi 24 jam dan *minimum trouble report*. Data ini meliputi:
 - Angka *pressure gauge* pada *suction* dan *discharge* pompa injeksi
 - Angka *pressure gauge* pada *header control valve* jalur utara dan selatan
 - Jumlah pompa yang digunakan setiap harinya
 - Angka debit aktual terukur
 - Angka *flowrate* terbaca pada *control valve*
 - Besarnya daya untuk menjalankan pompa
 - Arus yang mengalir
5. Mengambil data kandungan air *produced water*
6. Melakukan *interview* kepada pegawai yang menguasai topik yang akan dibahas.

3.7 Prosedur Pengolahan dan Perhitungan Data

Pengolahan dan perhitungan data dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Menyajikan data pompa injeksi desain dalam bentuk tabel
2. Menyajikan tiga tabel yang terdiri dari data pompa injeksi B yang bekerja individual, pompa injeksi C yang bekerja individual, dan pompa injeksi B dan C yang bekerja paralel.
3. Mengasumsikan bahwa motor bekerja dengan efisiensi 95.8% sesuai data motor yang ada.
4. *Head* kecepatan diabaikan ($v=0$)
5. Parameter daya yang digunakan adalah angka dari *wattmeter* yang terukur / tercatat.
6. Tekanan sistem / tekanan keluar *control valve* adalah rata-rata dari tekanan *control valve south header* dan *north header*.
7. Mengasumsikan biaya operasional pompa injeksi berdasarkan tarif PLN per kWh yaitu Rp.1410,00/kWh.

8. Melakukan perhitungan menggunakan *software Microsoft Excel* dengan rumus yang didapat dari studi pustaka dan dasar teori.
9. Dari hasil perhitungan data pompa injeksi dapat diketahui:
 - Head pompa pada setiap debit yang mengalir (H)
 - Daya hidrolisis pompa (WHP)
 - Daya yang dikeluarkan motor untuk menggerakkan pompa (BHP)
 - Efisiensi pompa (η_{pompa})
 - Tekanan sistem / tekanan keluar *control valve* dalam satuan head (m)
 - Daya air menuju sistem (WHP_{sis})
 - Efisiensi sistem pompa injeksi (η_{sistem})
10. Dari hasil perhitungan biaya operasional pompa injeksi dapat diketahui:
 - Biaya operasional pompa 1 jam, 24 jam, dan 1 bulan (Rp)
 - Kerugian biaya operasional pompa 1 jam, 24 jam dan 1 bulan (Rp)
11. Hasil perhitungan akan disajikan dalam bentuk tabel

3.8 Prosedur Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dan pembahasan dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Analisis data dibagi menjadi 3 bagian yaitu:
 - Analisis hasil perhitungan data pompa injeksi.
 - Analisis efisiensi energi dan biaya operasional pompa injeksi
 - Analisis upaya meningkatkan efisiensi energi pompa injeksi
2. Analisis hasil perhitungan data pompa injeksi dilakukan untuk mengetahui hubungan head, efisiensi pompa, dan performansi pompa injeksi B dan C ketika bekerja individual maupun paralel pada debit yang bervariasi. Hasil perhitungan yang dibutuhkan untuk analisis akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.
3. Analisis efisiensi energi pompa injeksi dan biaya operasionalnya dilakukan untuk mengetahui bagaimana hasil efisiensi energi pompa injeksi B dan C ketika bekerja individual maupun paralel pada debit yang bervariasi. Kemudian bagaimana efisiensi dapat mempengaruhi biaya

operasional dan kerugian biaya operasionalnya. Hasil perhitungan yang dibutuhkan untuk analisis akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

4. Dari hasil analisis di atas, barulah dapat dilakukan analisis upaya meningkatkan efisiensi energi pompa injeksi. Analisis dilakukan berdasarkan dasar teori yang berhubungan dengan efisiensi energi pompa, observasi di lapangan, *interview* pegawai, konsultasi / diskusi pegawai.