



**USAID**  
DARI RAKYAT AMERIKA



## PANDUAN PENYUSUNAN AUDIT EFISIENSI ENERGI



# PANDUAN PENYUSUNAN AUDIT EFISIENSI ENERGI

Kredit Foto: BEMACO/USAID IUWASH PLUS

*Produk informasi ini dibuat atas dukungan rakyat Amerika melalui United States Agency for International Development (USAID) dengan dukungan dan kerja sama Pemerintah Indonesia. Isi dari produk informasi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab DAI Global LLC dan tidak selalu mencerminkan pandangan USAID atau Pemerintah Amerika.*

# PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat-Nya hingga laporan *Preliminary Activities of Non Revenue Water (NRW) Program* - Buku tentang Panduan Penyusunan Audit Efisiensi Energi ini dapat disusun dengan tidak ada halangan yang berarti. Laporan ini disusun dalam rangka memberikan informasi panduan dan tata cara melakukan audit efisiensi energi di PDAM.

Buku ini merupakan dokumen penyerta Laporan Utama yang berisikan tentang template/format standar tentang penyusunan Audit Efisiensi Energi. Format standar ini disusun dalam bentuk form/blanko isian yang berisikan komponen-komponen kegiatan yang harus diisi/dilaksanakan pada setiap tahapan kegiatannya. Template ini merupakan bentuk standar yang pada implementasinya dapat dikembangkan menjadi lebih lengkap dan sempurna disesuaikan dengan keadaan setempat dan teknologi yang digunakan. Setiap format standar penyajian disertai dengan petunjuk dan penjelasan mengenai tata cara pengisiannya sehingga diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam memahami pengisian form standar tersebut.

Demikian, semoga dapat dijadikan pedoman untuk melaksanakan program peningkatan EE yang menjadi salah satu permasalahan utama yang di hadapi oleh PDAM di seluruh Indonesia.

# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	1
1.3 Lingkup Kegiatan.....	1
1.4 Lokasi Kegiatan.....	1
<b>BAB 2 GAMBARAN SPAM.....</b>	<b>2</b>
2.1 Umum.....	2
2.2 Sistem Penyediaan Air Minum.....	3
2.3 Sumber Air Baku.....	3
2.4 Unit Produksi.....	4
2.5 Sistem dan instalasi pompa.....	6
<b>BAB 3 METHODOLOGY AUDIT EFISIENSI ENERGI.....</b>	<b>7</b>
3.1 Pengertian Audit Energi.....	7
3.2 Tahapan dalam Audit Energi.....	7
3.3 Sosialisasi.....	14
<b>BAB 4 PELAKSANAAN AUDIT EFISIENSI ENERGI.....</b>	<b>15</b>
4.1 Pemilihan Lokasi Pilot Audit Efisiensi Energi.....	15
4.2 Tahapan Pengumpulan Data.....	16
4.3 Analisis Efisiensi Energi Sistem.....	21
4.4 Pengolahan Data (Analisa).....	22
4.5 Usulan Program Peningkatan Nilai Efisiensi.....	25
4.6 Analisa Keuntungan (Benefit Analysis).....	30
4.7 Analisa Biaya.....	33
<b>BAB 5 CAPACITY BUILDING STAFF.....</b>	<b>36</b>
5.1 Sumber Daya Manusia.....	36
5.2 Pengelolaan Energi.....	36
5.3 Program Pelatihan Audit dan Peningkatan Efisiensi Energi.....	37
<b>BAB 6 KESIMPULAN.....</b>	<b>40</b>
6.1 Kondisi Umum Penggunaan Energi Eksisting.....	40
6.2 Potensi Peningkatan Efisiensi Energi.....	40

6.3	Kegiatan dan Pembiayaan.....	40
6.4.	Pengetahuan dan Kemampuan Efisiensi Energi Staff.....	40
6.4	Kegiatan yang perlu dilakukan. ....	41

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Wilayah Administratif.....	2
Gambar 2. Peta Cakupan Pelayanan.....	3
Gambar 3. Peta Lokasi dan Kapasitas Unit Produksi.....	5
Gambar 4. Skema SPAM dan Wilayah Pelayanan.....	6
Gambar 5. Skema Pelaksanaan Audit Energi.....	7
Gambar 6. Clamp Meter, Power Analyzer, dan Manometer.....	12
Gambar 7. Water Meter dan Ultrasonic Flowmeter.....	12
Gambar 8. Sonic/Sloof Waterlevel Indicator, Stroboscope dan Tachometer.....	13
Gambar 9. Bangunan IPAM.....	16
Gambar 10. Skema Sistem Pemompaan.....	17
Gambar 11. Bangunan Sipil IPAM.....	17
Gambar 12. Sistem Pompa, Motor dan Jaringan Pipa.....	18
Gambar 13. Dokumentasi Alat Ukur Besaran Elektrik dan Hidrolik.....	19
Gambar 14. Dokumentasi Pengukuran Kinerja Kelistrikan.....	19
Gambar 15. Dokumentasi Pengukuran Kinerja Hidrolis.....	20
Gambar 16. Skema Nilai Kinerja Hidrolis Pompa.....	21

# DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Sumber Air yang.....	3
Tabel 2. Skema Unit SPAM dan Wilayah Pelayanan .....	4
Tabel 3. Daftar Jumlah dan Kondisi Pompa .....	6
Tabel 4. Daftar Nama Alat Ukur Audit Energi .....	12
Tabel 5. Daftar Cakupan Pelayanan Sistem IPAM .....	17
Tabel 6. Data Name Plate Pompa dan Motor.....	18
Tabel 7. Hasil Pengumpulan Data Kelistrikan Sistem Pompa .....	20
Tabel 8. Hasil Pengukuran Hidrolik.....	21
Tabel 9. Hasil Pengumpulan Data Hidrolika Sistem Pompa.....	22
Tabel 10. Hasil Olah Data Kinerja Kelistrikan Sistem Pompa.....	22
Tabel 11. Kriteria Standard Kelistrikan. ....	23
Tabel 12. Hasil Perhitungan Daya Listrik Sistem Pompa.....	23
Tabel 13. Hasil Perhitungan Daya Hidrolik Sistem Pompa Kartasura .....	24
Tabel 14. Hasil Perhitungan Kinerja Sistem Pompa Kartasura.....	25
Tabel 15. Penggolongan Penanganan Sistem.....	26
Tabel 16. Usulan Program Peningkatan Efisiensi Energi.....	29
Tabel 17. Hasil Perhitungan Peningkatan Kinerja Sistem.....	31
Tabel 18. Hasil Perhitungan Perubahan Kinerja Sistem .....	31
Tabel 19. Hasil Perhitungan Tingkat Pengembalian Investasi.....	31
Tabel 20. Hasil Perbandingan Keuntungan dari Perubahan Pompa.....	32
Tabel 21. Dokumentasi Pelaksanaan Pengukuran Besaran Elektrik dan Hidrolik.....	34
Tabel 22. Jadwal Rencana Implementasi Program Peningkatan Efisiensi Energi .....	35
Tabel 23. Daftar Peserta Pelatihan Audit Efisiensi Energi .....	37
Tabel 24. Jadwal Pelaksanaan Audit Efisiensi Energi .....	39
Tabel 25. Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	41
Tabel 26. Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	42







# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

### **Alinea ke Satu**

Menguraikan tentang:

1. Alasan teknis penggunaan pompa sebagai alat bantu penyaluran air.
2. Dampak yang dirasakan dengan semakin tingginya biaya energi untuk keperluan pompa.

### **Alinea ke Dua**

Menguraikan tentang:

1. Kendala yang dialami PDAM sehingga belum mengetahui tingkat efisiensi energi system pompa yang dikelolanya.
2. Kendala yang dialami PDAM yang telah mengetahui nilai efisiensi namun belum melaksanakan implementasi guna meningkatkan nilai efisiensi energi system pompa yang dikelolanya.

## I.2 Maksud dan Tujuan

### **Menguraikan tentang:**

1. Maksud dan tujuan penyelenggaraan Progran Audit Efisiensi Energi.

## I.3 Lingkup Kegiatan

### **Menguraikan tentang:**

Batasan ruang lingkup dalam kegiatan Audit Efisiensi Energi, meliputi:

- a. Objek Audit.
- b. Data yang diperlukan.
- c. Produk yang dihasilkan.
- d. Jenis Laporan.
- e. Batas Waktu.

## I.4 Lokasi Kegiatan

### **Menguraikan tentang:**

1. Lokasi Objek Audit.

## BAB 2 GAMBARAN SPAM

### 2.1 Umum

#### Alinea ke Satu

Menguraikan tentang:

- I. Kondisi Geografi Wilayah Pemerintahan, meliputi:
  - a. Demografi (Penduduk).
  - b. Peta Wilayah Kabupaten/Kota, dengan batas wilayahnya.

Gambar 1. Peta Wilayah Administratif



#### Alinea ke Dua

Menguraikan tentang:

1. Status Institusi Pengelola saat ini.
2. Sejarah Pendirian dan perubahan Status Institusi.

#### Alinea ke Tiga

Menguraikan tentang:

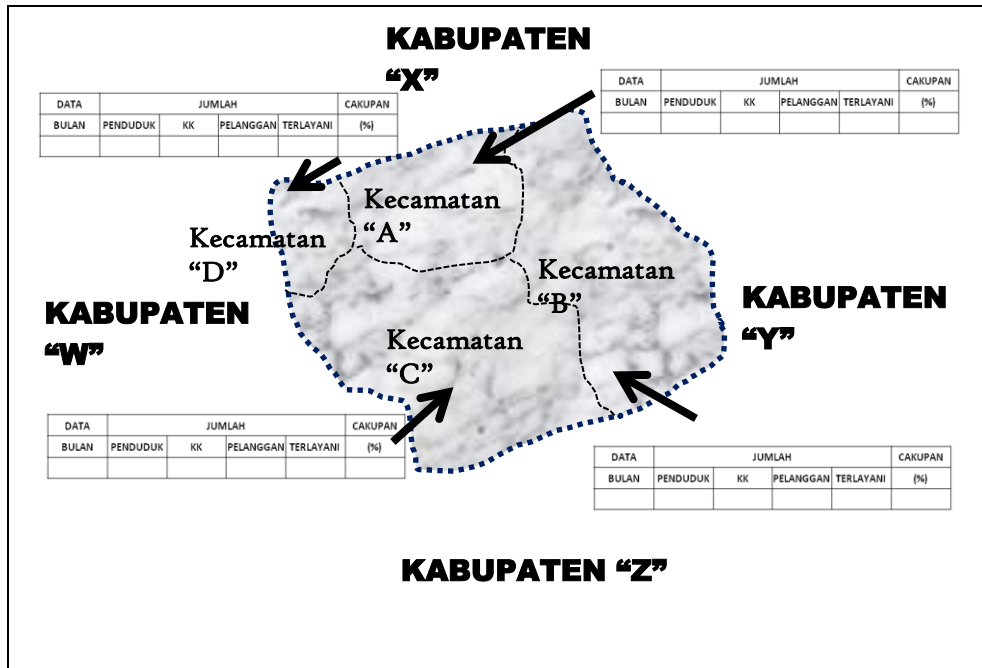
1. Daerah Cakupan Pelayanan saat ini.
2. Jumlah sambungan dan jumlah jiwa terlayani.
3. Nilai (%) Cakupan Pelayanan.
4. Jumlah Unit dan Kapasitas Produksi Air Bersih saat ini.

## 2.2 Sistem Penyediaan Air Minum

### Menguraikan tentang:

1. Jumlah Sistem Produksi (IPAM) yang dikelola.
2. Peta yang menggambarkan Jangkauan Wilayah (Kecamatan) Pelayanan, berikut jumlah sambungan dan prosentase penduduk yang terlayani di tiap kecamatan.

Gambar 2. Peta Cakupan Pelayanan



## 2.3 Sumber Air Baku

### Menyajikan data tentang:

1. Perolehan Sumber Air Baku Sistem Produksi.
2. Tabel yang menggambarkan Nama Sistem Produksi, Daerah yang dilayani, Kapasitas Terpasang dan Kapasitas Produksi.
3. Keterangan tentang Sistem pengaliran Air Baku (gravitasi/pompa).

Tabel 1. Data Sumber Air yang

No.	Sumber Air	Wilayah	Kapasitas (Liter/detik)	
			Terpasang	Produksi
1				
2				
3				
4				
5				
6				

No.	Sumber Air	Wilayah	Kapasitas (Liter/detik)	
			Terpasang	Produksi
7				
8				
9				
10				
		<b>JUMLAH :</b>		

## 2.4 Unit Produksi

### Menyajikan data tentang:

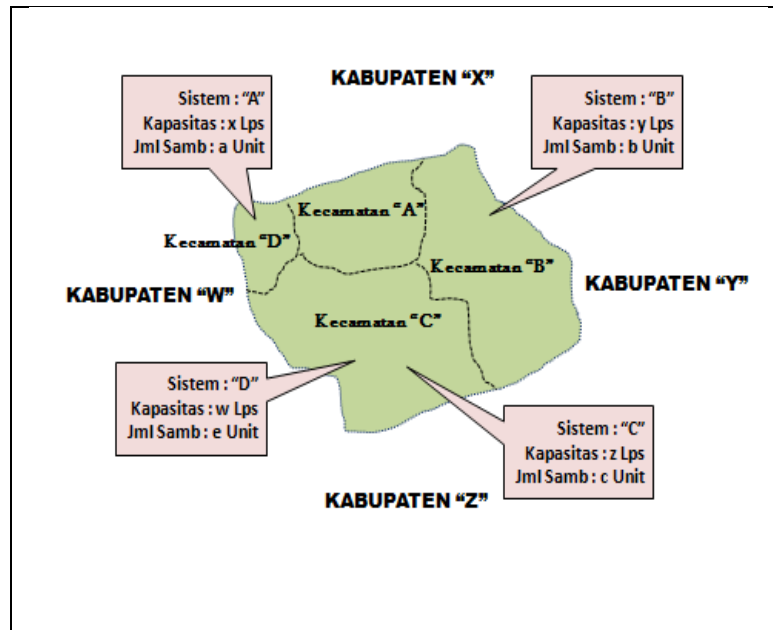
1. Nama Sistem Produksi Eksisting dan Nama Wilayah Pelayanan.
2. Skema Sistem Produksi terhadap Wilayah Kecamatan yang dilayani.

Tabel 2. Skema Unit SPAM dan Wilayah Pelayanan

INSTITUSI PENGELOLA SPAM		WILAYAH PELAYANAN KECAMATAN											
UNIT PRODUKSI SPAM		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
A													
B													
C													
D													
E													
F													
G													
H													
I													

3. Penjelasan yang lebih rinci tiap Sistem Produksi (SPAM), yang meliputi:
  - a. Nama dan Lokasi Sistem Produksi.
  - b. Wilayah Kecamatan yang dilayani.
  - c. Kapasitas Produksi Air Bersih.

Gambar 3. Peta Lokasi dan Kapasitas Unit Produksi

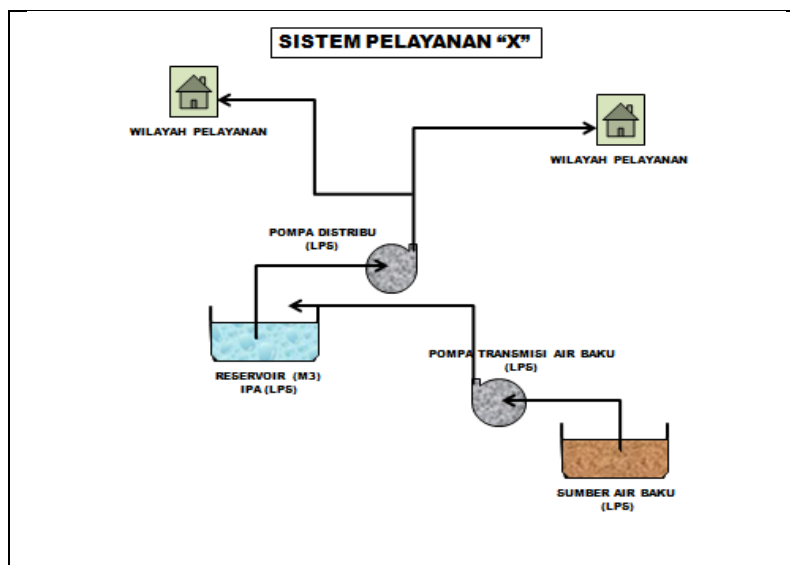


4. Uraian/sajian data tiap system produksi (SPAM) yang ada, meliputi:
  - a. Data Sistem Produksi Eksisting dan Wilayah Pelayanannya.
  - b. Dilengkapi dengan Peta Skema Sistem Produksi dan Wilayah Pelayanannya.

#### Sistem SPAM (Nama)

- Nama Lokasi Kecamatan SPAM
- Jumlah Konsumen (Unit Sambungan)
- Nama wilayah kecamatan yang terjangkau pelayanan
- Kapasitas IPA terpasang (Lps)
- Jumlah Intake (Unit)
- Jumlah IPA (Unit)
- Kapasitas IPA (Lps)
- Asal Air baku (Mata Air, Sumur Dalam, Air Permukaan)
- Jumlah Pompa yang terpasang (Unit)
- Jumlah Pompa Transmisi (Unit)
- Jumlah Pompa Distribusi Utama (Unit).
- Daya Listrik PLN yang terpasang (VA)
- Kapasitas Generator (kVA)
- Rencana Jangka Pendek pengembangan system dan perluasan wilayah pelayanan.

Gambar 4. Skema SPAM dan Wilayah Pelayanan



## 2.5 Sistem dan instalasi pompa

Menyajikan data tentang:

1. Jenis Pompa berdasarkan Fungsinya.
2. Jumlah Pompa.
3. Kondisi Pompa (Aktif/Non Aktif).

Tabel 3. Daftar Jumlah dan Kondisi Pompa

No.	Fungsi Pompa	Jumlah	Keterangan
1	Transmisi Air Baku		
2	Transmisi Air Bersih		
3	Distribusi Utama		
4	Boster		
5	Sumur Dalam		
6	Pembubuh Bahan Kimia		



# BAB 3 METHODOLOGY AUDIT EFFICIENCY ENERGI

## 3.1 Pengertian Audit Energi

### Alinea ke Satu

Menguraikan tentang:

1. Pengertian Audit Energi.
2. Gambaran singkat tentang tahapan dalam Pelaksanaan Audit Energi.

### Alinea ke Dua

Menguraikan tentang:

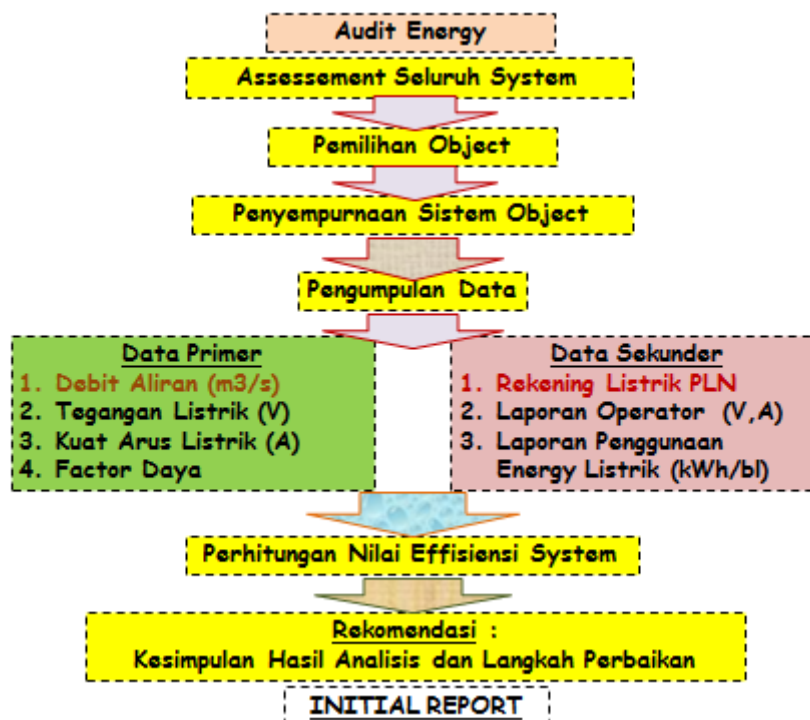
1. Objek Audit.
2. Pengukuran kinerja objek.

## 3.2 Tahapan dalam Audit Energi

Menguraikan tentang:

1. Tahapan dalam pelaksanaan Audit Efisiensi Energi.
2. Penjelasan kegiatan yang perlu dilakukan tiap tahapan.

Gambar 5. Skema Pelaksanaan Audit Energi



**Assesment Seluruh System** adalah peninjauan ke beberapa lokasi system pompa, dengan tujuan untuk memperoleh gambaran tentang potensi system di lokasi, sebagai bahan audit berikutnya.

**Pemilihan Object** adalah kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan lokasi objek pengamatan guna keperluan audit lanjutan, yang diharapkan dapat sebagai contoh object yang mempunyai peluang untuk ditingkatkan nilai efisiensinya serta yang mempunyai daya ungit tinggi untuk peningkatan kinerja institusi.

**Penyempurnaan System Objek** adalah salah satu kegiatan lanjutan dalam audit energi untuk lebih menyempurnakan kinerja system. Objek penyempurnaan dimaksud dapat berada di:

- Jaringan pipa *Suction* dan *Discharge*,
- System pompa termasuk elektro-motornya,
- Sistem Pengasutan atau panel pompa, serta
- Piranti monitor (alat ukur) kinerja system.

**Pengumpulan Data** merupakan kegiatan utama dalam pelaksanaan audit energi. Data yang diperoleh selanjutnya menjadi piranti yang dapat menunjukkan kinerja system yang diaudit.

#### a. Jenis Data

Data dalam audit energi dibagi dua, yakni data Primer dan Data Sekunder . Data Primer dapat diperoleh dengan pengukuran, wawancara dan/atau pengamatan langsung di lapangan. Data primer yang diperoleh dari pengukuran yang mencerminkan kinerja sistem akan objectif manakala tata letak dan akurasi alat ukur sudah tepat/sesuai dengan fungsinya, serta titik lokasi pengukuran dengan alat portable telah dapat diperoleh titik/space yang ideal . Adapun data Sekunder diperoleh dari beberapa sumber, sudah tersedia dan layak untuk dipergunakan sebagai bahan pokok atau pembanding (kalibrasi). Untuk mempermudah dalam perolehan data sekunder, auditor perlu mempersiapkan daftar pertanyaan yang dapat berupa form-isian atau sejenisnya yang berkaitan dengan object audit, yang digali dari operator, Bagian, Sub Bagian, sampai pimpinan.

#### b. Data Primer Sistem

Data Primer, yaitu data yang diperoleh oleh Tim Audit secara langsung di lokasi. Beberapa data primer dapat segera dikumpulkan/diperoleh, kecuali data yang perolehannya diperlukan pengukuran atau pembacaan alat ukur dalam periode tertentu. Untuk dapat memperoleh data primer (melalui pengukuran) yang sesuai, diperlukan pengamatan yang seksama terhadap akurasi dan penempatan alat ukur . Apabila belum tersedia alat ukur permanen, perlu dilengkapi terlebih dahulu, sedangkan untuk alat ukur permanen yang tidak akurat penunjukannya, perlu diganti. Terhadap alat ukur yang penempatannya belum sesuai, perlu dilakukan pemindahan/penyesuaian terlebih dahulu . Dalam hal digunakan alat ukur portable, kendala yang sering dihadapi adalah tidak tersedia space/lokasi yang ideal sebagai titik pemasangannya.

- Dalam pelaksanaan pengumpulan data dalam audit energi, Data Primer yang diperlukan meliputi:
- Pemeriksaan Panel Induk PLN.

Data yang dapat diperoleh dari pemeriksaan panel ini antara lain Kapasitas daya terpasang, Nilai Factor Daya ( $\cos\phi$ ), akumulasi energi Aktif (WBP dan LWBP), Energi Reaktif (kVARh), Nilai Tegangan dan Kuat Arus Listrik pada masing-masing Lines.

➤ Pemeriksaan Sumber Daya Alternatif (Generator-Set).

Informasi dan data yang dapat diperoleh dari pemeriksaan genset ini antara lain kapasitas daya, kesiapan operasi, periode pengetesan (pemanasan), hasil kerjanya dalam kurun waktu (V, I dan T, atau nilai kWh tercatat) dan keaktifan alat ukur yang terpasang.

➤ Pemeriksaan Panel Pompa.

Data yang dapat diperoleh dari pemeriksaan panel ini antara lain jenis pengasutan, peralatan tambahan (VSD atau Kapasitor Bank), kerapian susunan, warna dan keutuhan kabel, kondisi terminal, kondisi alat ukur serta alat deteksi dini, nilai Tegangan dan Kuat Arus Listrik yang diperoleh dari alat ukur yang terpasang permanen.

➤ Pemeriksaan Ruang pompa.

Informasi dan data yang diperoleh dari pemeriksaan ruang sekitar pompa antara lain jumlah dan kondisi pompa eksisting (aktif atau mati), kondisi system sirkulasi udara, system drainase, ruang kerja operator saat melaksanakan operasi dan pemeliharaan system termasuk penempatan bahan bakar untuk keperluan Genset.

➤ Pemeriksaan Fisik Pompa.

Informasi dan data yang diperoleh dari pemeriksaan fisik pompa antara lain jenis pompa, motor listrik berikut spesifikasinya (name plate), kelurusan poros pompa, suara, suhu dan getaran system (pompa dan motornya), serta kecepatan putar poros pompa.

➤ Pemeriksaan system perpipaan.

Informasi dan data yang diperoleh dari pemeriksaan ini antara lain system pengaman water hammer, diameter dan jenis pipa serta accessoriesnya, jumlah dan efektifitas penggunaan accessories (katup, belokan, pencabangan, sambungan, pipa header) yang mengindikasikan kecenderungan menimbulkan headloss tinggi.

➤ Pemeriksaan Peralatan Ukur Hidrolik.

Informasi dan data yang diperoleh dari pemeriksaan alat ini antara lain keberadaan/tata letak alat ukur (watermeter, manometer, fibrasimeter, dll), serta akurasi/keaktifan penunjukan alat.

➤ Pengukuran langsung nilai kinerja kelistrikan.

Informasi dan data yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan peralatan portable (Power Analyzer atau Clampmeter) ini antara lain untuk mendapatkan berbagai nilai besaran dan kinerja listrik sebagai modal dalam analisa efisiensi.

➤ Pengukuran langsung nilai kinerja hidrolik.

Informasi dan data yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan peralatan portable (Ultrasonic Flow Meter/Water Meter, mistardan Manometer) tersebut antara lain untuk mendapatkan berbagai nilai besaran dan kinerja hidrolik yang diperlukan dalam analisa efisiensi.

### c. Alat Kerja Audit

#### Menguraikan tentang:

1. Alat Ukur Permanen yang wajib terpasang pada sistem pompa.
2. Alat Ukur Portable yang diperlukan dalam Pelaksanaan Audit.

Yang dimaksud alat kerja audit adalah piranti yang diperlukan untuk memperoleh data primer, yang pada umumnya dilakukan dengan cara pengukuran langsung ke object yang akan dianalisis. Pada dasarnya data yang diperlukan pada audit energi adalah data elektrik dan data hidrolik pada sistem pompa, karena dari dua data tersebut dapat diperoleh nilai efisiensi energi atau daya yang terjadi pada sistem tersebut. Namun demikian, data mekanik juga diperlukan sebagai tambahan atau memperkuat analisis terhadap adanya gangguan yang terjadi pada beberapa komponen pendukung sistem.

Berdasarkan letak pemasangannya, alat ukur dibagi menjadi 2 (dua), yaitu:

- a. Alat Ukur Permanen, yaitu alat ukur yang terpasang secara permanen pada sistem jaringan dan pompa . Alat ukur ini dapat dipantau setiap saat untuk membaca kinerja sistem yang bersangkutan baik secara insidental maupun secara periodik (akumulatif).
- b. Alat Ukur Portable, yaitu alat ukur yang tidak terpasang secara permanen pada sistem jaringan dan pompa . Alat ukur portable ini hanya dipergunakan pada saat dilakukan kegiatan audit insidental.

#### Alat Ukur Elektrik

Menguraikan tentang Jenis alat ukur kelistrikan beserta fungsi dan tujuan penggunaannya.

Data kelistrikan yang diperlukan dalam perhitungan nilai energi input, meliputi Tegangan Listrik, Kuat Arus Listrik, Factor Daya ( $\cos \phi$ ), dan Frekuensi Listrik.

Besaran listrik ini dapat dipergunakan untuk menghitung Daya Listrik Input ( $P_2$ ).

Alat yang dapat dipergunakan untuk mengukur nilai data kelistrikan antara lain:

- Power Analyzer (mampu mengukur kuat arus, tegangan, daya, factor daya, dan frekuensi listrik dalam sekali ukur),
- Clamp Meter (mampu mengukur kuat arus, dan tegangan listrik untuk dua tahap pengukuran),
- Multy Tester (mampu mengukur kuat arus, dan tegangan listrik untuk dua tahap pengukuran),
- Ampere Meter (alat ukur permanen untuk pengukuran kuat arus listrik),
- Volt Meter (alat ukur permanen untuk pengukuran tegangan listrik),
- Frekuensi Meter (alat ukur permanen untuk pengukuran frekuensi listrik),
- $\cos \phi$  Meter (alat pengukur factor daya listrik), dan
- Meter Induk PLN (memberikan informasi hasil ukur kumulatif kuat arus, tegangan, energi, factor daya, dan frekuensi pada periode waktu yang diperlukan).

#### Alat Ukur Mekanik

Menguraikan tentang Jenis alat ukur mekanikal beserta fungsi dan tujuan penggunaannya.

Data mekanik diperlukan untuk mengidentifikasi adanya gejala gangguan yang dapat mengurangi nilai kinerja system object, yang berupa nilai nilai yang menghasilkan nilai kecepatan putaran poros, getaran (vibrasi), kelurusan poros, suhu electromotor, suhu bearing dan suhu terminal kabel.

Alat yang biasa dipergunakan untuk mengukur kinerja mekanik atau phisik system object, antara lain:

- Stroboscope (alat ukur kecepatan putar dan frekuensi putaran poros),
- Tachometer (alat ukur kecepatan putar poros),
- Vibration meter (alat ukur nilai getaran object),
- Infra Red Camera/Thermometer (alat ukur suhu object), dan
- Dial Indicator (alat pembanding nilai kelurusan poros).

### **Alat Ukur Hidrolik**

Menguraikan tentang Jenis alat ukur hidrolika beserta fungsi dan tujuan penggunaannya.

Data kinerja hidrolik menjadi dasar untuk menghitung Daya Air ( $P_w$ ), yaitu daya keluaran yang diperlukan dalam audit energi. Data yang diperlukan meliputi debit hasil pemompaan, tekanan hasil pemompaan, dan tinggi elevasi antara posisi manometer terhadap level air di tadah isap. Kombinasi antara tekanan pada alat pneumatic (manometer) dengan posisi manometernya akan menghasilkan nilai head hasil pemompaan. Alat yang biasa dipergunakan dalam pengukuran kinerja debit dan head pompa, antara lain:

- Manometer (alat ukur tekanan zat cair atau gas),
- *Ultrasonic Flowmeter* (alat ukur portable untuk mendapatkan nilai kecepatan, volume dan debit aliran dalam pipa),
- Water Meter (alat ukur permanen untuk pengukuran volume dan debit aliran dalam pipa),
- Mistar ukur (alat ukur panjang),
- Sonic/Sloof Water Level Indicator (alat ukur level/kedalaman air).

Ada beberapa alternative alat ukur yang dapat dipergunakan untuk memperoleh nilai-nilai besaran yang dapat dijadikan dasar dalam pelaksanaan analisis kinerja system pompa. Beberapa alat ukur sudah tersedia dan terpasang secara permanen di beberapa system produksi-distribusi, namun belum dimanfaatkan sebagaimana mestinya. Pada umumnya para pengguna energi masih kurang memahami makna pemasangan alat ukur, bahkan kadangkala terpancang pada alat ukur portable yang rata-rata harga perolehannya mahal, namun diyakini mempunyai akurasi tinggi. Berikut ini beberapa alat ukur Elektrik, Hidrolik dan Mekanik yang dapat dipergunakan sebagai alat kerja audit energi.

### **Menguraikan tentang:**

1. Jenis alat ukur yang biasa dipergunakan dalam kegiatan audit.
2. Jenis dan contoh alat ukur (alternatip) yang dapat dipegunakan dalam kegiatan audit energi.
3. Bentuk fisik alat ukur.

**Tabel 4. Daftar Nama Alat Ukur Audit Energi**

ALAT UKUR AUDIT	Elektrik	Hidrolik	Mechanik
<b>Permanen</b>	<input type="checkbox"/> Ampere-meter	<input type="checkbox"/> Water Meter	
	<input type="checkbox"/> Volt-meter	<input type="checkbox"/> Mano-meter	
	<input type="checkbox"/> Power-meter	<input type="checkbox"/> Ventury-meter	
	<input type="checkbox"/> Energi-meter	<input type="checkbox"/> Fow-meter	
	<input type="checkbox"/> Cos $\phi$ -meter	<input type="checkbox"/> Ambang Curah	
	<input type="checkbox"/> Frekuensi-meter		
<b>Portable</b>	<input type="checkbox"/> Infrared Thermometer	<input type="checkbox"/> Waterlevel Indicator	<input type="checkbox"/> Thermometer
	<input type="checkbox"/> Power Analizer	<input type="checkbox"/> Ultrasonic-flowmeter	<input type="checkbox"/> Stroboscope
	<input type="checkbox"/> Multy-tester	<input type="checkbox"/> Mistar ukur	<input type="checkbox"/> Vibration-meter
	<input type="checkbox"/> Clamp-meter		<input type="checkbox"/> Dial-indicator
			<input type="checkbox"/> Tacho-meter

Bentuk fisik alat ukur yang biasa dimanfaatkan sebagai pengukur kinerja kelistrikan, hidrolik dan mekanic (fisik) system pompa dalam kegiatan audit energi, sebagaimana di bawah ini.

**Gambar 6. Clamp Meter, Power Analizer, dan Manometer**



**Gambar 7. Water Meter dan Ultrasonic Flowmeter**



**Gambar 8. Sonic/Sloof Waterlevel Indicator, Stroboscope dan Tachometer**

#### d. Data Sekunder Sistem

Menguraikan tentang Data sekunder yang diperlukan dalam audit energi.

Data Sekunder, yaitu data yang diperoleh dari PDAM sebagai hasil dari kegiatan dan kreatifitas personel yang menanganinya. Untuk mempermudah dalam pencarian data dan pengolahan data, auditor perlu menyiapkan Form (Kolom Isian) yang sistematis. Data sekunder yang berkaitan dengan object audit, berupa data:

- Lokasi dan Posisi Object.
- Kapasitas Sistem (Air Baku, IPA, Jumlah dan Jenis Pompa),
- Beban/Cakupan Pelayanan,
- Catatan asset system pompa.
- Spesifikasi sistem (Name Plate Pompa dan Catu Daya Penggerak Mula)
- Penggunaan/Konsumsi energi, Rincian jenis dan penggunaan energi listrik yang tercatat pada Rekening Listrik yang dikeluarkan oleh PLN.
- Beban/Biaya energi tiap bulan,
- Catatan kinerja sumber energi alternative (Generator Set), yang dicatat oleh Operator.
- Catatan kinerja System Hidrolik dan Elektrik lain yang dicatat oleh Operator.
- Permasalahan lain yang pernah terjadi dan diinventarisir oleh PDAM.

#### **Perhitungan Nilai Efisiensi System (Analisis)**

Menguraikan tentang Penggunaan data sebagai bahan utama analisis.

Analisis adalah kegiatan yang dimulai dari pengolahan data atau editing, perhitungan nilai, perbandingan (benchmarking) sampai dengan analisis. Dalam perhitungan tersebut akan dihasilkan:

- Nilai Daya Input System, yang berupa Daya Listrik,
- Nilai Daya Output System, yang berupa Daya Air,
- Nilai Efisiensi Total System ( $\eta T$ ), dan
- Nilai Specific Energi Consumption (SEC).

## **Rekomendasi**

Menguraikan tentang:

1. Simpulan hasil analisis yang berisi tentang permasalahan yang ditemukan selama audit.
2. Saran Solusi yang perlu ditindaklanjuti pasca kegiatan audit.

Rekomendasi merupakan kesimpulan akhir atas pelaksanaan audit, yang pada dasarnya berupa penjabaran atas nilai yang mencerminkan kinerja system, yang telah dibandingkan terhadap nilai kriteria standar yang berlaku, termasuk saran untuk mendapatkan jalan keluar (solusi) dalam upaya perbaikan/ peningkatan nilai efisiensi system.

Saran perbaikan dimaksud dapat digolongkan sebagai:

- Kegiatan Tanpa atau Sedikit biaya (No/Low Cost),
- Kegiatan yang memerlukan nilai investasi, namun masih relative kecil (Medium Cost), dan
- Kegiatan yang membutuhkan biaya cukup besar (Hight Cost).

## **3.3 Sosialisasi**

Menguraikan tentang:

1. Maksud Program Energi Efficiency Audit, yang dilakukan pra pelaksanaan Audit.
2. Tujuan program, agar dicapai kesamaan persepsi (cara pandang) antar pelaku audit, tentang energi, efisiensi, audit, analisis, dan implementasinya serta monitoring-evaluasi system pasca implementasi.



# BAB 4 PELAKSANAAN AUDIT EFISIENSI ENERGI

## 4.1 Pemilihan Lokasi Pilot Audit Efisiensi Energi

Menguraikan tentang:

1. Latar belakang perlunya memilih lokasi audit sebagai pilot kegiatan audit.
2. Maksud dan tujuan pemilihan lokasi audit.
3. Metode dan kriteria dalam pemilihan lokasi audit.

### **Assesment Seluruh Sistem**

Menguraikan tentang:

1. Lokasi system IPAM yang pernah dikunjungi.
2. Metode yang akan dipergunakan dalam pemilihan objek audit.
3. Penilaian peluang untuk mendapatkan hasil ukur yang efektif.

### **Pemilihan Object**

Menguraikan tentang:

1. Proses pemilihan lokasi audit.
2. Kriteria yang dipenuhi oleh objek terpilih dalam pemilihan lokasi audit.
  - Keberadaan dan Tata Letak Alat Ukur.
  - Data Rekening Biaya Energi Listrik PLN.
  - Hasil Pengukuran Sementara ( $\eta$  dan SEC).
  - Usulan berdasarkan tingkat urgensi system.
  - Kondisi Fisik Pompa, perpipaan dan accessories.

### **Penyempurnaan Sistem dan Alat Ukur Object Audit.**

Menguraikan tentang:

1. Syarat Tata letak alat ukur dan accessories pada lokasi audit.
2. Usulan/saran penyempurnaan tata letak alat ukur eksisting.
3. Usulan pemasangan alat ukur permanen yang belum ada.
4. Usulan kalibrasi (tera) alat ukur eksisting.
5. Usulan space (ruang) yang memenuhi syarat dalam penempatan alat ukur portable, baik pada panel (jaringan listrik) maupun pada jaringan pipa.

## 4.2 Tahapan Pengumpulan Data

Salah satu kegiatan Audit adalah mengumpulkan data (primer atau sekunder) yang selanjutnya akan dijadikan sebagai dasar dalam proses analisa untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat antara satu nilai/peristiwa terhadap nilai/peristiwa lainnya. Data yang diperlukan dalam proses analisa audit efisiensi energi, antara lain:

### **Perolehan Data Sekunder**

Menguraikan tentang:

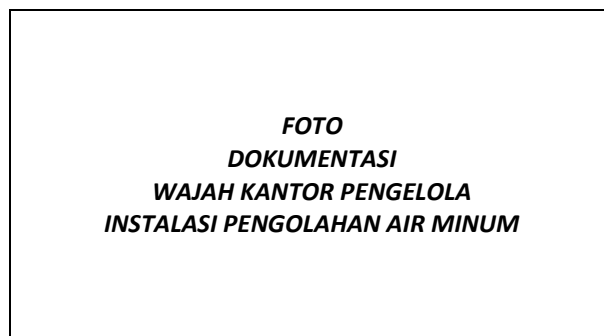
1. Hasil perolehan data Sekunder yang berhubungan dengan lokasi objek terpilih.
2. Sumber perolehan data.

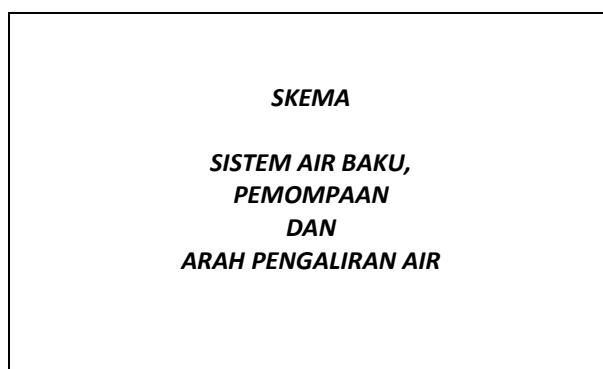
### **Gambaran Umum Sistem**

Menguraikan/menggambarkan tentang:

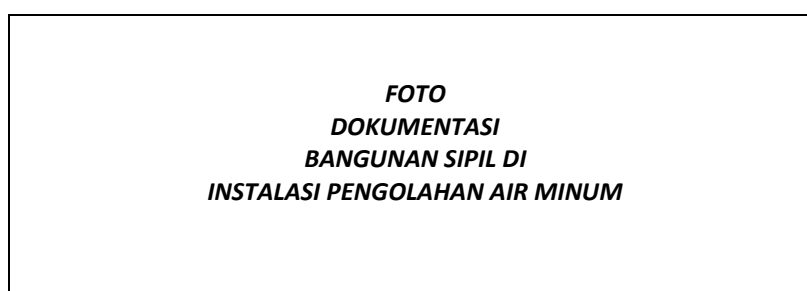
1. Sistem perolehan (asal) air baku
2. Sistem Pengolahan Air baku.
3. Kapasitas Produksi Total
4. Kapasitas Distribusi
5. Kapasitas Reservoir
6. Arah Pendistribusian Air Bersih
7. Sistem dan Cakupan Pelayanan Sistem.
8. Sistem Jaringan Pipa sekitar Pompa (Transmisi dan Distribusi).

**Gambar 9. Bangunan IPAM**



**Gambar 10. Skema Sistem Pemompaan****Tabel 5. Daftar Cakupan Pelayanan Sistem IPAM**

No.	Nama Desa/ Kelurahan	Jumlah Penduduk (Jiwa)		Jumlah Pelanggan
		Total	Terlayani	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
	<b>JUMLAH :</b>			

**Gambar 11. Bangunan Sipil IPAM**

**Gambar 12. Sistem Pompa, Motor dan Jaringan Pipa**

<b>FOTO DOKUMENTASI SISTEM INSTALASI DAN SISTEM JARINGAN PIPANYA</b>	<b>FOTO DOKUMENTASI SISTEM POMPA, ELEKTROMOTOR DAN SISTEM TRANSMISINYA</b>
--	--

### Spesifikasi Pompa dan Elektromotor

Menggambarkan tentang:

1. Spesifikasi (Kapasitas input dan output) Pompa.
2. Spesifikasi (Kapasitas input dan output) Elektromotor.

Name plate merupakan cerminan dari karakter suatu mesin . begitu pula karakter spesifik dari pompa berikut motornya senantiasa ditulis pada name plate masing masing perangkat . Pada beberapa pengelola pompa, data tersebut tertulis di dalam catatan aset perusahaan, namun banyak juga yang belum sempat menuliskan baik secara *soft* maupun *hard copy*. Data name plate pada hakekatnya menunjukkan kebutuhan input dan kemampuan menghasilkan output mesin saat belum disambung dan/atau belum dioperasikan dengan nilai beban tertentu.

**Tabel 6. Data Name Plate Pompa dan Motor**

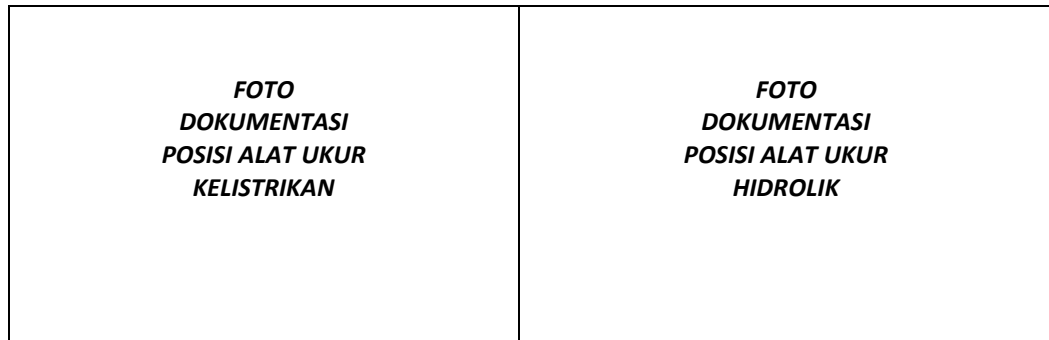
DATA SPESIFIKASI SISTEM POMPA	SATUAN	NOMOR/KODE POMPA		
<b><u>MEREK POMPA</u></b>	-			
PUTARAN	Rpm			
DAYA	kW			
DEBIT	m <sup>3</sup> /h			
HEAD	m			
EFISIENSI	%			
<b><u>MEREK MOTOR</u></b>	-			
PUTARAN	Rpm			
FREKUENSI	Hz			
DAYA	kW			
TEGANGAN	Volt			
ARUS	Amp			
COS $\varphi$	-			
EFISIENSI	%			

### Perletakan Alat Ukur dan Hasil Ukur

Menguraikan tentang:

1. Posisi alat ukur.
2. Cara Pengukuran.

**Gambar 13. Dokumentasi Alat Ukur Besaran Elektrik dan Hidrolik**



#### a. Perolehan Data Primer

Menguraikan tentang:

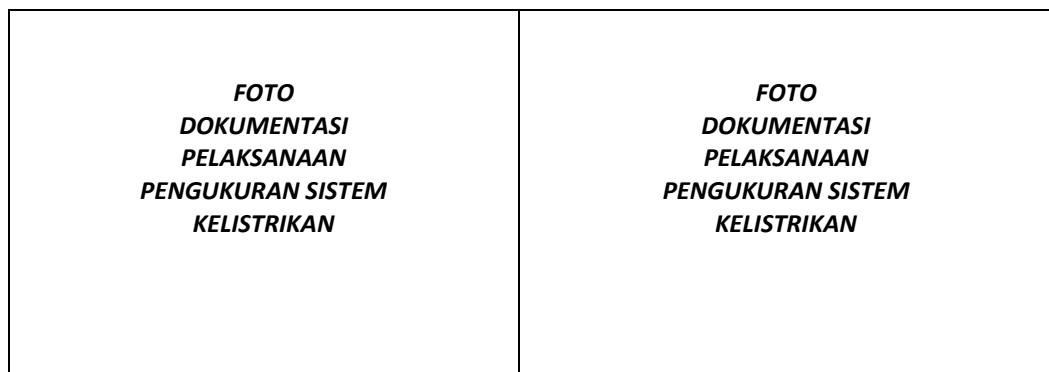
1. Cara pengukuran.
2. Posisi alat ukur dan accessories terhadap pompa.

#### Data Kinerja Elektrik

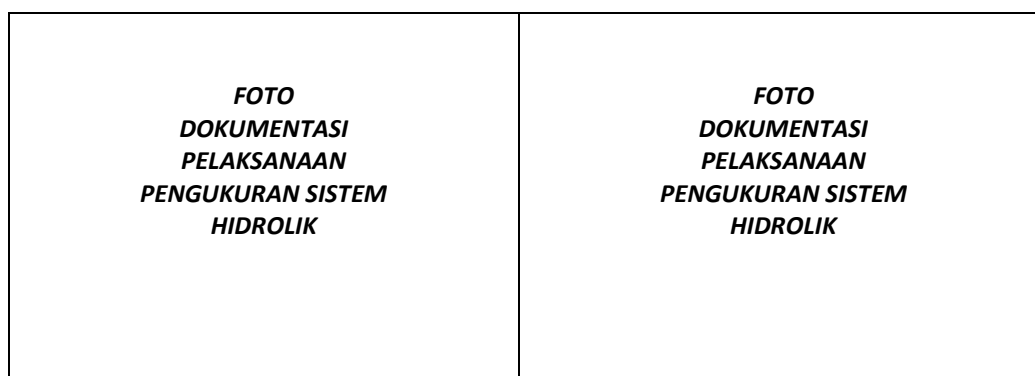
Menguraikan tentang:

1. Nilai Tegangan tiap Phase (RS, ST, TR).
2. Nilai Kuat Arus tiap Line (R, S, T).
3. Nilai Factor Daya.

**Gambar 14. Dokumentasi Pengukuran Kinerja Kelistrikan**



**Gambar 15. Dokumentasi Pengukuran Kinerja Hidrolis**



Listrik merupakan data input dalam proses penggunaan energi. Data nilai tegangan (tiga phase) dan nilai kuat arus tiap line diperoleh dengan pengukuran pada panel pompa dengan mempergunakan alat ukur yang tersedia (permanen) atau alat ukur portable. Nilai Factor Daya dan nilai Frekuensi diperoleh dari Meter Induk PLN, adapun nilai Tegangan Rated diperoleh dari Name Plate Eletromotor.

**Tabel 7. Hasil Pengumpulan Data Kelistrikan Sistem Pompa**

**TEGANGAN, KUAT ARUS DAN FAKTOR DAYA**

No.	NOMOR POMPA	PHASE	V (Volt)	I (Amp)	Cos $\varphi$
1		Ch-1			
		Ch-2			
		Ch-3			
2		Ch-1			
		Ch-2			
		Ch-3			
3		Ch-1			
		Ch-2			
		Ch-3			
4		Ch-1			
		Ch-2			
		Ch-3			
5		Ch-1			
		Ch-2			
		Ch-3			

**Data Kinerja Hidrolik**

Menyajikan Data tentang:

1. Hasil pengukuran Debit.
2. Hasil Pengukuran Tekanan.
3. Hasil Pengukuran beda Elevasi antara Manometer dengan Level air di Tadah Isap

**Tabel 8. Hasil Pengukuran Hidrolik**  
**DEBIT, TEKANAN DAN TINGGI MANOMETER**

No.	POMPA	DEBIT (Q)		TEKANAN (p)		ELV-MANO (m)
		(l/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(mka)	
1						
2						
3						
4						
5						

### 4.3 Analisis Efisiensi Energi Sistem

Menjelaskan tentang:

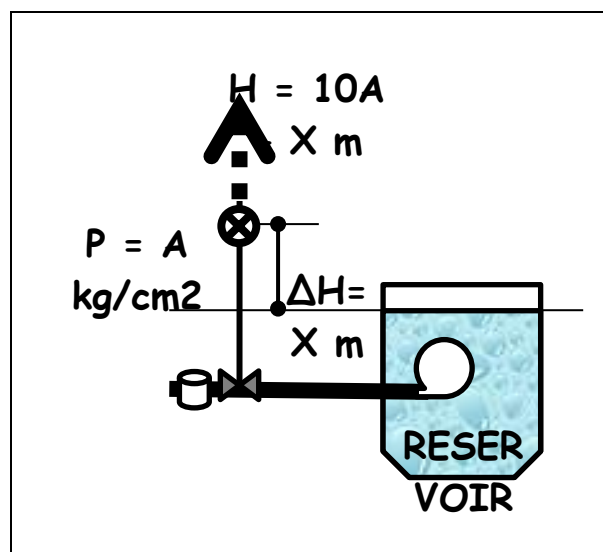
1. Cara menghitung nilai Head Pompa berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran.
2. Hasil Kinerja Hidrolik Sistem Pompa.

Dengan data Hidrolik dan Elektrik yang terkumpul, dilanjutkan dengan editing guna mempermudah dalam proses perhitungan selanjutnya. Hasil perhitungan tersebut meliputi:

- Analisis kinerja hidrolik
- Daya Input System, yang berupa Daya Listrik,
- Daya Output System, yang berupa Daya Air,
- Perbandingan antara Daya Output terhadap Daya Input, berupa nilai Efisiensi Total System ( $\eta T$ ).
- Dari Nilai Efisiensi system tersebut diperoleh Nilai Specific Energi Consumption (SEC), yang mencerminkan perbandingan antara nilai energi yang terpakai terhadap produk (air) yang dihasilkan pada proses pemompaan dalam kurun waktu tertentu.

#### Analisis Kinerja Hidrolik

**Gambar 16. Skema Nilai Kinerja Hidrolis Pompa**



**Tabel 9. Hasil Pengumpulan Data Hidrolika Sistem Pompa****DEBIT, TEKANAN, TINGGI MANOMETER DAN HEAD POMPA**

No.	POMPA	DEBIT (m <sup>3</sup> /s)	TEKANAN (mka)	ELV-MANO (m)	HEAD (m)
1					
2					
3					
4					
5					

## 4.4 Pengolahan Data (Analisa)

### I. Pengolahan Data Kelistrikan

Menguraikan tentang:

1. Hasil perhitungan nilai Kinerja Kelistrikan.
2. Nilai Kriteria Standard yang berlaku.
3. Membandingkan Nilai Kinerja Terukur dengan Nilai Kriteria Standard:
  - a. Penyimpulan Nilai Hasil Deviasi Tegangan Listrik.
  - b. Penyimpulan Nilai Hasil Ketidak setimbangan Tegangan Listrik.
  - c. Penyimpulan Nilai Hasil Ketidak setimbangan Kuat Arus Listrik.

**Tabel 10. Hasil Olah Data Kinerja Kelistrikan Sistem Pompa****UNBALANCE DAN DEVIASI LISTRIK**

No.	NOMOR POMPA	PHASE	V (Volt)	I (Amp)	Vave (Volt)	Iave (Amp)	Vrated (Volt)	Vubl (%)	Iubl (%)	Vdev (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		Ch-1								
		Ch-2								
		Ch-3								
2		Ch-1								
		Ch-2								
		Ch-3								
3		Ch-1								
		Ch-2								
		Ch-3								
4		Ch-1								
		Ch-2								
		Ch-3								
5		Ch-1								
		Ch-2								
		Ch-3								



Tabel 11. Kriteria Standard Kelistrikan.

**KRITERIA STANDARD KELISTRIKAN**

UNSUR	NILAI BATAS MAKSIMUM YANG DIIZINKAN	
	STANDARD NEMA	STANDARD DOE
DEVIASI TEGANGAN	1,0%	
UNBALANCED TEGANGAN	1,0%	
UNBALANCED KUAT ARUS		10,0%

Menjelaskan tentang:

1. Penggunaan Rumus dalam perhitungan nilai Daya Listrik (Input).
2. Hasil perhitungan Daya Listrik (Input) dalam pelaksanaan Audit.

Perhitungan nilai Daya Input Listrik dapat dihitung berdasarkan besaran listrik yang terukur, antara lain Tegangan, Kuat Arus, dan Factor Daya listrik, dengan mempergunakan formula:

$$P_2 = VxIx\text{Cos}\varphi x\sqrt{3}$$

Tabel 12. Hasil Perhitungan Daya Listrik Sistem Pompa

**DAYA INPUT ELEKTRIK**

No.	NOMOR POMPA	V-ave (Volt)	I-ave (Amp)	Cos $\varphi$	P2 (Watt)
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					
4					
5					

**2. Pengolahan Data Hidrolika**

Menjelaskan tentang:

1. Penggunaan Rumus dalam perhitungan nilai Daya Air (Output).
2. Hasil perhitungan Daya Air (Output) dalam pelaksanaan Audit.

Daya Air adalah daya kinerja yang dihasilkan oleh pompa. Daya tersebut dapat dihitung berdasarkan besaran hidrolika yang ada, antara lain Debit, Head, Percepatan Gravitasi serta Massa Jenis zat cair yang dialirkan. Tabel di bawah ini menunjukkan nilai hasil hitung daya air, dengan mempergunakan formula:

$$P_w = QxHx\rho xg$$

Tabel 13. Hasil Perhitungan Daya Hidrolik Sistem Pompa Kartasura

## DAYA OUTPUT AIR

No.	POMPA	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (mka)	P <sub>w</sub> (Watt)
1	2	3	4	5
1				
2				
3				
4				
5				
6				

### 3. Hasil Analisis Efisiensi

Menjelaskan tentang:

1. Penggunaan Rumus dalam perhitungan nilai Efisiensi Total Sistem dan Specific Energi Consumption (SEC).
2. Hasil perhitungan Nilai Efisiensi Total Sistem dan Intensitas Konsumsi Energi (SEC) dalam pelaksanaan Audit.
3. Nilai hitung perbandingan antara nilai Efisiensi Total Sistem terhadap Kriteria Efisiensi Standard Kelayakan Kerja Sistem.

Kinerja system dirumuskan sebagai berikut:

- a. Nilai Efisiensi Total Sistem ( $\eta_T$ ) atau disimbolkan dengan “ $\eta$ ” saja, merupakan perbandingan antara Daya atau Energi Produk yang berupa kinerja pompa (output) terhadap Daya atau Energi Listrik yang dipergunakan (input). Pada umumnya nilai Efisiensi diukur dengan satuan persen (%), namun bisa juga dinyatakan dalam bentuk angka decimal. Formula yang dipergunakan:

$$\eta_T = \frac{\text{Energi OutPut}}{\text{Energi Input}} = \frac{P_w \times T}{P_2 \times T} = \frac{P_w}{P_2} \times 100\%$$

- b. Nilai Specific Energi Consumption (SEC), merupakan perbandingan antara Energi yang dipakai terhadap produk yang dihasilkan pompa. Pada umumnya nilai SEC diukur dengan satuan kWh/m<sup>3</sup>. Formula yang dipergunakan:

$$SEC = \frac{\text{Energi InPut}}{\text{Volume Output}} = \frac{P_2 \times T}{V} = \frac{P_2}{Q} = \frac{\text{Daya InPut}}{\text{Debit Output}}$$

Hasil dari pengumpulan data dan olah data sebagaimana diuraikan di atas, pada akhirnya diperoleh nilai akhir kinerja system, sebagai Tabel di bawah ini.

Perubahan nilai  $\eta_T$  ke SEC juga dapat diperhitungkan dengan rumus:

$$SEC = \frac{2725 H}{\eta_T \times 10^6}$$

**Keterangan:**

Nilai H dalam satuan meter

Nilai  $\eta$  T dalam bentuk Desimal

Nilai  $\rho$  = 1.000 kg/m<sup>3</sup>

Nilai g = 9,81 m/s<sup>2</sup>.

**Tabel 14. Hasil Perhitungan Kinerja Sistem Pompa Kartasura**

**EFISIENSI TOTAL DAN SPECIFIC ENERGI CONSUMPTION SISTEM**

No.	POMPA	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Pw (Watt)	P2 (Watt)	$\eta$ T (des)	SEC	
							(Ws/m <sup>3</sup> )	(kWh/m <sup>3</sup> )
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Menjelaskan tentang:

- I. Kriteria Efisiensi Standard Kelayakan Kerja Sistem.
  - a. Apabila nilai efisiensi total mencapai nilai 60% atau lebih, Sistem Pompa masih layak untuk dioperasikan.
  - b. Namun apabila nilai efisiensi total mencapai nilai kurang dari 60 % sampai dengan 50 %, Sistem Pompa Perlu mendapatkan Perawatan untuk meningkatkan nilai efisiensinya.
  - c. Apabila nilai efisiensi total mencapai nilai 40% sampai dengan 50 %, untuk peningkatan nilai efisiensinya diperlukan penggantian Komponen Sistem Pompa.
  - d. Namun apabila nilai efisiensi total mencapai nilai kurang dari 40%, Sistem Pompa sudah tidak layak untuk dioperasikan, sehingga perlu penggantian total Sistem.

## 4.5 Usulan Program Peningkatan Nilai Effisiensi

Memberi penjelasan tentang:

1. Bagaimana upaya alternative yang tepat untuk meningkatkan nilai efisiensi Energi.
2. Bagaimana menghitung biaya peringkatan nilai efisiensi energi.

Berubah atau berkurangnya energi yang masuk dengan yang keluar memang tidak dapat dielakkan, namun bisa diminimalkan dengan upaya meningkatkan nilai efisiensi total system. Nilai Efisiensi Total system yang diberi symbol “ $\eta$  T”, merupakan penggabungan (perkalian) antara 3 (tiga) komponen efisiensi, yaitu output Motor (=disebut efisiensi Eliktric), output sistem Transmisi (= efisiensi Mekanik), dan ouput Pompa (= efisiensi Hidrolik), yang diformulakan:

$$\eta_T = \eta_m \times \eta_{tr} \times \eta_p$$

Keterangan:

Nilai  $\eta_m$  : Efisiensi Motor (0,85 s.d. 0,90)

Nilai  $\eta_{tr}$  : Efisiensi Transmisi (0,90 s.d. 0,95)

Nilai  $\eta_p$  : Efisiensi Pompa (0,50 s.d. 0,80)

### Pola Umum Penanganan Hasil Audit

Pada dasarnya dalam penggunaan energi, perbandingan antara energi yang hilang harus lebih kecil dari pada energi yang dimanfaatkan. Oleh karena itu maka nilai efisiensi total system diharapkan mencapai nilai paling tidak 0,60, atau 60 %. Untuk mencapai nilai minimal tersebut, ditempuh upaya, sebagai berikut:

- Apabila hasil perhitungan (audit) suatu system nilai efisiensi total mencapai nilai 50% namun kurang dari 60 %, dengan pembenahan sederhana dapat diupayakan agar naik menjadi minimal 60 %. Pada umumnya upaya tersebut hanya memerlukan biaya kecil, atau bahkan tanpa biaya (No/Low Cost).
- Apabila nilai efisiensi total mencapai nilai 40% namun kurang dari 50 %, untuk mengupayakan agar dapat naik menjadi minimal 60 % diperlukan biaya investasi yang pada umumnya tidak terlalu tinggi (Medium Cost).
- Namun apabila nilai efisiensi total mencapai kurang dari nilai 40%, untuk mengupayakan agar dapat naik menjadi minimal 60 % diperlukan biaya investasi yang pada umumnya tinggi (High Cost), karena diperlukan penggantian pompa atau pembelian instrument (komponen) baru.

Tabel berikut berikut ini menggambarkan Skema Penanganan Sistem dalam upaya menaikkan nilai efisiensinya.

**Tabel 15. Penggolongan Penanganan Sistem**

No.	Kriteria	Low/No Cost	Medium Cost	Hight Cost
1	Nilai Efisiensi Total	Antara (50 sd. 60) %	Antara (40 sd. 50) %	Kurang dari 40 %
2	Nilai Biaya	Kurang dari 5 Juta Rp.	Antara 5 Juta s.d. 50 Juta Rp.	Lebih dari 50 Juta Rp.
3	Perlakuan terhadap Object	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pembersihan Komponen</li> <li>○ Pembenahan Sederhana</li> </ul>	Penggantian Komponen	Penggantian Pompa
4	Kegiatan yang setara	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Penggantian Wearing</li> <li>○ Perbaiki Panel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Penggantian Elektromotor</li> <li>○ Penggantian Panel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pengadaan Kapasitor Bank</li> <li>○ Pengadaan V S D</li> </ul>

No.	Kriteria	Low/No Cost	Medium Cost	Hight Cost
		○ Penggantian Bearing	○ Peningkatan Daya Terpasang	○ Pengadaan Travo
		○ Biaya Audit	○ Pengadaan Alat Ukur Sederhana	○ Pengadaan Alat Ukur Audit
		○ Penggantian Katup	○ Perubahan Hidrolis Jaringan	○ Penambahan Diameter Pipa

### Rekomendasi dan Usulan Penanganan Hasil Audit

Menguraikan tentang:

1. Hasil penghitungan nilai efisiensi Energi.
2. Faktor penyebab rendahnya kinerja system pompa.
3. Alternative Solusi (saran) yang perlu dilakukan guna meningkatkan nilai efisiensi system.

Nilai nilai yang diperoleh dalam perhitungan di atas selanjutnya dilakukan analisis, yaitu dengan membandingkan antara nilai hasil hitung terhadap nilai kriteria yang berlaku. Hasil yang diperoleh dari perbandingan dengan kriteria standar, diharapkan akan menghasilkan rekomendasi alternative, berupa:

- System pompa yang masih layak untuk dipakai (tidak perlu penanganan khusus), apabila nilai “ $\eta T$ ” masih lebih besar dari 60 %, meskipun system pompa masih diperlukan pemeliharaan, evaluasi dan monitoring yang teratur (periodic).
- System pompa yang perlu perbaikan sederhana (No/Low Cost), apabila memiliki nilai “ $\eta T$ ” antara 50 sampai 60 %. Perbaikan sederhana tersebut bisa jadi dapat meningkatkan nilai efisiensi system, namun kadangkala tidak menunjukkan nilai peningkatan yang berarti.
- System pompa yang perlu tambahan accessories/komponen berpeluang menambah nilai Efisiensi dan/atau penyesuaian terhadap nilai kebutuhan pompa kadangkala tidak menambah nilai efisiensi system, namun dapat berpeluang menurunkan biaya energi. Jenis pembiayaan ini termasuk Medium Cost, disebabkan diperlukan komponen dengan harga cukup tinggi, sebagai contoh:
  - Pemasangan transformator untuk perbaikan deviasi tegangan,
  - Pemasangan Kapasitor bank untuk memperbaiki factor daya,
  - Penggantian wearing untuk meningkatkan kinerja pompa, atau
  - Penggantian diameter impeller apabila diperlukan penyesuai kapasitas terhadap kebutuhan beban sesaat.
- System Jaringan isap dan tekan di sekitar pompa perlu dirubah untuk mengurangi nilai kehilangan energi (Medium Cost), apabila diameter atau system perpipaan (termasuk accessories) mempunyai nilai headloss tinggi.
- Sebagian System pompa perlu diganti (Medium/Hight Cost), apabila terjadi over capacity, perlu pengaturan beban yang fluktuatif atau kinerja motor listrik telah menunjukkan penurunan.

- Keseluruhan System pompa perlu diganti (Hight Cost), apabila system pompa memiliki nilai “ $\eta$  T” kurang dari 40 %.
- System pompa perlu dilengkapi alat pengasutan yang efektif dan efisien untuk menurunkan penggunaan energi listrik atau system pengamanan pompa dan instalasinya.
- Memanfaatkan piranti yang sudah ada sesuai dengan tujuan pemasangannya.

Tabel 16. Usulan Program Peningkatan Efisiensi Energi

## USULAN PROGRAM ALTERNATIF DALAM PENINGKATAN NILAI EFISIENSI ENERGI

No.	NAMA/SISTEM POMPA	$\eta$ a (%)	ALTERNATIF PENANGANAN SISTEM									
			LOW COST			MEDIUM COST			HIGHT COST			
			UPAYA	$\eta$ b	BIAYA	UPAYA	$\eta$ c	BIAYA	UPAYA	$\eta$ c	BIAYA	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1												
2												
3												
			JUMLAH									

**Keterangan:**

- $\eta$  a : Nilai Efisiensi Awal
- $\eta$  b : Prakiraan Capaian Nilai Efisiensi dengan Penanganan Low Cost
- $\eta$  c : Prakiraan Capaian Nilai Efisiensi dengan Penanganan Medium Cost
- $\eta$  d : Prakiraan Capaian Nilai Efisiensi dengan Penanganan Hight Cost
- Satuan Biaya dalam Juta Rupiah

## 4.6 Analisa Keuntungan (Benefit Analysis)

Menguraikan tentang:

Bagaimana menghitung Keuntungan apabila saran solusi tersebut dilaksanakan.

Benefit Analisis merupakan gambaran keuntungan yang bakal diperoleh manakala suatu tindakan benar benar dilaksanakan. Pada uraian sebelumnya telah diperoleh gambaran hasil akhir dari kegiatan audit dengan gambaran apabila suatu system sudah tidak efisien lagi, diperlukan upaya untuk meningkatkan nilai efisiensinya. Setelah direkomendasikan suatu usulan langkah perbaikan nilai efisiensi dalam bentuk rencana tindak, diperlukan gambaran apa yang akan terjadi apabila usulan itu diimplementasikan. Tercapainya gambaran keuntungan yang dituangkan dalam analisis ini sangat bergantung pada kecermatan dalam pemilihan jenis dan spesifikasi pompa, sehingga mampu menghasilkan nilai efisiensi sesuai sasaran.

Benefit analisis menghasilkan perhitungan analisa keuntungan atas suatu tindakan perbaikan pompa yang jelas (akuntable) dengan tujuan selain untuk memberi gambaran tentang nilai prakiraan biaya yang diperlukan, langkah penanganan, masa pengembalian biaya yang diperlukan (BEP = Break Event Poin), juga perlu kejelasan sasaran yang akan dicapai, guna meyakinkan pihak-pihak yang terkait (stakeholders) terhadap tindakan yang memerlukan pembiayaan tersebut.

Dari beberapa usulan alternative peningkatan nilai efisiensi energi sebagaimana Tabel di atas, penggantian pompa merupakan pilihan yang paling tinggi dinilai dari biaya investasinya, namun lebih kongkrit dalam memperhitungkan hasil akhir (target capaiannya). Penggantian pompa tanpa pemilihan kapasitas kinerjanya secara tepat, tidak senantiasamampu meningkatkan nilai efisiensi sesuai harapan, manakala tidak dipenuhi prosedur pemilihannya. Adapun pembenahan sederhana atau penggantian beberapa komponen, meskipun diperlukan biaya yang lebih kecil, namun nilai peluang pencapaiannya relative rendah.

Dalam pembahasan benefit analisis ini terdapat dua alternative perhitungan nilai benefit atas usulan peningkatan nilai efisiensi sustu system, antara lain:

- a. Alternatif I: Upgrade system dengan Head dan Debit Tetap.  
Solusi ini mempertimbangkan apabila kinerja pompa yang sudah ada (karena alasan tertentu) tidak perlu ditingkatkan. Hal ini dimaksudkan sebagai gambaran bahwa apabila dengan meningkatkan nilai efisiensi saja, berapa keuntungan yang akan diperoleh.
- b. Alternatif II: Upgrade system sekaligus dengan peningkatan (perubahan)kapasitas Head, Debit dan Efisiensinya.  
Solusi inidengan mempertimbangkan apabila kinerja Debit maupun Head Pompa perlu ditingkatkan, dengan menyesuaikan kebutuhan masa yang akan datang, berapa keuntungan yang akan diperoleh.

Berikut ini analisa keuntungan yang dapat diperoleh apabila dilakukan penanganan terhadap system Pompa.



**Tabel 17. Hasil Perhitungan Peningkatan Kinerja Sistem**  
**EFISIENSI TOTAL DAN SPECIFIC ENERGI CONSUMPTION SISTEM AKHIR**

No.	POMPA	KINERJA UPGRADE						
		Q-2 (m <sup>3</sup> /s)	H-2 (m)	Pw-2 (Watt)	P2-2 (Watt)	$\eta$ t-2 (des)	SEC-2	
							(Ws/m <sup>3</sup> )	(kWh/m <sup>3</sup> )
1								
2								
3								

**Tabel 18. Hasil Perhitungan Perubahan Kinerja Sistem**  
**PERUBAHAN KINERJA SISTEM**

No.	POMPA	PERUBAHAN				
		$\Delta$ - $\eta$ t (des)	$\Delta$ -SEC (kWh/m <sup>3</sup> )	$\Delta$ -P2 (kW)	$\Delta$ -E (kWh/bulan)	$\Delta$ -Rp (Ribu.Rp)
1						
2						
3						

**Tabel 19. Hasil Perhitungan Tingkat Pengembalian Investasi**  
**ANALISA KEUNTUNGAN**

No.	POMPA	NILAI INVESTASI (Ribu.Rp.)	BEP (Bulan)
1			
2			
3			

Perhitungan di atas menunjukkan hasil penutupan (recovery) atas nilai investasi yang diperlukan dalam penanganan permasalahan efisiensi dengan cara membagi antara nilai investasi yang diperlukan terhadap nilai saving energi saja. Nilainya akan berbeda apabila diperhitungkan dampak atas kenaikan kapasitas sistem pompa yang dapat menghasilkan air yang dapat dijual, yang juga merupakan pembanding atas besarnya nilai pengembalian investasi tersebut. Apabila nilai tambahan kapasitas air dapat terjual 50 % dari tambahannya, maka dapat dihasilkan nilai BEP yang jauh akan lebih pendek. Perhitungan perubahan Kapasitas dan Kinerja Sistem antara sebelum dan sesudah penanganan, sebagaimana tabel di bawah ini.

Tabel 20. Hasil Perbandingan Keuntungan dari Perubahan Pompa

## PERUBAHAN KAPASITAS DAN KINERJA SISTEM POMPA

BESARAN	SIMBOL	SATUAN	AWAL	AKHIR	KET	PERUBAHAN
1	2	3	4	5	6	7
Tegangan Listrik	V	Volt	1	1		
Kuat Arus Listrik	I	Amp	2	20		
Factor Daya Listrik	Cos $\phi$	(-)	3	3		
Daya Input Listrik	P2	kW	4	19		
Debit Aliran Air	Q	m <sup>3</sup> /s	5	21		
Head Pompa	H	m	6	6		
Daya Air	Pw	kW	7	7		
Konsumsi Energi	SEC	kWh/m <sup>3</sup>	9	18		
Efisiensi	$\eta$ t	desimal	8	17		
Jam Operasi	T	h/M	10	10		
Energi Terpakai	EP	kWh/M	11	22		
Tarif Listrik PLN	TARIF	Rp./kWh	12	12		
Biaya untuk Energi	BIAYA	Ribu Rp./M	13	23		
Saving Energi	SAVE	kWh/M		24		
Recovery (Energi)	BEP	Bulan		25		
Volume Produksi	V	m <sup>3</sup> /M	14	16		
Tarif Air PDAM	TARIF	Rp./m <sup>3</sup>	15	15		
Penjualan Air	INCOME	Ribu Rp/M	16	26		
Saving + Benefit		Ribu Rp/M		27		
Investasi		Ribu Rp .		28		
BEP (Energi + Air)		Bulan		29		

## Keterangan :

- |  |  |
|--|--|
| No. 1 : Nilai hasil pengukuran           | No. 15 : Hasil perhitungan No. 13, 14 dan 28 |
| No. 2 : Nilai hasil pengukuran           | No. 16 : Hasil perhitungan No. 5 dan 10      |
| No. 3 : Nilai hasil pengukuran           | No. 17 : Nilai Target Minimal Efisien        |
| No. 5 : Nilai hasil pengukuran           | No. 18 : Hasil perhitungan No. 6 dan 17      |
| No. 6 : Nilai hasil pengukuran           | No. 19 : Hasil perhitungan No. 7 dan 17      |
| No. 10 : Nilai Asumsi                    | No. 20 : Hasil perhitungan No. 1, 3 dan 19   |
| No. 12 : Nilai Asumsi                    | No. 21 : Nilai Target Peningkatan            |
| No. 17 : Nilai Asumsi                    | No. 22 : Hasil perhitungan No. 10 dan 18     |
| No. 14 : Nilai Asumsi                    | No. 23 : Hasil perhitungan No. 12 dan 22     |
| No. 4 : Hasil perhitungan No. 1, 2 dan 3 | No. 24 : Hasil perhitungan No. 11 dan 22     |
| No. 7 : Hasil perhitungan No. 5 dan 6    | No. 25 : Hasil perhitungan No. 14 dan 24     |
| No. 8 : Hasil perhitungan No. 4 dan 7    | No. 26 : Hasil perhitungan No. 10 dan 21     |
| No. 9 : Hasil perhitungan No. 6 dan 8    | No. 27 : Hasil perhitungan No. 24 dan 26     |
| No. 11 : Hasil perhitungan No. 9 dan 10  | No. 28 : Nilai RAB                           |
| No. 13 : Hasil perhitungan No. 11 dan 12 | No. 29 : Hasil perhitungan No. 27 dan 28     |

## 4.7 Analisa Biaya

Menguraikan tentang:

Bagaimana menghitung biaya untuk peningkatan nilai efisiensi energi.

Analisa biaya adalah perhitungan pembiayaan suatu kegiatan, yang menggambarkan uraian kegiatan yang memerlukan pembiayaan. Rencana Anggaran Biaya dibuat dengan tujuan agar dapat dijadikan sebagai bahan pengajuan anggaran biaya pada masa anggaran yang akan datang. Selain dari maksud utama di atas, RAB dapat juga dipergunakan sebagai piranti mengukur dan memonitor bobot pekerjaan serta mengevaluasi pelaksanaan pekerjaan.

Finansial Analisis dilakukan setelah tahap audit lanjutan (yang bersifat detail audit) diselesaikan dan telah diputuskan langkah strategis apa yang perlu ditempuh untuk meningkatkan nilai efisiensi system di lokasi tersebut. Nilai biaya yang selanjutnya akan dituangkan dalam Rencana Analisa Biaya yang kelak akan menjadi dasar penyusunan Anggaran dan Biaya pada tahun rencana realisasi fisik (implementasi). Nilai yang tercantum pada Rencana Anggaran Biaya selanjutnya akan dipergunakan sebagai acuan dalam perhitungan benefit analisis, yaitu perhitungan untuk menentukan waktu recovery biaya yang diperlukan terhadap nilai investasi yang direncanakan (Back Event Point).

Rencana Anggaran Biaya memuat tentang:

### 1. Jenis Pekerjaan

- Pekerjaan persiapan, yang perlu dilakukan sebelum pekerjaan utama dimulai.
- Pekerjaan Utama, yang secara ringkas memuat spesifikasi tentang barang/bahan yang akan dibeli (kapasitas, jumlah dan ukuran). Penyebutan spesifikasi peralatan/mesin didasarkan pada perhitungan dan pengetahuan yang cukup, agar setelah barang terpasang, kapasitas rencana dapat tercapa.
- Pekerjaan Pemasangan/Perakitan.
- Pekerjaan Penyempurnaan.

### 2. Volume

- Jumlah dan satuan yang berlaku.
- Ukuran yang lazim dipakai di pasaran.

### 3. Harga Satuan

- Diperoleh dari berbagai sumber yang dapat dipercaya.
- Dalam Harga Satuan diperhitungkan juga pajak dan biaya lain yang diperlukan. Oleh sebab itu maka perlu dijelaskan tentang lokasi pengambilan atau tujuan pengiriman.
- Manakala diperlukan, masukkan pula berbagai Jaminan, garansi, ketentuan claim dan asuransi yang diperlukan.
- Nilai satuan yang bersifat konstruksi dan nilainya melebihi kapasitas, perlu dicantumkan dasar perolehannya (Misalnya Kode Analisa Satuan Pekerjaan SNI).

#### 4. Jumlah Harga

- Dibuat tiap Jenis pekerjaan, agar dapat dipergunakan sebagai dasar perhitungan bobot pekerjaan.
- Jumlah (Total) harga disertai penyebutan dengan Angka dan huruf.

#### 5. Tanggal

- Pencantuman tanggal untuk menentukan mulai berlakunya nilai dalam RAB.
- Bilamana perlu, ditambahkan masa berlakunya RAB.

#### 6. Tanda tangan

- Pembuat
- Penanggungjawab.

Kebutuhan biaya untuk implementasi diuraikan sebagaimana table di bawah ini.

**Tabel 21. Dokumentasi Pelaksanaan Pengukuran Besaran Elektrik dan Hidrolik**  
Rencana Anggaran Biaya Sistem

No.	PEKERJAAN DAN TUJUANNYA	SPESIFIKASI	BIAYA (Rp.)	JUMLAH BIAYA
1	2	3	4	5
1	<b>PERBAIKAN POMPA</b> a. .... b. .... c. ....			
2	<b>PENGGANTIAN POMPA No. 2</b> a. .... b. .... c. ....			

Tabel 22. Jadwal Rencana Implementasi Program Peningkatan Efisiensi Energi

SCHEDULE IMPLEMENTASI EFISIENSI ENERGI SISTEM POMPA

No.	NOMOR KODE POMPA	BIAYA (x Rp. 1.000)	TAHUN KE I (2019)				TAHUN KE II (2020)			
	Usulan Penanganan		TRI BULAN I	TRI BULAN II	TRI BULAN III	TRI BULAN IV	TRI BULAN I	TRI BULAN II	TRI BULAN III	TRI BULAN IV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	<b>POMPA</b>									
a.	<b>Low/No-Cost</b>									
	o Pembersihan Pompa .									
	o Setting Strainer .									
	o Pembenahan Pipa Isap									
b.	<b>Medium-Cost</b>									
	o Penggantian Impeller .									
	o Penggantian Bearing dan Alignment Shaft .									
c.	<b>Hight-Cost</b>									
	o Penggantian Pompa									
	o Penggantian/Pemasangan VSD .									
	o Penggantian Elektromotor .									
	o Penggantian Elektromotor .									
	o Penggantian/Pemasangan VSD .									
	o Penggantian Elektromotor .									
	<b>JUMLAH :</b>									

# BAB 5 CAPACITY BUILDING STAFF

## 5.1 Sumber Daya Manusia

Menguraikan tentang:

- a. Nilai Kinerja SDM Perusahaan.
- b. Ratio Pegawai terhadap Konsumen.
- c. Kemampuan rata rata SDM dalam penanganan energi.

## 5.2 Pengelolaan Energi

### 1. Peralatan Ukur Audit Energi

Menguraikan tentang:

- a. Ketersediaan Alat Ukur Permanen pada Sistem Pompa.
- b. Ketepatan pemasangan alat ukur sebagai piranti audit.
- c. Kepemilikan alat ukur Portable sebagai piranti audit.

### 2. Kegiatan Audit Efisiensi Energi

Menguraikan tentang:

- a. Penggunaan alat ukur (permanen/portable) sebagai piranti audit energi.
- b. Tindakan yang telah dilakukan berkaitan dengan audit, implementasi dan monitor kinerja system pompa.

### 3. Alokasi Biaya untuk Peningkatan Efisiensi Energi

Menguraikan tentang:

- a. Sumber dan nilai Dana yang telah dipergunakan untuk peningkatan nilai efisiensi energi.
- b. Komitmen dalam penganggaran untuk keperluan peningkatan nilai efisiensi energi.

### 4. Tim Kerja Pengelola Energi

Menguraikan tentang:

- a. Ketersediaan Tim/Gugus Tugas Penanganan Energi.
- b. Ketersediaan SOP Penanganan Energi.

### 5. Permasalahan Energi yang belum terselesaikan

Menguraikan tentang:

- a. Permasalahan energi yang pernah dialami.
- b. Tindakan penanganan permasalahan energi yang pernah dilakukan.
- c. Permasalahan energi yang belum terselesaikan, beserta alasannya.

## 5.3 Program Pelatihan Audit dan Peningkatan Effsiensi Energi

### 1. Tipe dan Sistem Pelatihan

Menguraikan tentang:

- a. Objek Pelatihan.
- b. Subjek Pelatihan.
- c. Metode Pelatihan.

### 2. Materi Pelatihan

Menguraikan tentang:

- a. Materi Pelatihan di Kelas.
- b. Materi Pelatihan di Lapangan.

### 3. Tahapan Pelatihan

#### Tahap I (Kunjungan I)

Menguraikan tentang:

- a. Kegiatan Assesement.
- b. Titik Utama Pengamatan.
- c. Inventarisasi kekurangan, kejanggalan dan permasalahan awal.

#### Tahap II (Kunjungan II)

Menguraikan tentang:

- a. Pemaparkan hasil assesement .
- b. Penyusunan Rencana tindak dalam penyempurnaan system dan alat ukurnya .
- c. Penyusunan rencana tindak untuk pengukuran (audit) lanjutan .

### 4. Peserta

Menguraikan tentang:

- a. Peserta Pelatihan.
- b. Unsur yang terlibat.
- c. Dasar Hukum yang dipakai.

Tabel 23. Daftar Peserta Pelatihan Audit Efisiensi Energi

No.	Nama	Unsur
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

## **5. Tolok Ukur Capaian**

Menguraikan tentang:

1. Sasaran Pemahaman istilah.
2. Sasaran Pemahaman Konsep Efisiensi Energi.
3. Sasaran keterampilan mengukur (audit) nilai kinerja system.
4. Sasaran keterampilan mengolah data.
5. Sasaran kemampuan menganalisis penyebab dan kemampuan memilih solusi.
6. Sasaran kemampuan menghitung Benefit (keuntungan) yang akan diperoleh.
7. Sasaran kemampuan membuat analisis keuangan.
8. Sasaran keterampilan membuat laporan.
9. Sasaran keterampilan dan kemampuan memonitor dan mengevaluasi hasil implementas.
10. Sasaran kemampuan membuat laporan dan memaparkan isi yang terkandung dalam laporan.



## TIME SCHEDUL RENCANA PELAKSANAAN AUDIT EFISIENSI ENERGI

Menguraikan tentang:

1. Rencana Kegiatan Audit Energi, meliputi Kegiatan Persiapan, Audit, Analisis, Rekomendasi, Penganggaran, Implementasi, Monitoting-Evaluasi dan Pelaporan.
2. Objek Audit (IPAM)
3. Penjadwalan Kegiatan selama 3 (tiga) tahun ke depan.

Tabel 24. Jadwal Pelaksanaan Audit Efisiensi Energi

TIME SCHEDULE PELAKSANAAN AUDIT EFISIENSI ENERGI SISTEM POMPA 2019-2021

No .	NAMA SISTEM	TAHUN KE I (2018)				TAHUN KE II (2019)				TAHUN KE III (2020)				TAHUN KE IV (2021)			
		TW- 1	TW- 2	TW- 3	TW- 4	TW- 1	TW- 2	TW- 3	TW- 4	TW- 1	TW- 2	TW- 3	TW- 4	TW- 1	TW- 2	TW- 3	TW- 4
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	

### KETERANGAN :

<b>AU</b>	AUDIT	<b>EVA</b>	EVALUASI
<b>ANG</b>	PENGANGGARAN	<b>MON</b>	MONITORING
<b>IMP</b>	IMPLEMENTASI		

## BAB 6 KESIMPULAN

### 6.1 Kondisi Umum Penggunaan Energi Eksisting

Menguraikan tentang:

1. Beban Biaya energi.
2. Kemampuan SDM dalam mengelola energi.
3. Upaya yang telah dilakukan untuk peningkatan nilai efisiensi energi.

### 6.2 Potensi Peningkatan Efisiensi Energi

Menguraikan tentang:

1. Pemahaman SDM tentang mengukur nilai efisiensi energi.
2. Kepemilikan piranti untuk pelaksanaan kegiatan audit energi.
3. Komitmen Pimpinan dalam penanganan permasalahan energi.
4. Ketersediaan dana untuk peningkatan nilai efisiensi energi.

### 6.3 Kegiatan dan Pembiayaan

Menguraikan tentang:

1. Pembentukan Tim/Gugus Tugas.
2. Kegiatan Audit yang telah direncanakan.
3. Kegiatan Implementasi yang telah direncanakan.
4. Biaya Kegiatan yang telah dianggarkan.
5. Alternative Solusi yang akan dilakukan guna meningkatkan nilai efisiensi *energi system*.
6. Kesulitan (kendala teknis dan biaya) yang dirasakan/dialami saat ini.

### 6.4. Pengetahuan dan Kemampuan Efisiensi Energi Staff.

Menguraikan tentang:

1. Kemampuan dasar Personel dalam melakukan audit energi.
2. Penugasan Personel untuk mengelola energi.
3. Perintah khusus untuk pelaksanaan audit efisiensi energi.
4. Ketersediaan anggaran biaya untuk pelaksanaan audit.
5. Penjaduawalan kegiatan audit efisiensi energi.

## 6.4 Kegiatan yang perlu dilakukan.

Menguraikan tentang:

1. Pembentukan Tim Satuan Tugas Efisiensi energi.
2. Pemanfaatan Operator untuk melakukan monitoring.
3. Penugasan Bagian terkait untuk melakukan evaluasi.
4. Pembahasan hasil laporan evaluasi dalam forum khusus.
5. Penyusunan anggaran biaya khusus untuk kegiatan peningkatan nilai efisiensi energi (termasuk mencari sumber pembiayaannya).
6. Penjadwalan Audit Efisiensi Energi untuk Sistem lainnya.
7. Penjaduawalan pelaksanaan audit secara berkala sesuai dengan SOP.

**Tabel 25. Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

**KEGIATAN: PERBAIKAN POMPA**

No.	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA	BIAYA	JUMLAH
				SATUAN	( Rp.)	( Rp.)
I	2	3	4	5	6	7
<b>I</b>	<b><u>PEKERJAAN PERSIAPAN</u></b> Pembongkaran Instalasi Lama	I	Unit			
					Jumlah I :	
<b>II</b>	<b><u>PEKERJAAN PENGADAAN</u></b> Pengadaan spare part Pengadaan Kelengkapan	I	Unit			
					Jumlah II :	
<b>III</b>	<b><u>PEKERJAAN PERAKITAN</u></b> Biaya Tenaga Kerja (Service)	I	Unit			
					Jumlah III :	
<b>IV</b>	<b><u>PEKERJAAN LAIN LAIN</u></b> Perbaikan dan Penyempurnaan	I	Unit			
					Jumlah IV :	
					<b>JUMLAH :</b>	
<b>TERBILANG : ..... JUTA RUPIAH</b>						

**Tabel 26. Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

**KEGIATAN : PENGGANTIAN POMPA**

No.	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA	JUMLAH
				( Rp.)	( Rp.)	( Rp.)
1	2	3	4	5	6	7
I	<b><u>PEKERJAAN PERSIAPAN</u></b> 1. Pembongkaran Instalasi Lama	1	Unit			
					Jumlah I :	
II	<b><u>PEKERJAAN PENGADAAN</u></b> a. Pompa dan Elektromotor Kerja : Q = .... l/s ; H = .... m ; $\eta = 70\%$ ; P = .... kW ; n = ..... Rpm  b. Panel dan Variable Speed Drives P = .... kW ; 3 Phase ; f = 60 s.d. 40 Hz	1	Unit			
					Jumlah II :	
III	<b><u>PEKERJAAN PERAKITAN</u></b> 1. Pompa dan Elektromotor 2. Panel dan Variable Speed Drives	1	Unit			
		1	Unit			
					Jumlah III :	
IV	<b><u>PEKERJAAN PENYEMPURNAAN</u></b> 1. Penyempurnaan Jaringan Isap dan Jaringan Tekan di sekitar pompa	1	Unit			
					Jumlah IV :	
					<b>JUMLAH :</b>	
<b>TERBILANG : ..... JUTA RUPIAH</b>						



