

# HANDOUT

EFISIENSI ENERGI

# **PRESENTASI 1**

## **EFISIENSI ENERGI DI PDAM**

**EFISIENSI ENERGI**



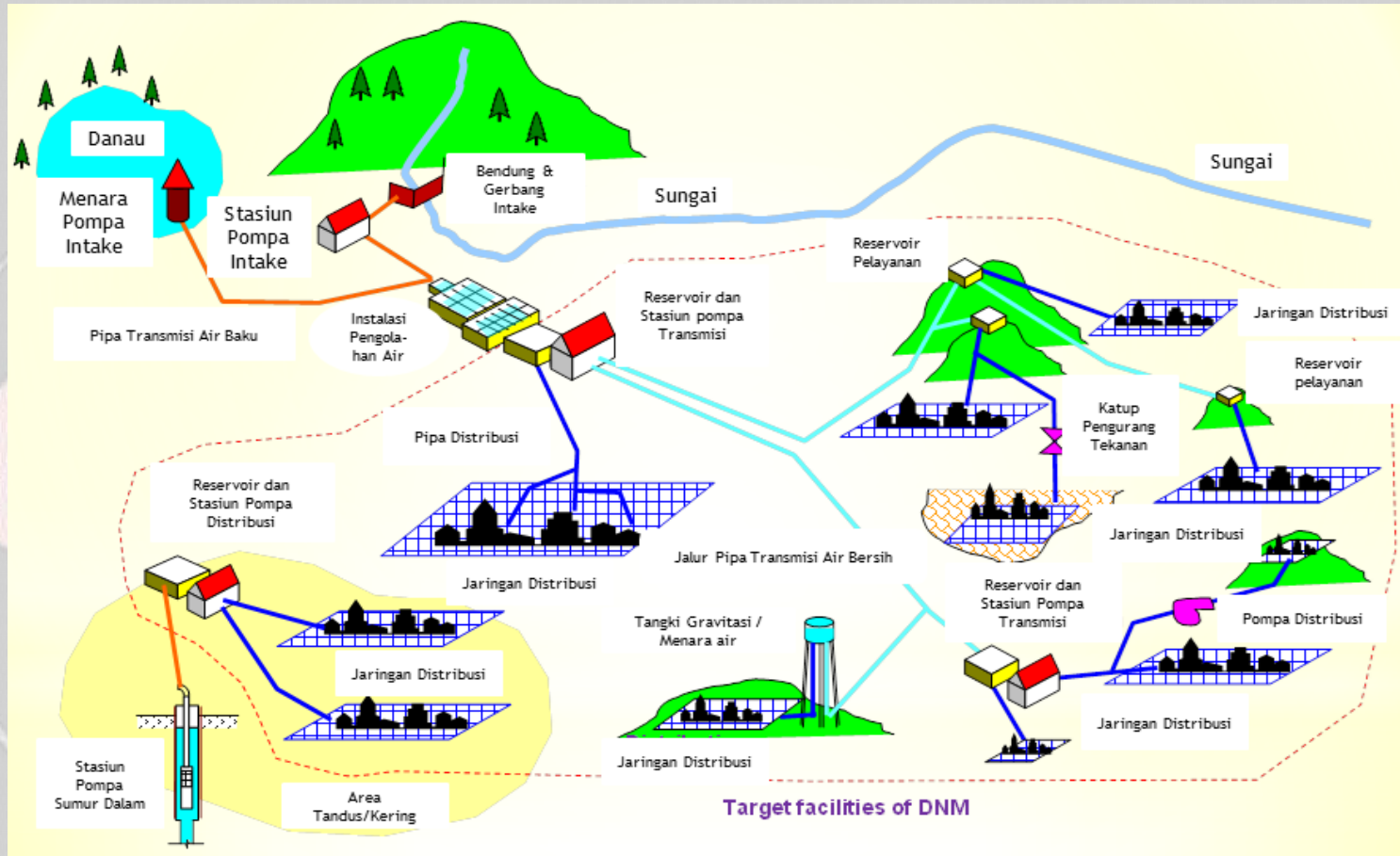
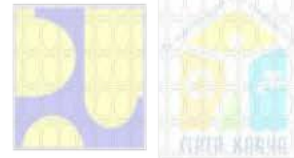
## BAB 1

# EFISIENSI ENERGI

## DI PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM

FASILITATOR : (NAMA) (INSTANSI)

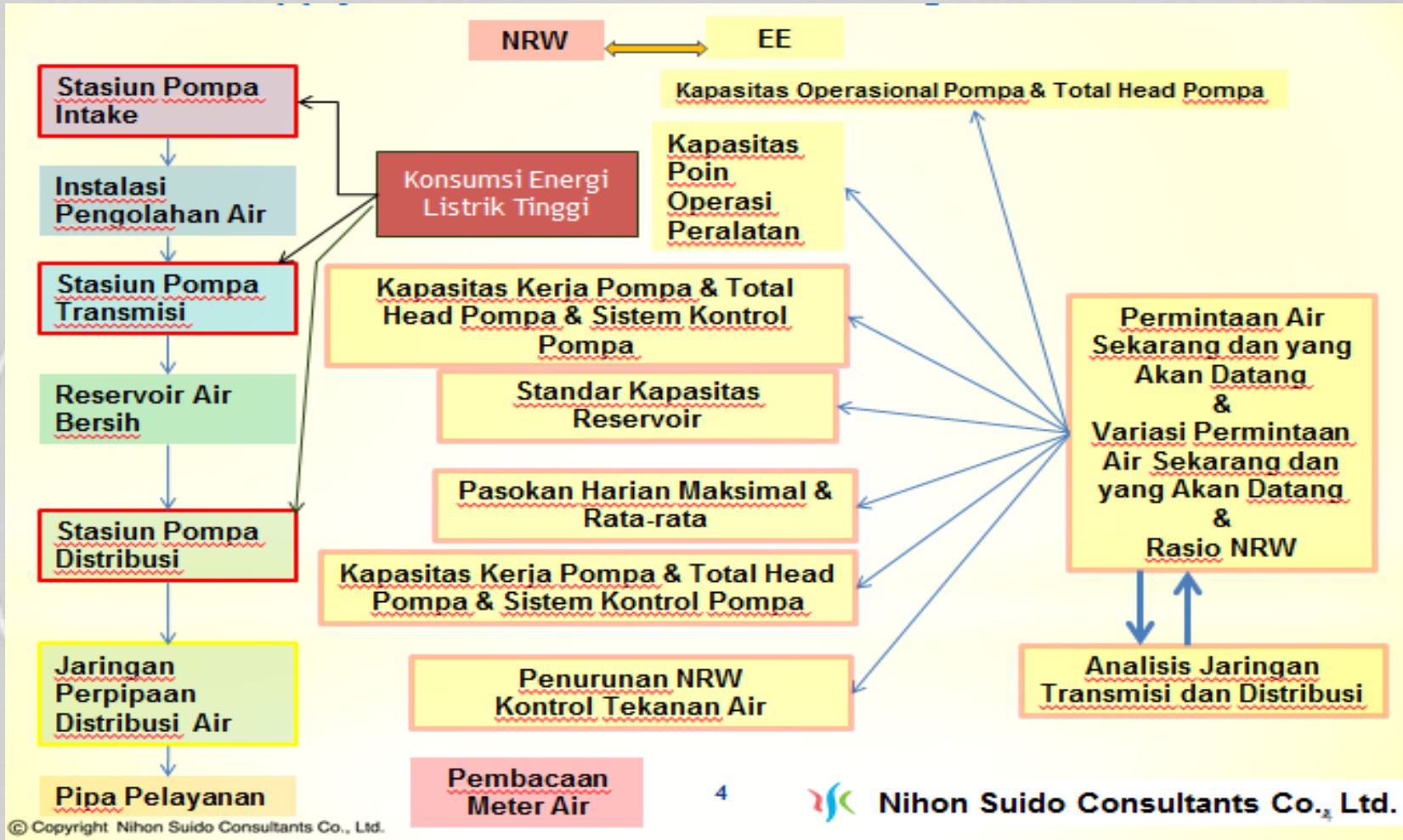
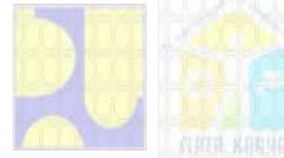
# LATAR BELAKANG



Sistem Pasokan Air (Tipikal)

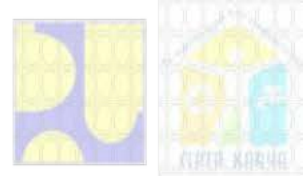


# LATAR BELAKANG



Proses Penyediaan Air dan Faktor-faktor yang mempengaruhi EE

# PENGERTIAN EFISIENSI ENERGI



**Efisien** = tingkat penghematan = berapa banyak nilai terpakai (berapa yang terbuang) = tingkat penghematan = daya guna suatu sistem

**Efisiensi** = penggunaan Sumber Daya secara bijak  
= upaya tindakan menggunakan sumber daya sekecil mungkin, dengan hasil besar  
= tindakan dengan memperhitungan nilai penggunaan (= hasil guna)

**Efisiensi** = nilai (prosen) perbandingan antara output dengan nilai input

**Energy** = listrik atau Bahan Bakar Minyak sebagai penggerak Motor/ Sistem Pompa

# PERMASALAHAN UTAMA DI PDAM

Berdasarkan data dari BPPSPAM tahun 2014, jumlah PDAM di seluruh Indonesia, ada 359 dgn status sbb :

- Kondisi sehat : 182
- Kondisi kurang sehat : 103
- Kondisi sakit : 74

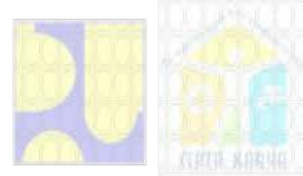
**PENYEBABNYA**

A

(antara lain)

- Kebanyakan PDAM kecil-kecil dengan pelanggan kurang dari 10.000 Sambungan
- Pemekaran wilayah, menyebabkan banyak PDAM membelah diri sehingga semakin banyak PDAM memiliki pelanggan kecil sehingga banyak PDAM dinyatakan tidak sehat
- Rendahnya tarif air yang masih di bawah *full cost recovery*
- Sulitnya penyesuaian tarif untuk memenuhi *full cost recovery*
- Kondisi keuangan PDAM yang sulit menyebabkan nilai biaya pemeliharaan yang tersedia, rendah
- Belum adanya kesamaan persepsi tentang tugas pokok PDAM. Kebanyakan Pemerintah Daerah menargetkan setiap PDAM harus memperoleh laba dan memberi kontribusi terhadap PAD, sehingga PDAM lebih memprioritaskan laba dibanding mengalokasikan biaya pemeliharaan. Kondisi tersebut mempengaruhi PDAM yang sehat dalam mengalokasikan biaya pemeliharaan

# PERMASALAHAN ENERGI DI PDAM



## PERMASALAHAN2 UMUM YG SERING TERJADI :

- a. Permasalahan sistem produksi
- b. Permasalahan Sumberdaya Manusia
- c. Permasalahan Operasi dan pemeliharaan
- d. Permasalahan pengelolaan energi
- e. Potensi energi losses pada PDAM
- f. Permasalahan biaya investasi

## SIKAP PDAM THD PENGGUNAAN ENERGI UTK SISTEM POMPA

Kasus2 dalam upaya mengendalikan energi sebagai penggerak sistem pompa

## YANG PERLU DIAUDIT DI PDAM

Pengelolaan SDM, Pengelolaan sumberdaya energi dan bahan kimia,  
Pengelolaan sumberdaya alam (barang dan bahan baku), Pengelolaan waktu,  
Pengelolaan uang dan Pengelolaan produk

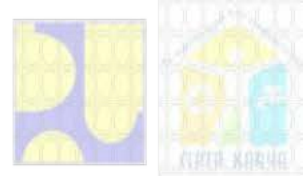


- Instalasi berkapasitas kecil, lokasi tersebar > biaya produksi mahal dibanding dengan biaya operasional (Rupiah/m<sup>3</sup>)
- Sumber Air semakin sulit diperoleh
- Biaya Tenaga Listrik/ BBM mahal (terus naik)
- Air baku *Air Permukaan* perlu tenaga kerja lebih banyak, biaya energi listrik semakin naik

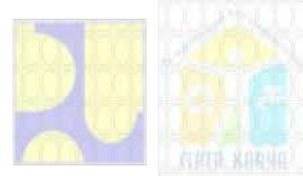




- PDAM kurang tenaga mekanik dan elektrik handal, jumlah teknisi dengan peralatan tidak sebanding, pemeliharaan tidak berjalan dengan baik. Pertambahan peralatan dan kemajuan teknologi tidak sebanding dengan peningkatan kemampuan teknisnya.
- Sulit pengkaderan/ perekrutan teknisi mekanik-elektrik dengan sistem manajemen PDAM seperti saat ini.
- Kurangnya teknisi yang memahami hidrolika dan yang mampu mengevaluasi sistem jaringan pipa agar efisien.
- Sebagian personel *tidak mengetahui sistem evaluasi dan monitoring* dengan baik, kondisi menurunnya performance yang berdampak pada pemborosan energi.
- Kurangnya pelatihan/training masalah mekanikal & elektrikal yang memadai yang mengarah pada efisiensi energi.



- Alokasi biaya pemeliharaan rendah, pemeliharaan tidak sesuai ketentuan. Sering terjadi penurunan performance/kerusakan peralatan/ mesin yg memerlukan tindakan (emergency) dengan biaya tinggi > menimbulkan gangguan pelayanan.
- Rekayasa perbaikan tanpa dasar/bekal cukup membuat pemborosan energi.
- Terbatasnya alat ukur untuk memeriksa/mengukur kemampuan (kinerja) sistem.



## KONDISI PENGELOLAAN ENERGI PDAM

PARAMETER	KONDISI
PERSONEL	KURANG JUMLAH, DAN KEMAMPUAN
BIAYA	RENDAH
PERALATAN	RENDAH PERFORMANCE
SISTEM MANAJEMEN	LEMAH

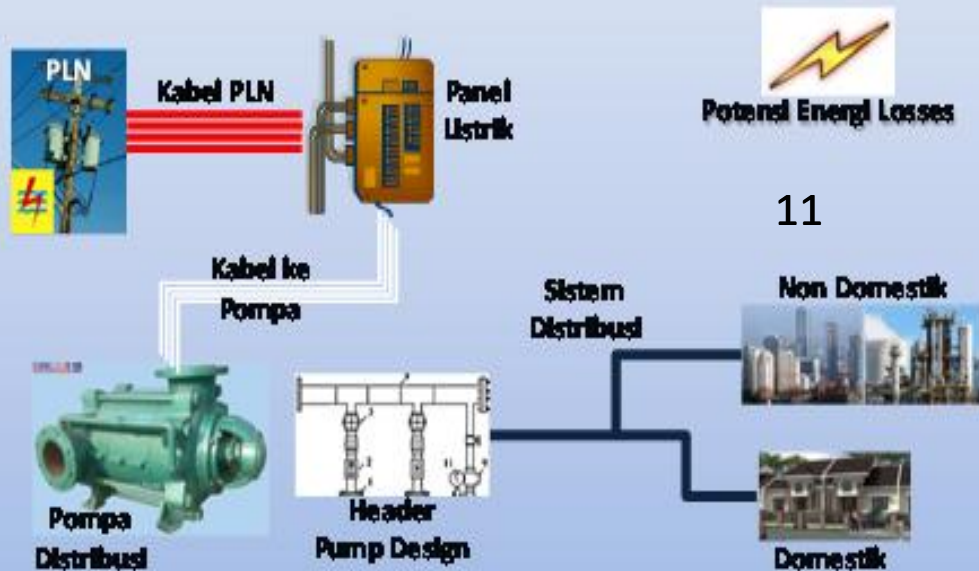


**PENGELOLAAN ENERGI PDAM TIDAK EFISIEN  
(BOROS ENERGI)**

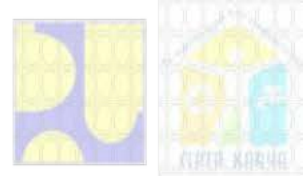
- Biaya energi mencapai 55 % dari biaya produksi, atau 25 % dari Harga Pokok Produksi.
- Konsumsi listrik (SEC) tinggi, diatas 0,4 kWh/m<sup>3</sup>.



## TITIK-TITIK POTENSI PEMBOROSAN ENERGI PADA SYSTEM PDAM



- Tegangan listrik yang diterima sampai di lokasi kurang.
- Tarif Dasar Listrik (TDL), Faktor Daya Kecil > denda semakin memberatkan.
- Penggunaan Tee & Bend jaringan ke header dengan sudut 90°.
- Sistem Pompa (paralel) tidak direncanakan dengan tepat .



- Meskipun Pemerintah dari tingkat Pusat sampai di Daerah telah membantu dalam penyertaan modal untuk perkuatan manajemen PDAM, namun masih banyak hal yang perlu dilakukan oleh PDAM dalam rangka peningkatan Cakupan maupun kualitas Pelayanan.
- Investasi PDAM tidak sebatas pada pengembangan cakupan pelayanan semata yang pada akhirnya akan secara langsung dapat menyetatkan PDAM, namun lebih dari itu bahwa pembenahan Sistem Jaringan, Sistem Catu Daya, dan peningkatan SDM serta penerapan sistem teknologi operasi yang memadai (hemat energi) masih memerlukan biaya yang tidak sedikit.

# SIKAP PDAM thdp penggunaan Energi untuk Sistem Pompa



- Beberapa PDAM belum berhasil menekan nilai biaya, utamanya biaya beban listrik
- Nilai kehilangan air (NRW), masih tinggi
- Ada yang mengambil langkah untuk penghematan, dengan melakukan hal yang kadang berlawanan dengan tujuannya, karena belum dilandasi dengan pemahaman dasar ttg EE

## Contoh :

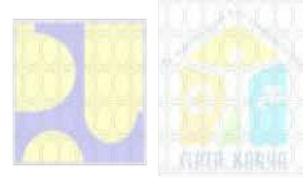
- Khawatir tekanan pompa menambah angka kehilangan air, kelebihan debit dialirkan kembali ke reservoir
- Membiarkan pipa hubung antara pompa ke header dengan  $\bar{\alpha}$  atau  $\bar{r}$  radius pendek, bersudut  $90^\circ$
- Membiarkan pompa over capacity tetap dioperasikan
- Membiarkan penggunaan pompa paralel, meski kualitas aliran tdk baik
- Mempertahankan penggunaan Non Fuse, sebagai penyelesaian Tripping



## lanjutan contoh

- Menggunakan alternatif catu daya  $\tau$  Genset\_saat WBP Listrik
- Memasang Pressure Reducing Valve (PRV) pada instalasi System Pompa
- Memasang Booster Pump tanpa perhitungan hidrolika
- Salah pengaturan waktu operasi pompa (durasi on-off)
- Mengganti energy listrik PLN ke energy fosil (BBM)
- Melakukan Zoning Pelayanan tanpa memperhitungkan kemampuan Pompa dan Air
- Memasang Variable Speed Drive tanpa sasaran jelas
- Memandang bahwa monitoring fluktuasi pembiayaan energy hanya kewajiban administrasi
- Panel listrik tidak dilengkapi dengan alat ukur yang lengkap, atau kalau ada tidak menunjukkan nilai yang reliable dan tidak tepat dipergunakan sebagai bahan analisis
- Jaringan distribusi tidak dilengkapi atau sukar diukur dengan alat ukur debit, baik yang stable atau portable





- Sistem pompa belum pernah dilakukan audit
- Sistem pompa pernah dilakukan audit oleh pihak Lain, namun hasil audit (rekomendasi) belum diimplementasikan, atau bahkan belum diketahui maksudnya atau belum disampaikan kepada pihak yang kompetensi
- PDAM telah melakukan implementasi efisiensi energy, namun belum ditindaklanjuti dengan kegiatan Monitoring dan Evaluasi
- PDAM belum melakukan audit, karena belum tahu maksudnya, belum tahu bagaimana caranya atau belum mempunyai alat yang mumpuni\_
- PDAM memandang bahwa efisiensi energy hanya dapat dilakukan dengan pemasangan Kapasitor Bank dan atau Variable Speed Drive (Inverter)



# UPAYA EFISIENSI ENERGI YG BANYAK DITEMPUH

- Pasang Kapasitor Bank
- Pasang Inverter (VariableSpeed Drive)
- Ganti Pompa Submersible
- Beralih dari penggunaan BBM ke listrik
- Penurunan NRW
- Pemasangan Pressure Reducing Valve (PRV)
- Pemasangan Pompa Boster
- Pengoperasian pompa ganda/ Pompa Pendamping
- Penggunaan Genset Waktu Beban Puncak

- Revisi SOP
- Pelatihan dan penggalakan K3
- Revisi Bisnis Plan
- Peningkatan Kapasitas Jaringan
- Pembuatan / Peningkatan Kapasitas Reservoir
- Pemetaan Pelanggan (GIS)
- Pembentukan Zona Pelayanan
- Pembentukan Distric Meter Area
- Studi kinerja Jaringan
- Studi Kinerja Instalasi Pengolahan Air

**PRESENTASI 2**  
**TEORI DASAR LISTRIK**

**EFISIENSI ENERGI**



## BAB 2

# TEORI DASAR LISTRIK

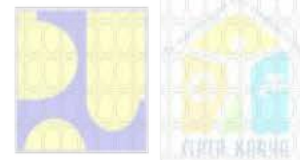
FASILITATOR : (NAMA)  
(INSTANSI)



# LISTRIK DAN SIFATNYA

- Apa yg dimaksud Listrik ?
- Apa yg dimaksud Listrik DC dan AC ?
- Apa yg dimaksud Listrik Fase Tunggal dan Tiga Fase ?
- Tahukah Satuan Listrik (Tahanan, Tegangan, Kuat Arus, Induktansi, Kapasitansi, Daya, Energi, Faktor Daya, Specific Energy Consumption, Torgue, Frekuensi) ?
- Tahukah Sirkuit Listrik (Paralel, Seri dan Gabungan) ?
- Tahukah Fase Vektor (Vasor) ?
- Tahukah Alat Ukur (Amp-m, f-m, V-m, W-m, kwh-m,  $\text{Cos}\phi$ -m, VAR-m) ? .
- Bagaimana kerja Sumber Listrik (Battery, Generator) ?
- Bagaimana Memanage Fasilitas listrik (memanfaatkan, mengatur penggunaan & menghindari kecelakaan) ?.

# PERBEDAAN ANTARA LISTRIK DC, AC 1 FASE DAN AC 3 FASE



UNSUR	LISTRIK ARUS SEARAH	LISTRIK ARUS BOLAK BALIK	
		SATU FASE	TIGA FASE
Mengamati perbedaan	Untuk melihat perbedaan bentuk gelombang antara tegangan <u>AC dan DC</u> dapat digunakan alat ukur <i>Oscilloscope</i> .		
Besaran Kuat Arus	Ampere	Ampere	Ampere
Besaran Tegangan	Volt	Volt	Volt
Besaran Daya	Watt $P = V \times I$	Watt $P = V \times I \times \text{Cos}\phi$	Watt $P = V \times I \times \sqrt{3} \times \text{Cos}\phi$
Nilai V, I dan P	Tetap besar dan arahnya	Berfase (berubah nilai dan arahnya)	
Frekuensi	Berfrekuensi "Nol"	Berfrekuensi dengan perubahan arah 50 kali dalam tiap detik.	

Faktor Daya	Mempunyai Faktor Daya "Satu"	Nilai Faktor Daya antara "Nol" sampai dengan "Satu"	
<b>Polaritas</b>	Mempunyai polaritas yang tetap, yaitu Positive, Negatif dan Nol. Nilainya tetap terhadap waktu .	Kuat Arus mempunyai nilai dan arah (polaritas) yang berubah ubah secara beraturan terhadap waktu, sehingga mempengaruhi nilai Tegangan dan Daya .	Kuat Arus mempunyai nilai dan arah (polaritas) yang berubah ubah secara beraturan untuk tiap fasenya , sehingga mempengaruhi nilai Tegangan dan Daya .
<b>Sifat Kutub Penghubung</b>	Pemasangan kutub yang berbeda, akan berdampak tidak berfungsinya peralatan .	Pemasangan kutub yang berbeda, akan berdampak tidak peralatan tetap berfungsi .	Pemasangan kutub yang salah, akan berdampak kerja peralatan berbalik .

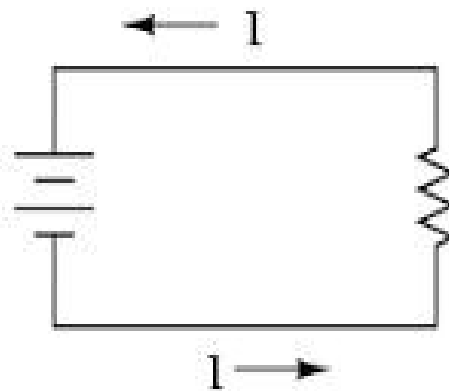




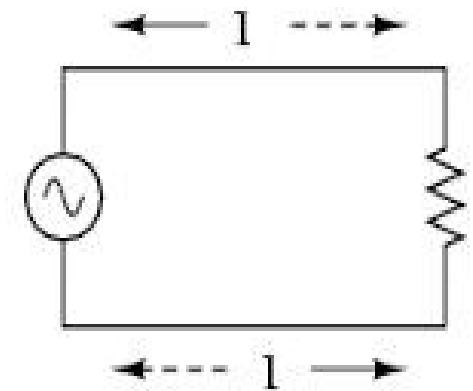
Perubahan	Merubah DC ke AC dengan menggunakan peralatan Converter/Inverter	Merubah AC ke DC dengan menggunakan peralatan Diode/adaptor	
		Tiga kabel satu fase dapat menjadi AC 3 fase, apabila masing masing dapat dikondisikan sehingga mempunyai beda fase $120^\circ$ satu dengan yang lain	Kabel fase pada AC 3 fase dapat dijadikan AC satu fase dengan menghubungkan sembarang kabel fase dengan Netral
Fase dan Kabel	Positive : Merah Negative : Hitam	Fase (satu) : Merah/Hitam Netral : Biru Ground : Loreng Hijau Kuning	Fase R : Merah Fase S : Kuning Fase T : Hitam Netral : Biru Ground : Loreng Hijau Kuning

Perbedaan arah arus dan simbol Sumber Tegangan

DIRECT CURRENT  
(DC)



ALTERNATING CURRENT  
(AC)



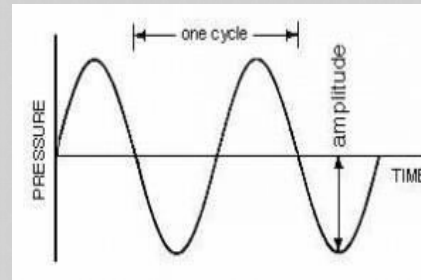


## Bentuk Gelombang

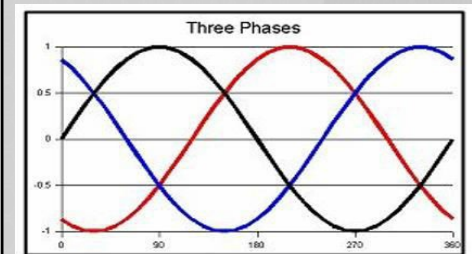
## Bentuk Gelombang

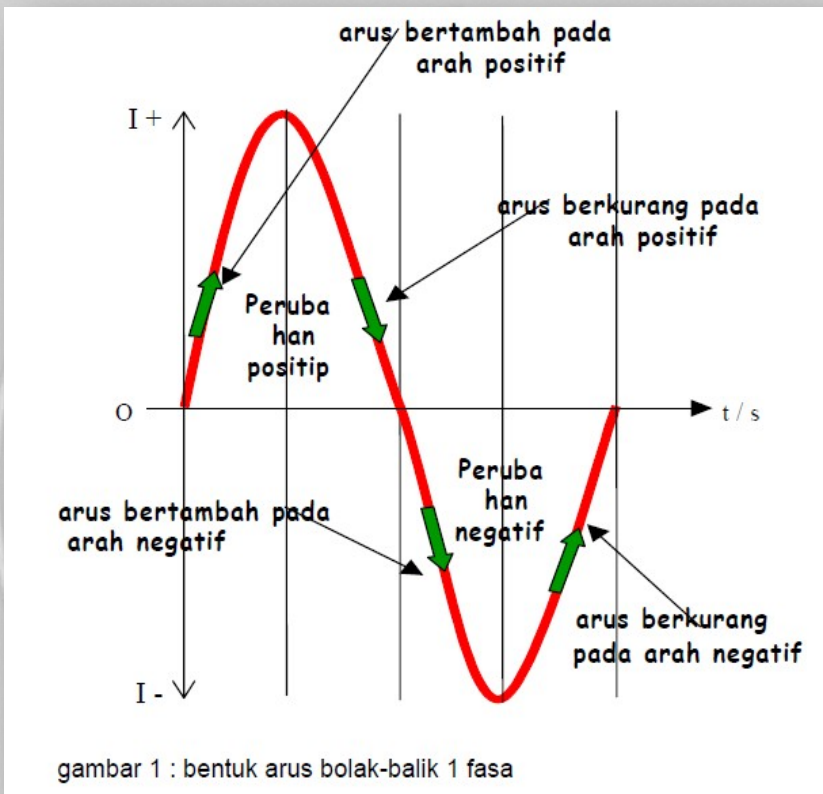
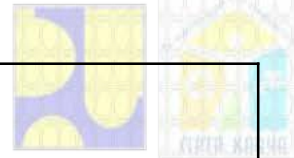


## Bentuk Gelombang AC 1 Fase

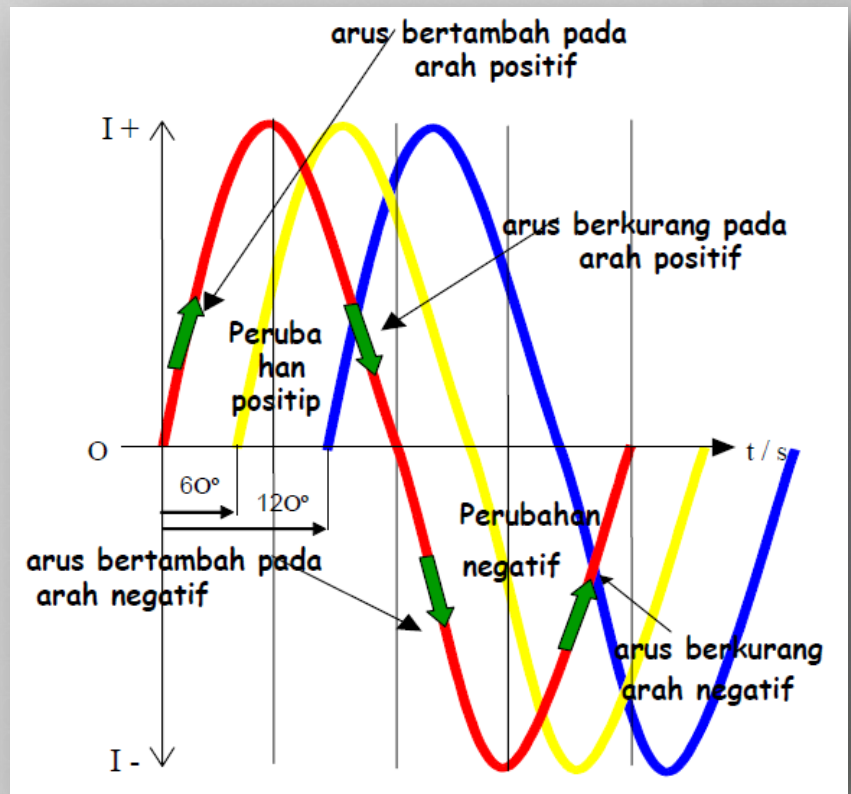


## Bentuk Gelombang AC 3 Fase





gambar 1 : bentuk arus bolak-balik 1 fasa



# HUBUNGAN ANTAR BESARAN YANG BERLAKU PADA KELISTRIKAN

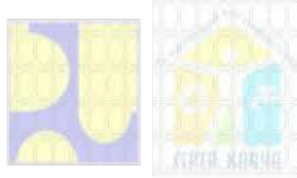
ISTILAH	BESARAN	RUMUS	KETERANGAN
Tahanan	R (Ohm)	$R = \frac{S \times L}{A}$	S = Tahanan Jenis (Ohm.m) L = Panjang (m) A = Luas Penampang (m <sup>2</sup> )
Tegangan	V (Volt)	$V = I \times R$	I = Kuat Arus (Ampere) R = Tahanan (Ohm)
Reaktansi Induktif	X <sub>L</sub> (Ohm)	$X_L = 2 \pi \times f \times L$	f = Frekuensi (Hz) π = 3,14 L = Induktasi (Henry)
Reaktansi Capacitif	X <sub>C</sub> (Ohm)	$X_C = \frac{1}{2 \pi \times f \times C}$	C = Capacitansi (Farad)
Impedansi	Z (ohm)	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L^2 - X_C^2)^2}$	
Daya Nyata	P (Watt)	$P = V \times I$ $P = V \times I \times \cos\phi$ $P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos\phi$	V = Tegangan (Volt) I = Kuat Arus (Ampere) Cosφ = Faktor Daya √3=1,73



Daya Reaktif	Q (VAR)	$P = V \times I \times \sin\phi$ $P = V \times I \times \sqrt{3} \times \sin\phi$	$\Phi = \text{Sudut Fase ( } ^\circ \text{ )}$
Daya Semu	S (VA)	$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	<p>P = Daya Nyata (Watt)</p> <p>Q = Daya Reaktif (VAR)</p>
Faktor Daya	Cos $\phi$	$\cos\phi = \frac{P}{S}$	S = Daya Semu
Efisiensi	$\eta$ (%)	$\eta = \frac{P_{\text{Keluar}}}{P_{\text{Masuk}}} \times 100\%$	<p>P Masuk = Daya Masuk (Watt)</p> <p>P Keluar = Daya Keluar (Watt)</p>
Ratio Trafo		$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$	<p>V1 = Tegangan Primer (Volt)</p> <p>V2 = Tegangan Sekunder (Volt)</p> <p>N1 = Jumlah Beliran Primer</p> <p>N2 = Jumlah Beliran Sekunder</p>
Penurunan Tegangan pada Jaringan		$\Delta V = I \times R$	<p>I = Kuat Arus pada Jaringan</p> <p>R = Jumlah Tahanan Jaringan</p>

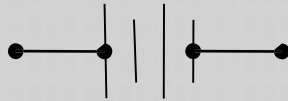
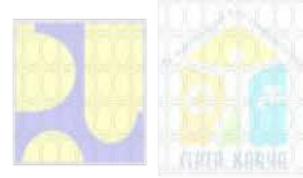
<p><b>Kehilangan Daya pada Jaringan</b></p>	<p><math>\Delta P</math> (Watt)</p>	$\Delta P = I^2 \times R$	<p>I = Kuat Arus pada Jaringan R = Jumlah Tahanan Jaringan</p>
<p><b>Tegangan dan Kuat Arus pada AC 3 Fase</b></p>	<p><b>Hubungan Bintang</b></p>	$V_{Jaringan} = \sqrt{3} \times V_{Fase}$ $I_{Jaringan} = I_{Fase}$	<p>V Jaringan = V Line to Line ( Volt) I Jaringan = Line to Line (Amp) V Fase = V Line (Volt) I Fase = I Line (Ampere)</p>
	<p><b>Hubungan Delta</b></p>	$V_{Jaringan} = V_{Fase}$ $I_{Jaringan} = \sqrt{3} \times I_{Fase}$	

# NOTASI RUMUS LISTRIK



- **U** : Tegangan Sumber Tenaga (Volt)
- **V** : Tegangan Beban (Volt)
- **I** : Kuat Arus Listrik (Ampere)
- **R** : Tahanan Murni = Resistor (ohm =  $\Omega$ )
- **C** : Kapasitas Kondensator (Farad)
- **L** : Kapasitas Induksi (Henry)
- **X<sub>c</sub>** : Reaktansi Kapasitif = Kondensator = Kapasitor (ohm =  $\Omega$ )
- **X<sub>L</sub>** : Reaktansi Induktif = Belitan (ohm =  $\Omega$ )
- **Z** : Impedansi = Jumlah Vektor Reaktansi (ohm =  $\Omega$ )
- **f** : Frekuensi Gelombang Listrik (cps = Hz)
- **$\pi$**  : Konstanta = 3,14 = 22/7
- **P** : Daya Nyata = daya aktif (watt)
- **S** : Daya Semu = daya Aparent (VA)
- **Q** : Daya Reaktif (VAR)
- **Cos $\phi$** : Faktor Daya = P/S

# SIMBOL LISTRIK AC



Sumber Arus DC



Sumber Arus AC



Volt Meter



Ampere Meter



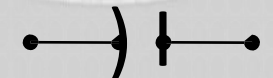
Watt Meter



Belitan



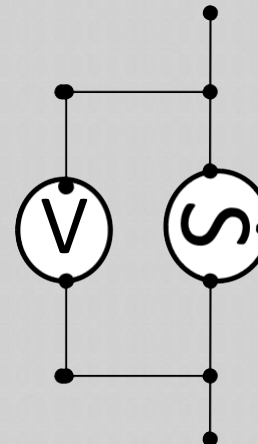
Tahanan Murni



Kapasitor



Watt Jam Meter

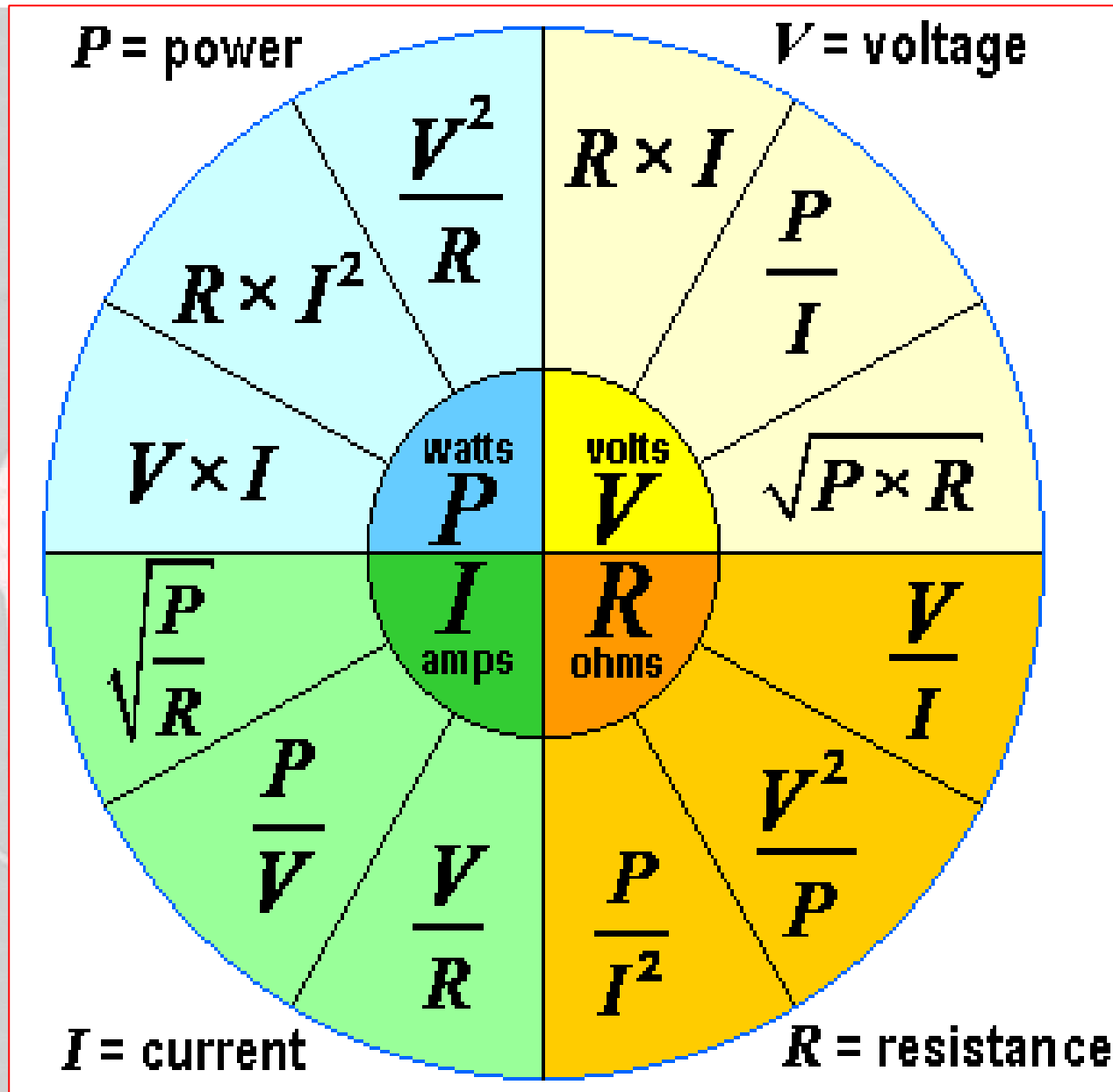


Sumber Arus AC  
Dgn Volt Meter



Sumber Arus AC





Ditinjau dari  
dibedakan  
pengawatan

1. *Sistem satu*
2. *Sistem satu*
3. *Sistem tiga*
4. *Sistem tiga*
5. *Sistem tiga*
6. *Sistem tiga*
7. *Sistem tiga*
8. *Sistem tiga fasa empat kawat 265/460 Volt*
9. *Sistem tiga fasa empat kawat 220/380 Volt*

Di Indonesia dalam hal ini **PT. PLN** menggunakan **sistem tegangan 220/380 Volt**

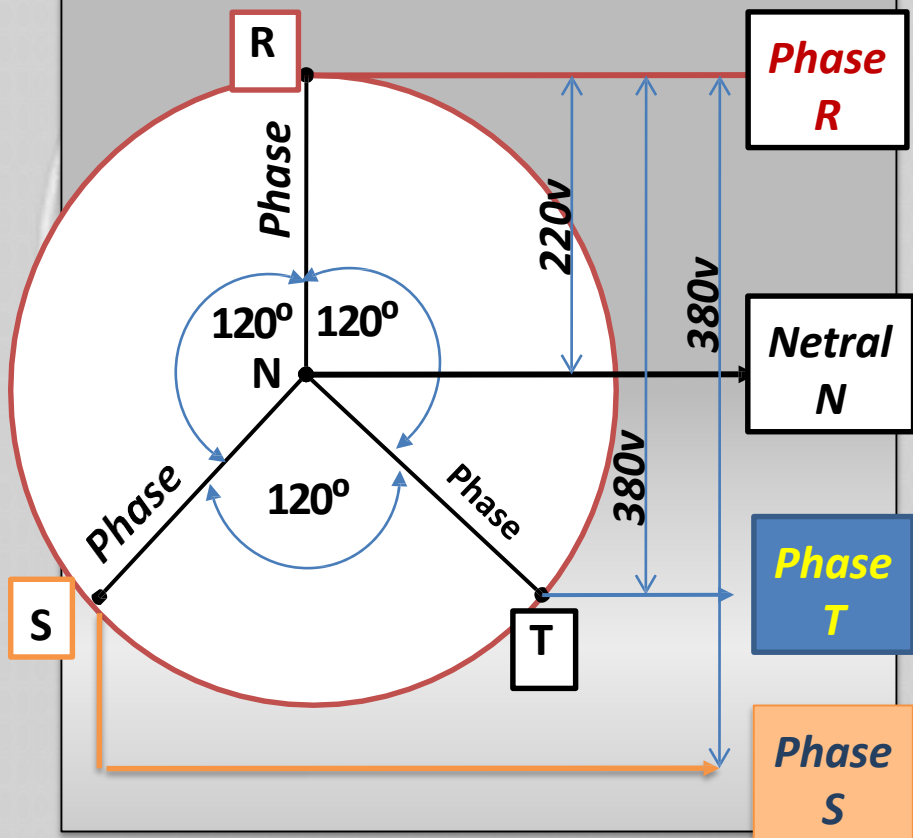
# WARNA KABEL LISTRIK



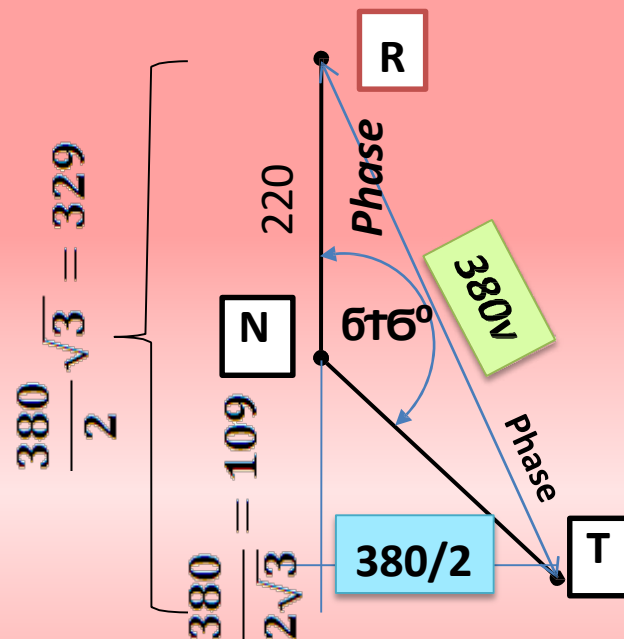
JENIS PENGGUNAAN	WARNA	KETERANGAN	
Instalasi AC : Fase Satu Fase Dua Fase Tiga Netral	<b>Merah</b> <b>Kuning</b> <b>Hitam</b> <b>Biru</b>	L1/R L2/S L3/T N	U/X V/Y W/Z
Instalasi DC : Positif Negatif Kawat Tengah	Tidak Ditetapkan Tidak Ditetapkan <b>Biru</b>	L+ L- M	
Penghantar Netral	<b>Biru</b>	N	
Penghantar Pembumian	Loresng Hijau-Kuning	PE	
Kabel Berisolasi PVC	<b>Putih</b>	Tegangan : 500 V	
Kabel Udara PE/PVC/XLPE	<b>Hitam</b>	Tegangan : 600 – 1000 V	
Kabel Tanah Berselubung PE/PVC	<b>Hitam</b>	Tegangan : 600 – 1000 V	
Kabel Tanah Berselubung	<b>Merah</b>	Tegangan > 1000 volt	

# PERUBAHAN LISTRIK 3 PHASE MENJADI 1 PHASE

- Skema Listrik 3 Phase Hubung "Y"

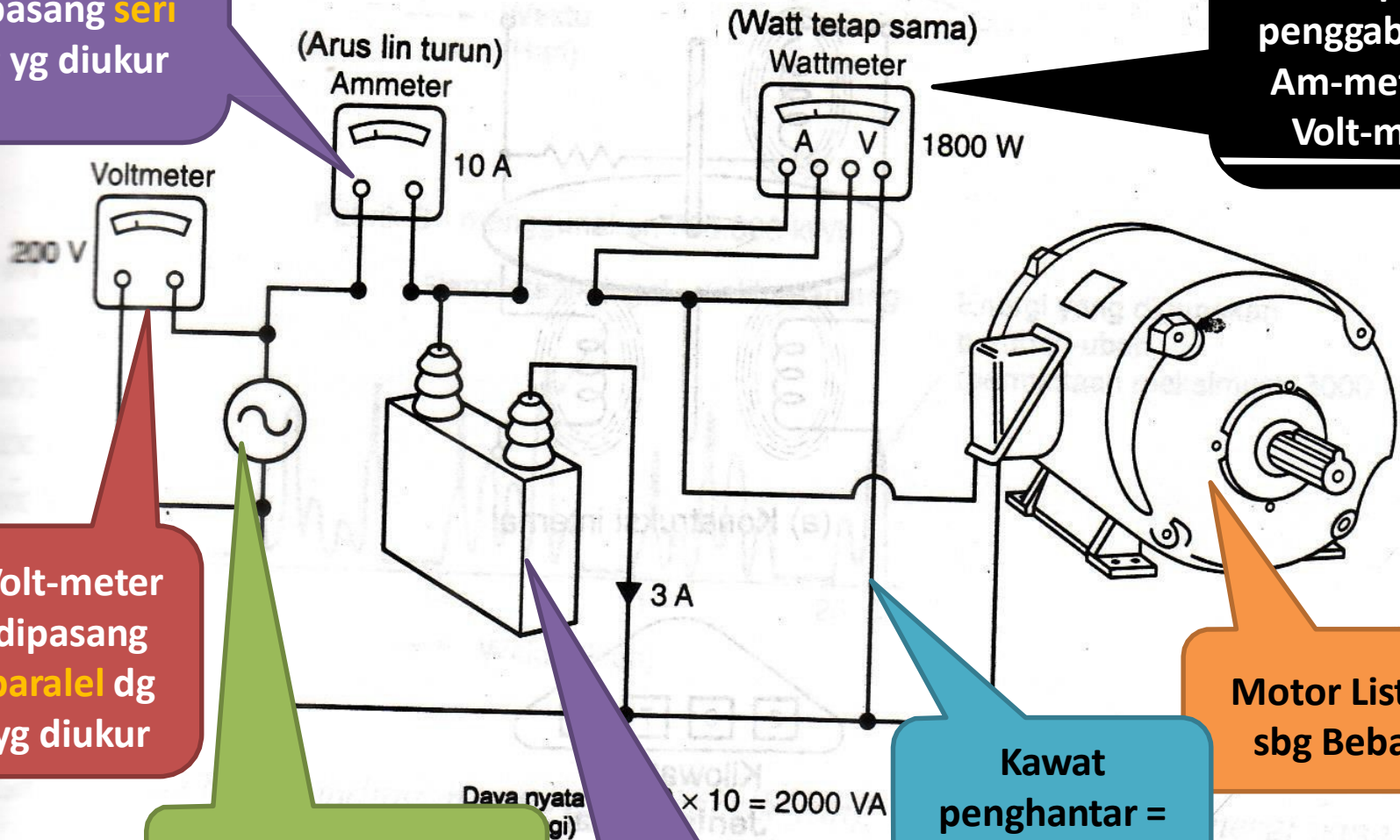


- Tegangan RS = ST = TR = 380v.
- Tegangan RN = SN = TN = 220v. =  $380 / \sqrt{3}$





Ampere-meter dipasang **seri** dg yg diukur



Watt-meter merupakan penggabungan Am-meter dg Volt-meter

Volt-meter dipasang **paralel** dg yg diukur

Sumber Listrik : Generator/battery

Kapasitor = memperbaiki FD, dipasang **paralel**

= 0.9 or 90%

Kawat penghantar = konduktor

Motor Listrik sbg Beban

# “R”, “XL” dan “Xc” DISUSUN PARALEL (arus tetap sama)

DIAGRAM RANGKAIAN

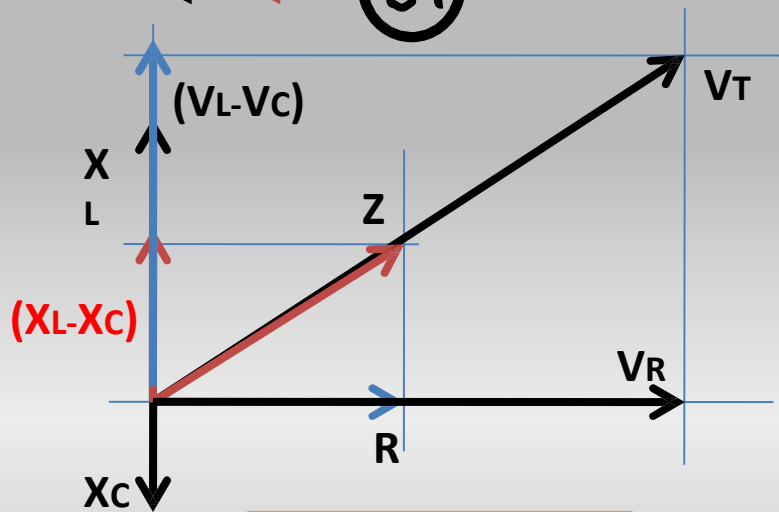
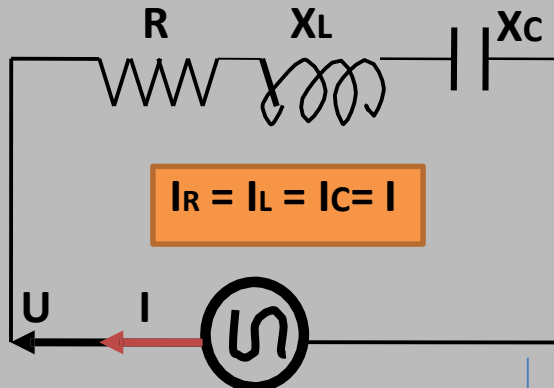


DIAGRAM FASOR

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$V_T = (Z)(I)$$

$$V_R = (R)(I)$$

$$V_L = (X_L)(I)$$

$$V_C = (X_C)(I)$$

$$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + (R)^2}$$

$$V_T = \sqrt{(V_L - V_C)^2 + (V_R)^2}$$

$X_L$  mendahului  $R$ .

$X_C$  terlambat dari  $R$ .

Vektor “ $R$ ” sbg acuan

Resonansi : bila  $X_L = X_C$

# “Xc”, XL dan “R” DISUSUN PARALEL (tegangan tetap sama)

DIAGRAM RANGKAIAN

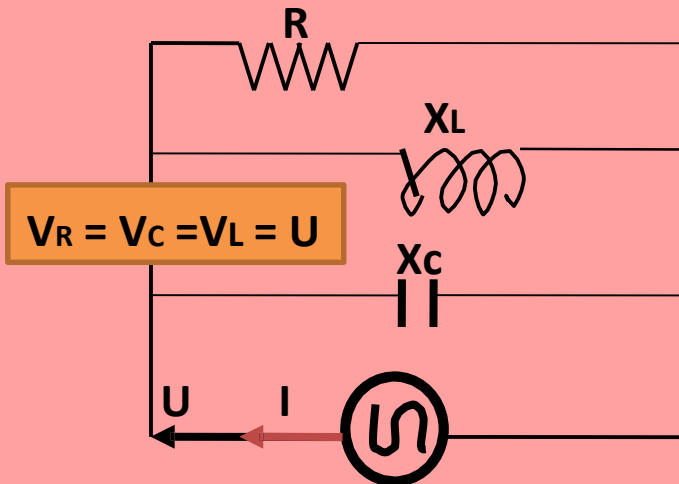
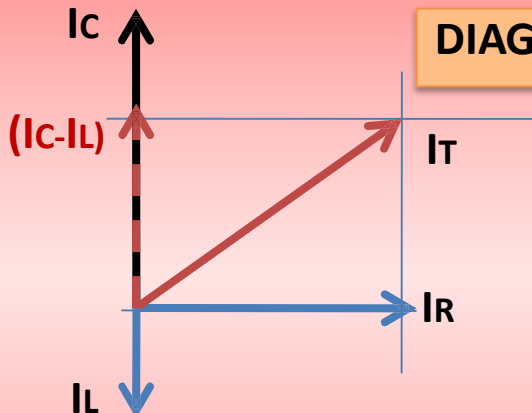


DIAGRAM FASOR



$$Z = \frac{U}{I_T}$$

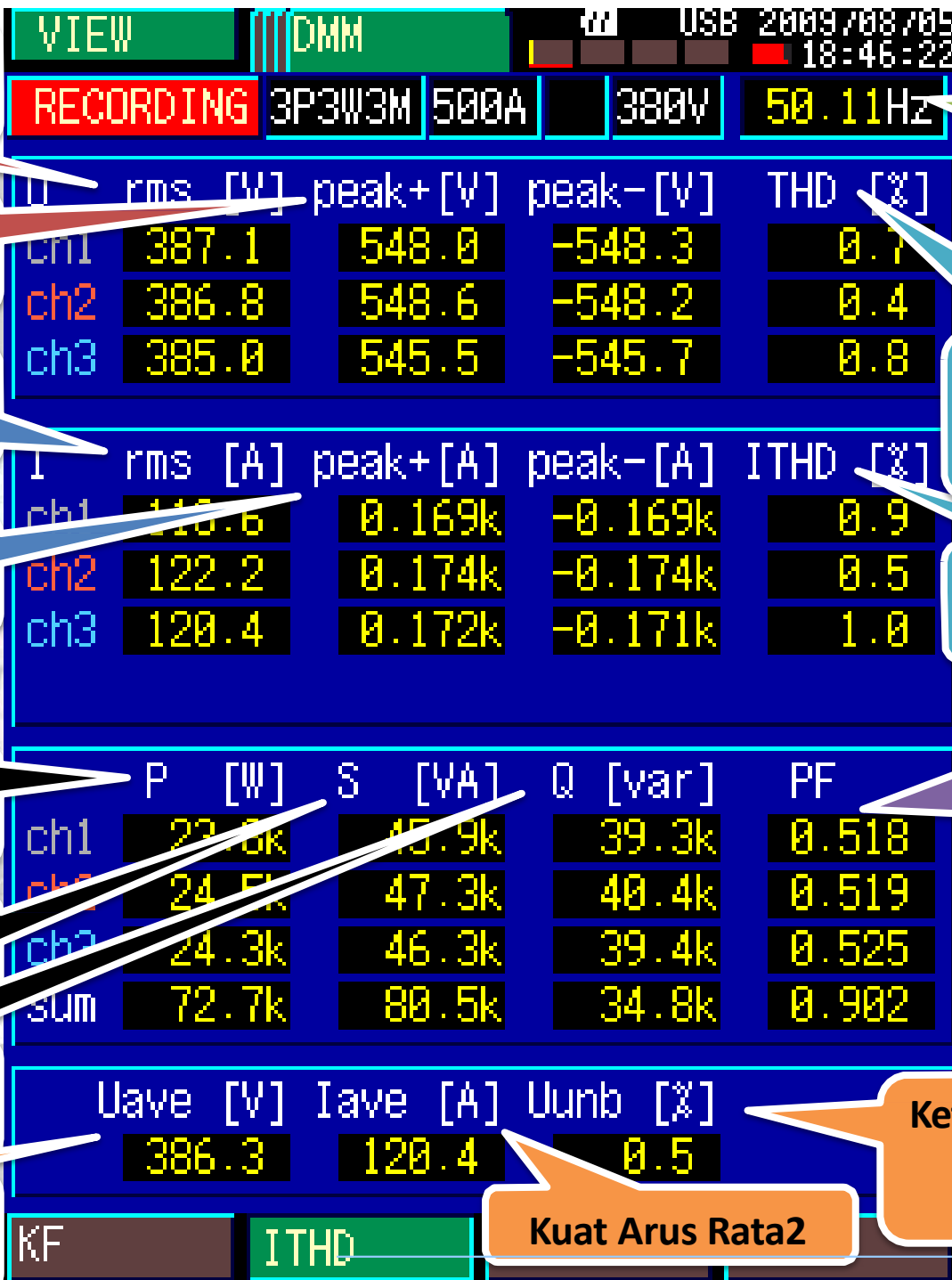
$$I_R = \frac{U}{R}$$

$$I_C = \frac{U}{X_C}$$

$$I_L = \frac{U}{X_L}$$

$$I_T = \sqrt{(I_C - I_L)^2 + (I_R)^2}$$

$I_C$  mendahului  $I_R$   
 $I_C$  terlambat dari  $I_L$   
Vektor  $I_R$  sebagai acuan



Tegangan Efektif

Frekuensi Gelombang Listrik

Tegangan Maksimum

Total Harmonic Distortion (THD <5%)

Kuat Arus Efektif

Harmonisasi Arus

Kuat Arus Maksimum

Daya Efektif

Faktor Daya (PF > 0,85)

Daya Semu

Daya Reaktif

Ketidakteimbangan Tegangan (Uunb <1%)

Tegangan Rata2

Kuat Arus Rata2



**PRESENTASI 3**  
**TEORI DASAR HIDROLIKA**

**EFISIENSI ENERGI**

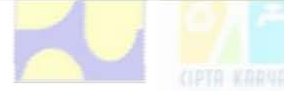


## BAB 3

# TEORI DASAR HIDROLIKA

FASILITATOR : (NAMA)  
(INSTANSI)

# PENGERTIAN



- Hidrolika

Hidrolika merupakan cabang ilmu Fisika yang mempelajari tentang Zat Cair.

- Hidrostatika :

Mempelajari tentang perilaku dan sifat Zat Cair dalam kondisi statis (tidak mengalir).

- Hidrodinamika :

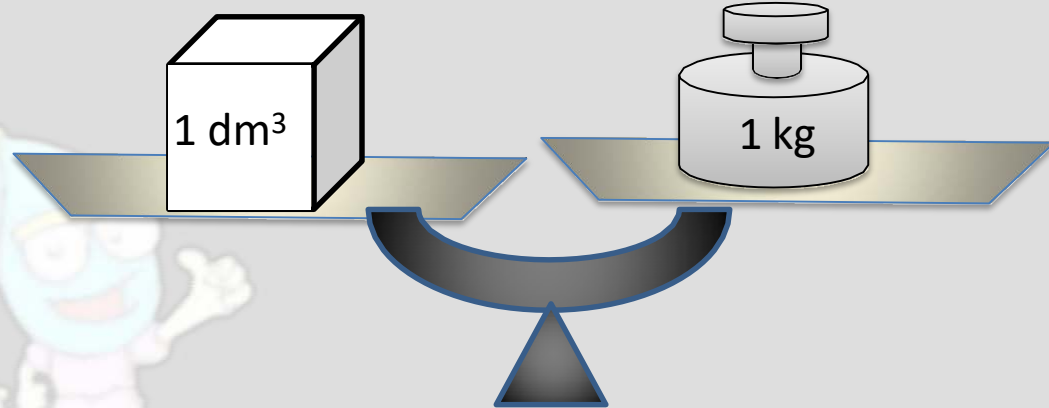
Mempelajari perilaku dan Sifat Zat Cair Dalam keadaan bergerak (mengalir).



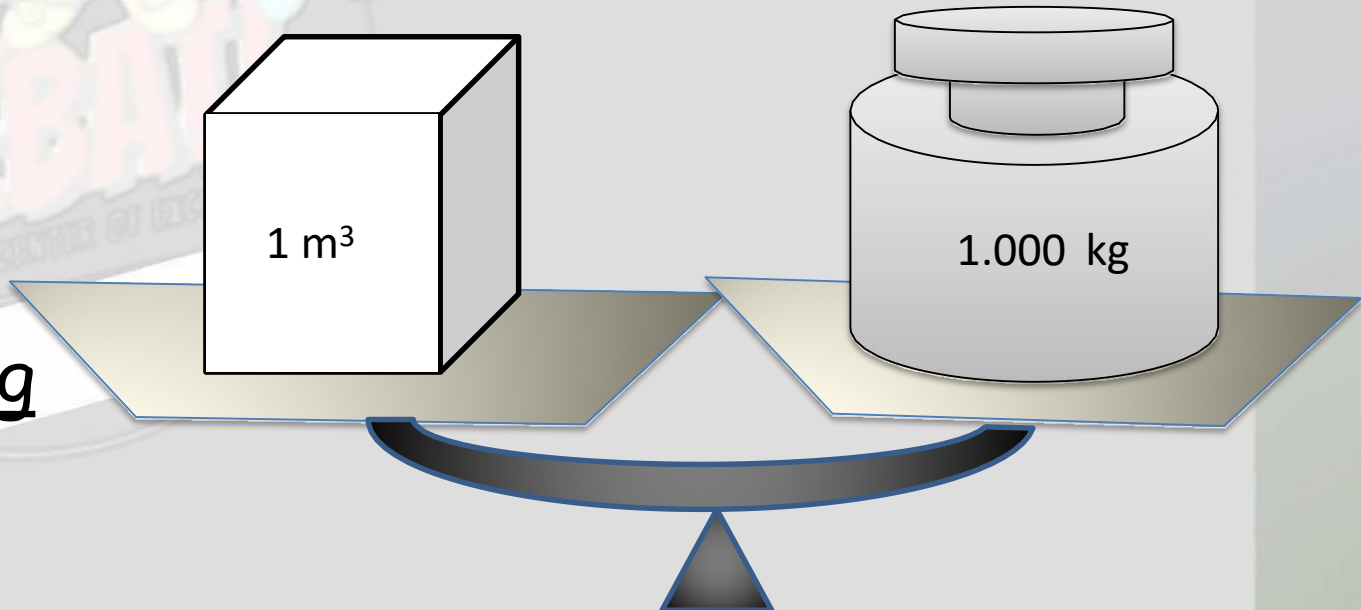
**MASSA JENIS** = massa tiap satuan volume



$$\rho = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ dm}^3}$$



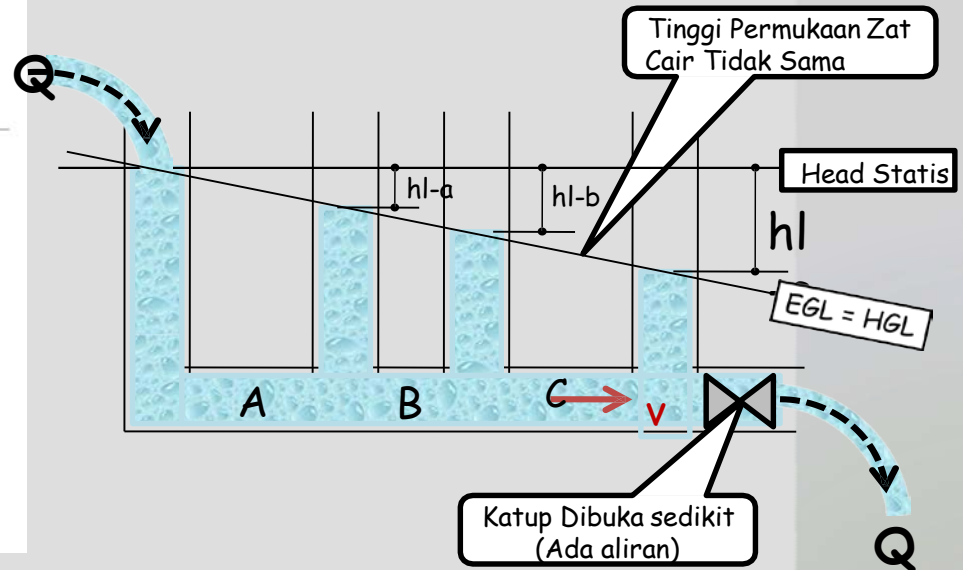
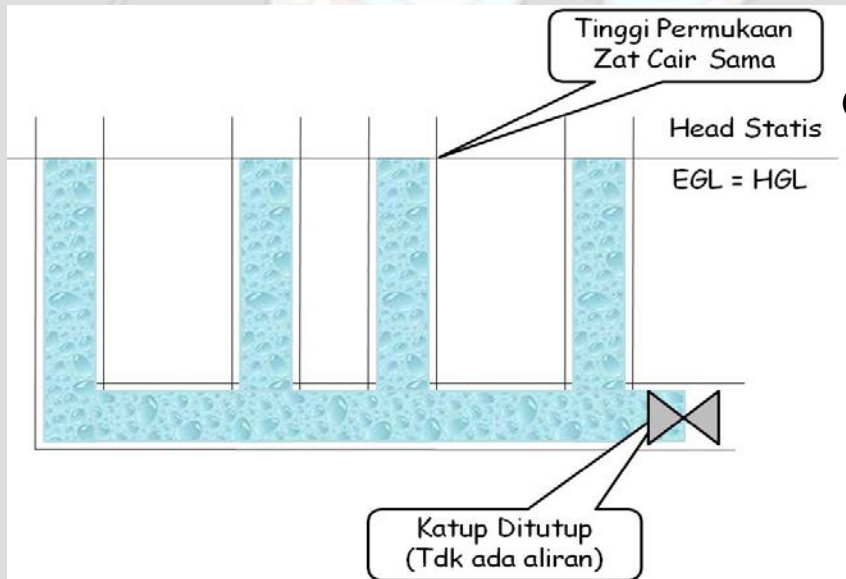
$$\rho = \frac{1.000 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}$$



# HUKUM BEJANA BERHUBUNGAN



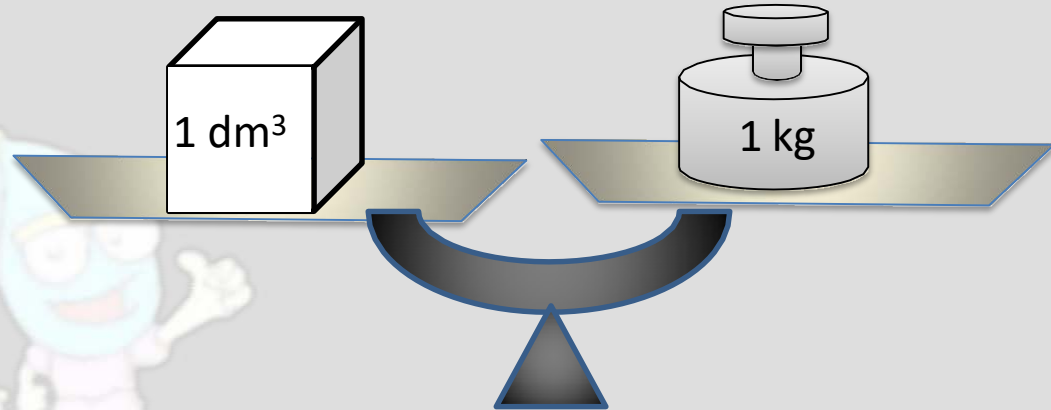
Dalam kondisi air tidak mengalir, ketinggian permukaan air ditiap bejana sama. Ketika katup dibuka, maka tinggi permukaan air tidak sama



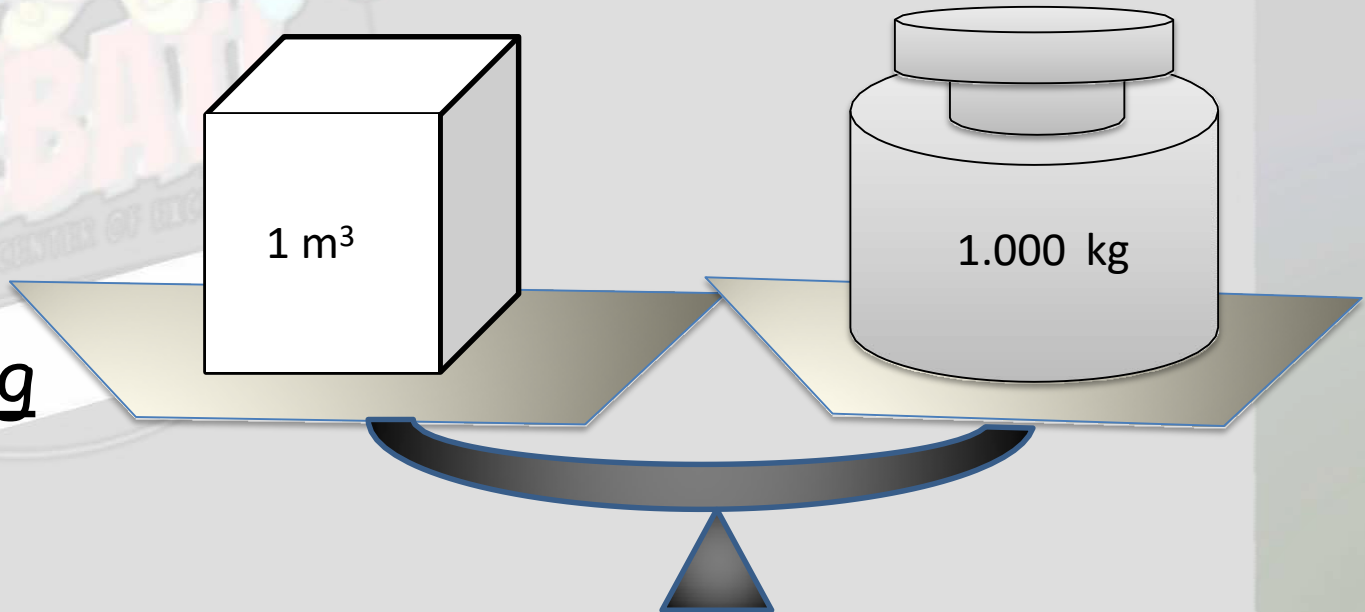
**MASSA JENIS** = massa tiap satuan volume



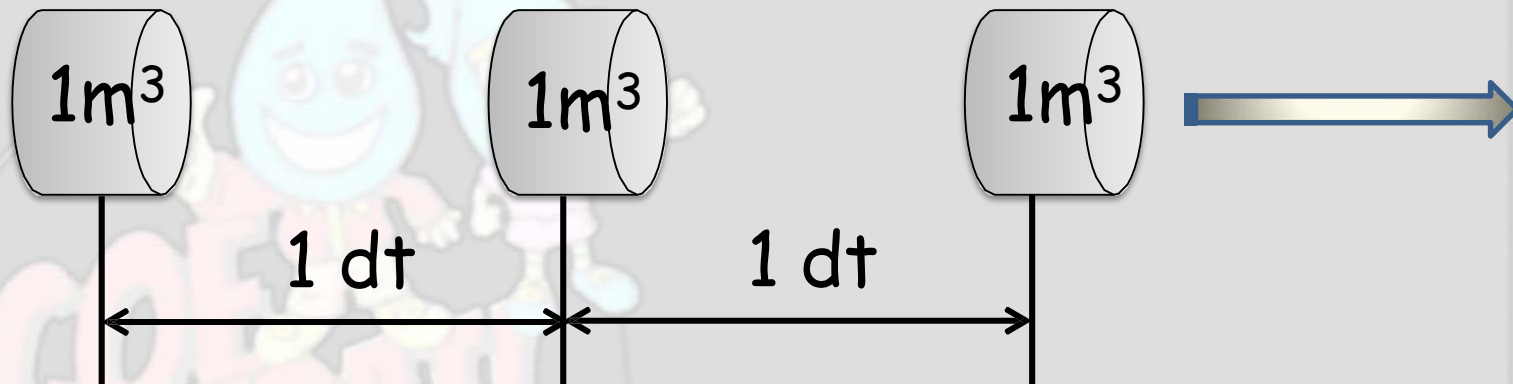
$$\rho = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ dm}^3}$$



$$\rho = \frac{1.000 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}$$



**DEBIT** = volume tiap satuan waktu

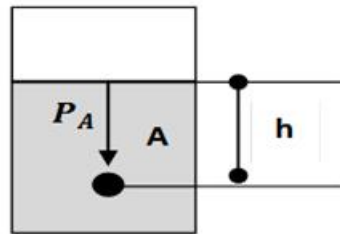


$$Q = \frac{1 \text{ m}^3}{1 \text{ dt}} = \text{Debit aliran}$$

# HUKUM HIDROSTATIKA



Tekanan zat cair pada suatu titik dalam kolom air besarnya =  $\rho (g) (h)$



$$P_A = \rho (g)(h)$$

**$P_A$**  = Tekanan di Titik A ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

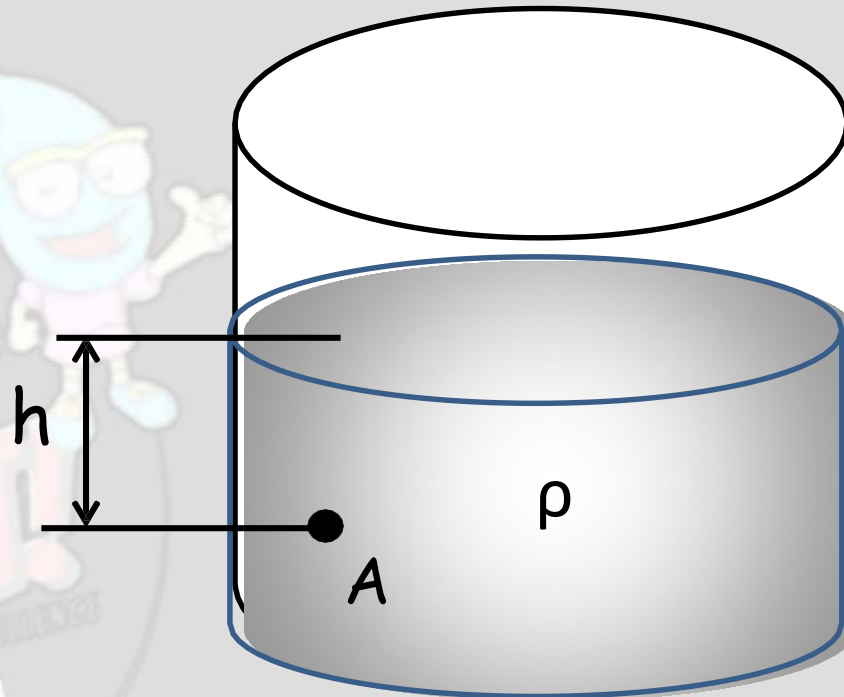
**$\rho$**  = Massa Jenis ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

**$h$**  = Tinggi Kolom Air di atas A  
(m)

**TEKANAN** = gaya tiap satuan luas



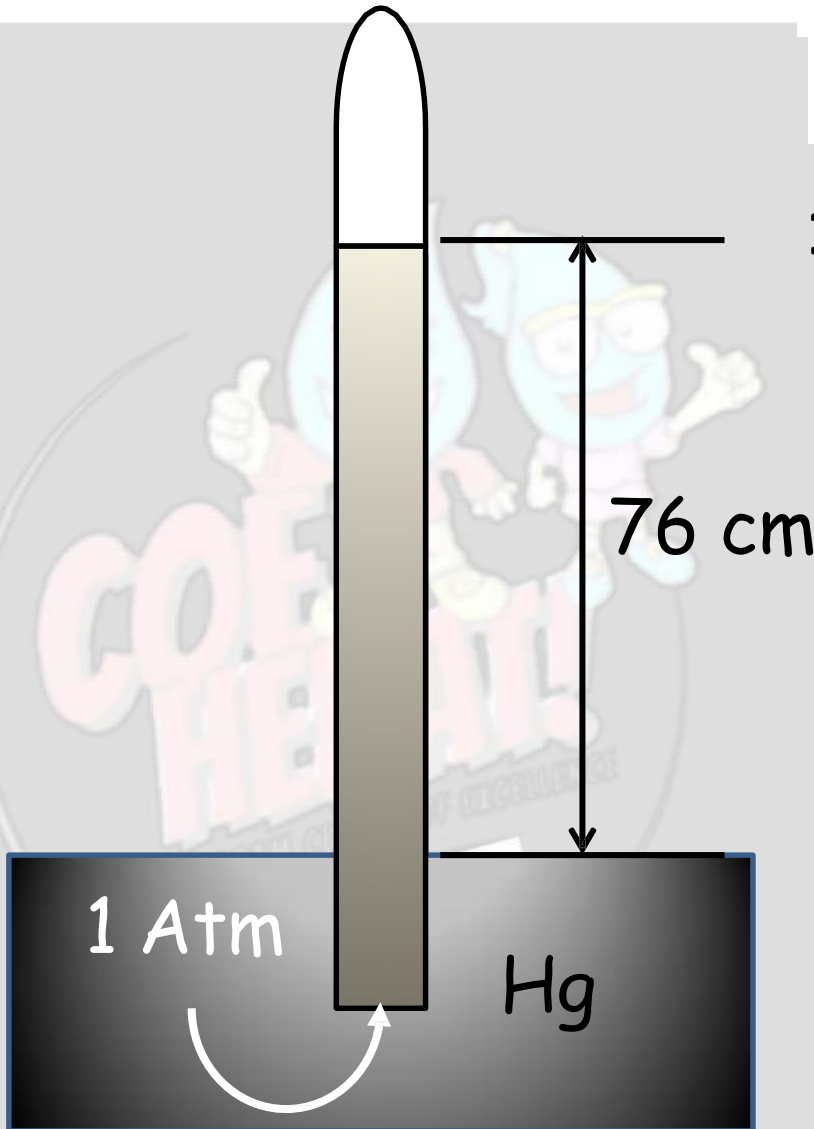
Tekanan Hidrostatik adalah tekanan yg bekerja pada suatu titik dalam zat cair



$$\begin{aligned} \text{Tekanan di titik A} &= P_{\text{hid A}} = \rho \times g \times h \\ P_{\text{hid A}} &= 1.000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/dt}^2 \times 2 \text{ m} \\ &= 19.620 \text{ kg.m/dt}^2/\text{m}^2 = 19.620 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$



# TORICELLY TUBE



$$\rho_{Hg} = 13.600 \text{ kg/m}^3$$

$$1 \text{ Atm} = \rho_{Hg} \times g \times 76 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Atm} &= 13.600 \text{ kg/m}^3 \times \\ & 9,81 \text{ m/dt}^2 \times 0,76 \text{ m} \\ &= \mathbf{101.396,16 \text{ N/m}^2} \end{aligned}$$

*Bila Air Raksa diganti air :*

$$\rho_{H_2O} = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} 101.396,16 \text{ N/m}^2 &= \\ 1.000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/dt}^2 \\ &\times \mathbf{X \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\text{Maka : } \mathbf{X = 10,34 \text{ m}}$$

$$\text{Shg : } \mathbf{1 \text{ Atm} = 10,34 \text{ mka}}$$

# TABEL KONVERSI TEKANAN



	cmHg	Atm	mka	1 Psi
cmHg	1	0,0132	0,1315	0,0019
Atm	76	1	10,34	14,5
mka	7,6	0,096	1	0,145
1 Psi	524,02	6,895	68,95	1

$$1 \text{ Kg/cm}^2 = 1 \text{ Atm} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Bar} = 1 \text{ Pascal}$$

# TABEL KONVERSI TEKANAN

(lanjutan)



Satuan	Pascal	BAR	Meter Kolom Air	Atmosfir (Teknik)	Atmosfir (Fisika)	Pound per square inch
	Pa (N/m <sup>2</sup> )	Bar	mWc (mka)	at (kP/cm <sup>2</sup> )	atm	Psi (lb/in <sup>2</sup> )
<b>1 Pa</b>	1	10 <sup>-5</sup>	1,020 .10 <sup>-4</sup>	1,020 .10 <sup>-5</sup>	9,869 10 <sup>-4</sup>	1,450. 10 <sup>-4</sup>
<b>1 Bar</b>	10 <sup>5</sup>	1	10,20	1,020	0,9869	14,50
<b>1 mka</b>	9.806,7	0,098	1	0,1	0,0967	1,422
<b>1 at</b>	98.067	0,9807	10	1	0,9678	14,22
<b>1 atm</b>	101.325	1,013	10,33	1,033	1	14,70
<b>1 psi</b>	6.895	0,0689	0,7031	0,0703	0,068	1

Dikutip dari GRUNDFOS PUMP HANDBOOK -2000

# RUMUS HAZEN WILLIAMS



Rumus :  $Q = 0,2785 (C)(D^{2,63})(S^{0,54})$

**Q** = kapasitas aliran zat cair = debit aliran (m<sup>3</sup>/s)

**C** = konstanta nilai kehilangan tekanan dalam pipa

**D** = diameter nominal pipa (m)

**S** = sloof = perbandingan antara  $\frac{h_f}{L}$

**$h_f$**  = nilai kehilangan tekanan gesek (friksi) antara zat cair dgn dinding pipa (m), disebut sebagai Major Losses ( = Kehilangan Tekanan pada Pipa Lurus )

**L** = panjang pipa (m)

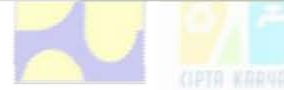
# NILAI KOEFISIEN HAZEN WILLIAMS



No.	JENIS/BAHAN PIPA	NILAI "C"
1.	Asbes Cement Pipe (ACP)	140
2.	PVC/PE	140 s.d.150
3.	Ductile/Cement Iron Pipe	80 s.d. 150
4.	Steel	110 s.d 120
5.	Galvanized Iron Pipe (GIP)	130 s.d 140
6.	Beton	80 s.d 130



dengan mempergunakan rumus Bernoulli,  
nilai **Head Total Pompa** dirumuskan sebagai berikut :



$$H_P + \left( \frac{v_1^2}{2g} \right) + \left( \frac{p_1}{\gamma} \right) + (h_1) = \Sigma H_l + \left( \frac{v_2^2}{2g} \right) + \left( \frac{p_2}{\gamma} \right) + (h_2)$$

$$H_P = \underbrace{\left( \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \right)} + \underbrace{\left( \frac{p_2 - p_1}{\gamma} \right)} + \underbrace{(h_2 - h_1)} + \underbrace{\Sigma H_l}$$

**Selisih antara kec. awal dan kec. sasaran = selisih Energi Kinetik.**

**Selisih antara tek. awal dan tek. sasaran = selisih Energi Tekanan.**

**Selisih antara elev. awal dan elev. sasaran = selisih Energi Potensial**

**Jumlah seluruh nilai Kehilangan Tekanan pd jaringan .**

**Energi Potensial** : energi yang nilainya didasarkan pada *(perubahan) tinggi tempat suatu benda*

Rumus	Keterangan Simbol dan Satuan	Catatan
$E_p = (m)(g)(h)$	<p><b>E<sub>p</sub></b> = Energi Potensial (Joule)</p> <p><b>m</b> = Massa (kg)</p> <p><b>g</b> = Percepatan gravitasi bumi (m/s<sup>2</sup>)</p> <p><b>h</b> = Tinggi letak benda (m)</p>	<p>Energi = Usaha = Gaya x jarak perpindahan</p> <p>Gaya = Massa x Percepatan</p> <p>Satuan Gaya = kg x m/s<sup>2</sup> = N</p> <p>Satuan Energi = kg x m/s<sup>2</sup> x m = J</p>

**Energi Kinetik** : *energi yang nilainya didasarkan pada (perubahan) kecepatan suatu benda.*

Rumus	Keterangan Simbol dan Satuan	Catatan
$E_k = \left(\frac{1}{2}\right)(m)(v^2)$	<p><math>E_k</math> = Energi Kinetik (Joule)</p> <p><math>m</math> = Massa (kg)</p> <p><math>v</math> = Kecepatan (m/s)</p>	<p><math>F = m \times a</math></p> <p><math>F</math> = Gaya (N)</p> <p><math>m</math> = Massa (kg)</p> <p><math>a</math> = Percepatan (m/s<sup>2</sup>)</p> <p><math>E = U = F \times a</math></p> <p>1 kg.m/s<sup>2</sup> = Newton</p> <p>1 N.m = kg.m/s<sup>2</sup>. m = kg.m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>= Joule</p>

**Energi Tekanan** : *energi yang nilainya didasarkan pada (perubahan) tekanan yg bekerja di suatu titik (disebut sebagai “Tekanan”)* .

Rumus	Keterangan Simbol dan Satuan	Catatan
$p = \frac{F}{A}$	<p>p = Energi Tekanan (N/m<sup>2</sup>)                      F = Gaya (N)                      A = Luas (m<sup>2</sup>)</p>	<p>Satuan tekanan antara lain : Atm, Bar, cmHg, kg/cm<sup>2</sup>, mka, dll .</p>

**TABEL**  
**Tekanan Atmosfir ( 1 mka =  $g \cdot 10^3$  )**

TINGGI TEMPAT ( m ) dpl	TEKANAN ATMOSFIR (Pa)	
	( mka )	( N/m <sup>2</sup> )
0	10,33	101.337,3
100	10,21	100.160,10
200	10,09	98.982,90
300	9,97	97.805,70
400	9,85	96.628,50
500	9,73	95.451,30
600	9,62	94.372,2
800	9,39	92.115,90
1.000	9,16	89.859,60

dikutip dari POMPA DAN KOMPRESOR -SULARSO -2000



**Apabila pompa berlaku sbg Boster, maka nilai  $v_1$  diperhitungkan sbg kecepatan awal aliran zat cair, namun apabila bukan sbg boster, maka nilai  $v_1$  adalah “nol” , shg persamaan berubah :**

$$H_P = \left( \frac{v_2^2}{2g} \right) + (ht) + \Sigma H_l$$

$H_p$  = Head Total Pompa ( m )

$\left( \frac{v_2^2}{2g} \right)$  = Energi Kinetik z. cair pada pipa menjelang masuk ke dalam tadah tekan ( m )

$\Sigma H_l$  =  $h_{ms} + h_{fs} + h_{md} + h_{fd}$  = Jml total kehilangan head pd jalur pipa z. cair ( m ) .

# RUMUS DARCY - WEISBACH



Rumus : 
$$h_f = f \frac{L}{D} \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

$$\left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

= energy kinetic aliran (m)

v

= kecepatan aliran (m/s)

D

= diameter nominal pipa (m)

g

= percepatan gravitasi bumi (m/s<sup>2</sup>)

$h_f$

= nilai kehilangan tekanan gesek (friksi) antara zat cair dengan dinding pipa (m)

L

= panjang pipa (m)

f

= koefisien Darcy = nilai factor gesek (nilainya masih diperhitungkan dan perlu pembacaan pd Moody Diagram)

Pada perhitungan tersebut diperlukan nilai :

- $\varepsilon$  = angka kekasaran (m)  
 $\varepsilon/D$  = kekasaran relatif pipa  
 $NRe$  = nilai Bilangan Reynold =  $\frac{v D \rho}{\mu}$   
 $v$  = kecepatan aliran zat cair dalam pipa (m/s)  
 $D$  = diameter nominal pipa (m)  
 $\rho$  = massa jenis zat cair (kg/m<sup>3</sup>)  
 $\mu$  = viskositas absolut zat cair (kg/m/s) =  $\rho(\nu)$   
 $\nu$  = viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/s)

**Contoh Perhitungan :**

*Hitunglah kehilangan tekanan pada pipa berdiameter 500 mm, sepanjang 1.000 m yang dialiri air dengan debit 500 l/s, dengan menggunakan :*

- Rumus Darcy Weisbach, jika diketahui nilai  $\varepsilon = 0,3$  mm dan  $\nu = 0,864 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s .*
- Rumus Hazen Williams, jika diketahui nilai  $C = 120$*



# DIAGRAM MOODY

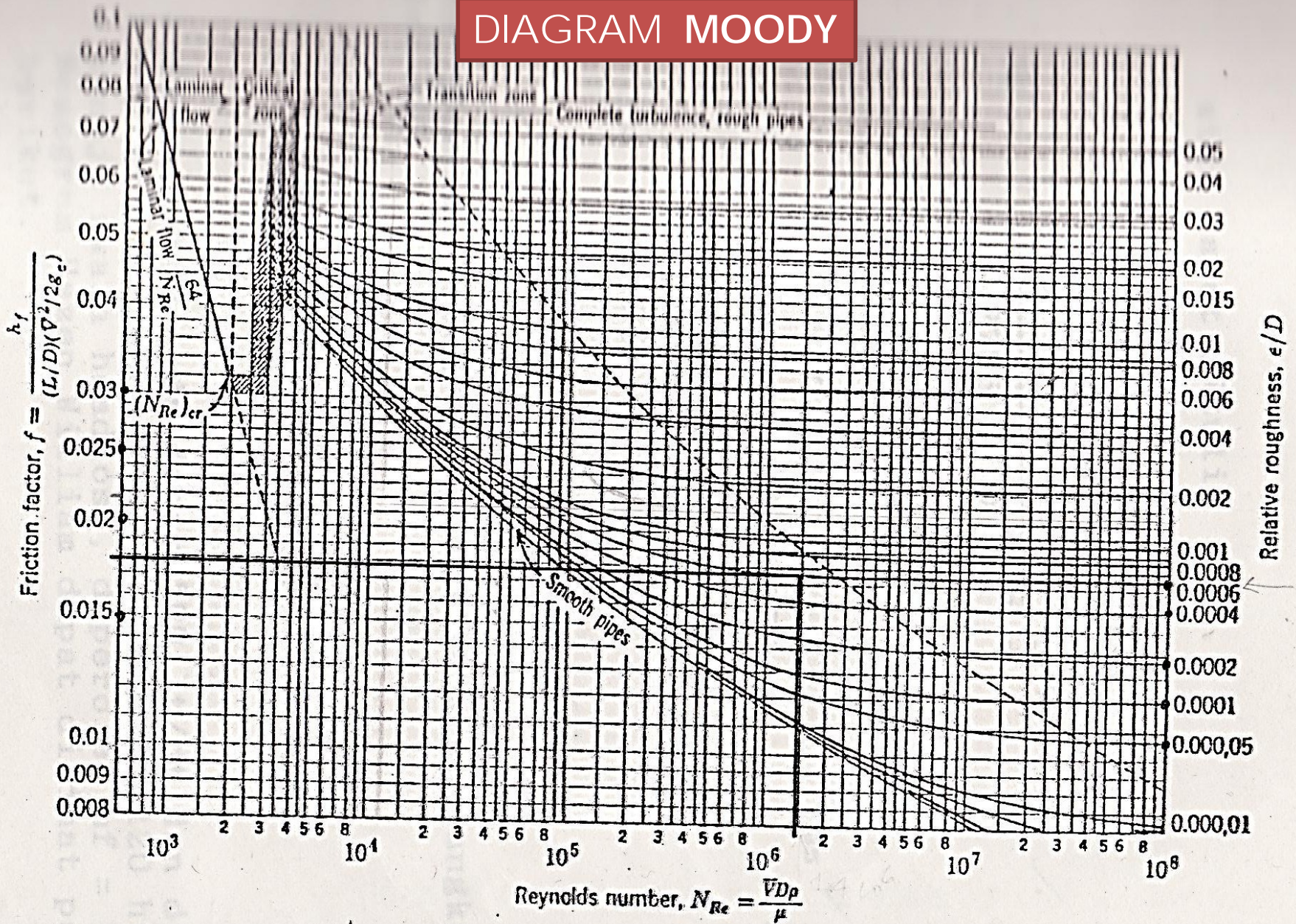


FIGURE 1-8. Moody diagram for friction in pipes. [Adapted from Moody, L. F., *Trans. ASME*, 66 (1944).]



## Jawaban :

### a. Dengan Metoda Darcy Weisbach :

Mencari kecepatan aliran :  $v = \frac{4(Q)}{\pi D^2} = \frac{4(500/1000)}{3,14 \left(\frac{500}{1000}\right)^2} = 2,5478$   
m/s

Mencari nilai  $N_{Re}$  :  $N_{Re} = \frac{v(D)}{\nu} = \frac{2,5478(500/1000)}{0,864(10^{-6})} = 1.474.404$

Mencari nilai Kekasaran Relatif :  $\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,3}{500} = 0,0006$

Mencari nilai factor gesekan dengan pembacaan Moody-diagram, diperoleh  $f = 0,018$

Menghitung Kehilangan Tekanan :  $h_f = f \frac{L}{D} \left( \frac{v^2}{2g} \right)$   
 $= (0,018) \left( \frac{1.000}{\frac{500}{1000}} \right) \left( \frac{(2,5478)^2}{2(9,81)} \right)$   
 $= 11,9106 \text{ m}$



**b. Dengan Metoda Hazen Williams :**

Menghitung Kehilangan Tekanan :

$$h_f = \left( \frac{Q}{0,2785(C)D^{2,63}} \right)^{1,8519} (L) = \left( \frac{\frac{500}{1000}}{0,2785(120) \left( \frac{500}{1000} \right)^{2,63}} \right)^{1,8519} (1.000)$$

$$= 12,2006 \text{ m}$$

Hubungan antara nilai :  $\rho$ ,  $\gamma$ , dan  $\mu$  bergantung pada suhu, sebagaimana tabel di bawah ini .

$$\gamma = \frac{\mu}{\rho}$$

# KEHILANGAN TEKANAN PD ACCESSORIES (MINOR LOSSES)

Rumus :  $hm = K \frac{v^2}{2g}$  , karena  $\frac{v^2}{2g} = E_k$  , maka

$$hm = K E_k$$

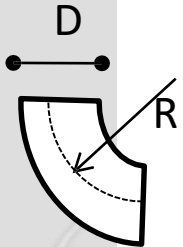
hm = kehilangan tekanan minor (m)  
Ek = Energi Kinetik (m)  
v = kecepatan aliran zat cair (m/s)  
g = percepatan gravitasi bumi (m/s<sup>2</sup>)  
K = konstanta kehilangan tekanan pada accessories, yang nilainya diperoleh secara empiris (percobaan)

Accessories dimaksud antara lain :

- Belokan (bend, knee, boch, dll),
- Pencabangan (Tee, Why, Cross, dll),
- Pengecilan/pembesaran pipa (Reducer, Enlarger, Expancer, dll),
- Celah (orifice),
- Katup (valve),
- Meter Air,
- Dll.



### CONTOH NILAI "K" BEND



R/D	1	1,5	2	3
22,5 °	0,11	0,10	0,09	0,08
45 °	0,19	0,17	0,16	0,15
90 °	0,33	0,29	0,27	0,26

Dikutip dari HIDROLIKA TEKNIK PENYEHATAN DAN LINGKUNGAN ITS -1994

Dalam hal ini :

- a. Karena nilai  $P_1 = P_2 =$  Tekanan Atmosfir setempat (yang nilainya relatif sama), maka nilai

$$\left( \frac{P_2 - P_1}{\gamma} \right) \text{ menjadi } = 0 .$$

- b. Karena selisih antara  $h_2$  dan  $h_1 =$  selisih tinggi antara elevasi awal dan elevasi sasaran zat cair  $= h_t = h_s + h_d$ , maka nilai

$$H_p = \left( \frac{v_2^2}{2g} \right) + 0 + h_t + \Sigma H_l \quad \text{atau dapat ditulis } H_p = Ek_2 + h_t + \Sigma H_l$$

- c. Nilai  $\Sigma H_l$ , terdiri dari :  $\Sigma hl_s + \Sigma hl_d$

$\Sigma hl_s = hm_s + hf_s =$  Jumlah kehilangan tekanan pada jaringan Isap (suction)

$\Sigma hl_d = hm_d + hf_d =$  Jumlah kehilangan tekanan pada jaringan tekan (discharge)

- d. Adapun head loss yg diperhitungkan pd sisi Isap (suction) maupun Tekan (discharge), adalah : hf dan hm



**CONTOH NILAI "K" VALVE**

JENIS VALVE \ dn	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm	400 mm	500 mm
Gate Valve	0,14	0,12	0,10	0,09	0,07	0	0
Butterfly Valve	0,60		s/d				0,16
Swing Check Valve	1,44	1,39	1,20	1,15	1,10	1	0,98
Spring Check Valve	7,30	6,6	5,9	5,30	4,6	4,6	4,60
Foot Valve with Straner	1,97	1,91	1,84	1,78	1,72	1,72	1,72

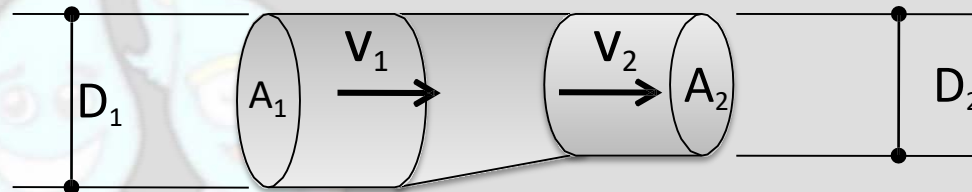
Dikutip dari POMPA DAN KOMPRESOR -SULARSO -2000



# RUMUS KONTINUITAS ALIRAN



Zat cair yang mengalir melalui pipa (saluran tertutup) dengan ukuran diameter sama atau berbeda, akan mempunyai nilai debit yang sama (= kontinyu) .



$$(v_1)D_1^2 = (v_2)D_2^2$$

$$Q = v \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$v = \frac{4(Q)}{\pi D^2}$$

- Q = debit aliran konstan (m<sup>3</sup>/s)
- v = kecepatan aliran (m/s) , berbeda untuk tiap diameter pipa .
- D = diameter nominal pipa (m)
- π = konstanta = 22/7 = 3,14

## Perpaduan antara Rumus Kontinuitas Aliran dengan Head Kecepatan (energi kinetik) aliran :



$v = \frac{4(Q)}{\pi D^2}$ $Ek = \frac{v^2}{2g}$	$Ek = \left( \frac{0,2876 Q}{D^2} \right)^2$ $Ek = 0,0827 \left( \frac{Q}{D^2} \right)^2$
--	---

### Konversi Debit aliran zat cair :

	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h	l/s	GPM (UK)	GPM (US)
m <sup>3</sup> /s	1	3.600	1.000	1.320	15.651
m <sup>3</sup> /h	2,778 x10 <sup>-4</sup>	1	0,2778	3,667	4,403
l/s	10 <sup>-3</sup>	3,6	1	13,2	15,85
GPM (UK)	7,577 x10 <sup>-5</sup>	0,02728	0,07577	1	1,201
GPM (US)	6,309 x10 <sup>-5</sup>	0,02271	0,06309	0,8327	1

Dikutip dari GRUNDFOS PUMP HANDBOOK -2000

# RUMUS PERHITUNGAN HEAD LOSS

- RUMUS HEAD LOSS MAJOR ( $h_f$ ) :

$$h_{fs} = \left( \frac{Q}{0,2785 C_s D_s^{2,63}} \right)^{1,8519} L_s$$

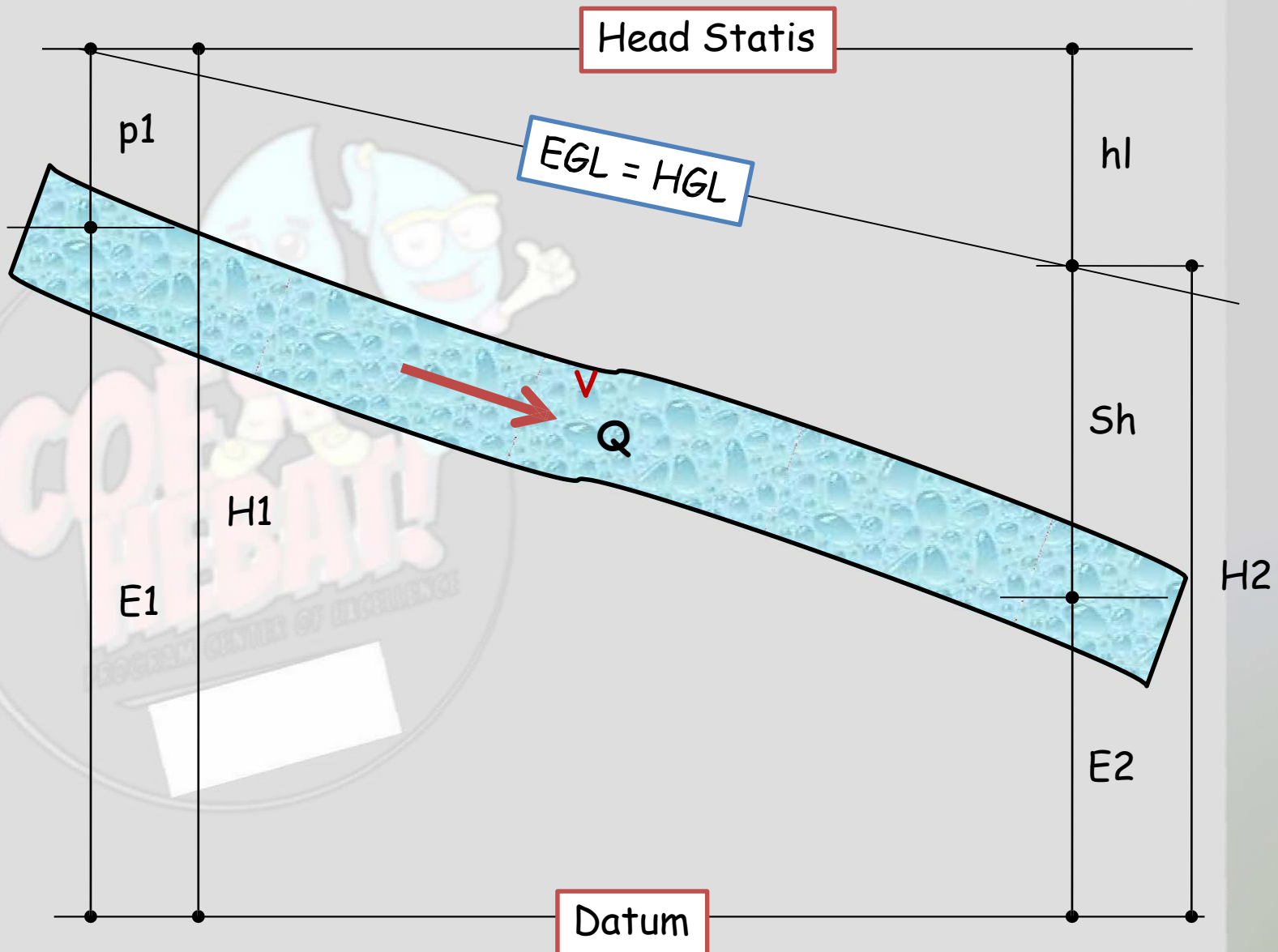
- RUMUS HEAD LOSS MINOR ( $h_m$ ) :

$$h_{m_s} = K_s \frac{v_s^2}{2g}$$

# KETERANGAN RUMUS

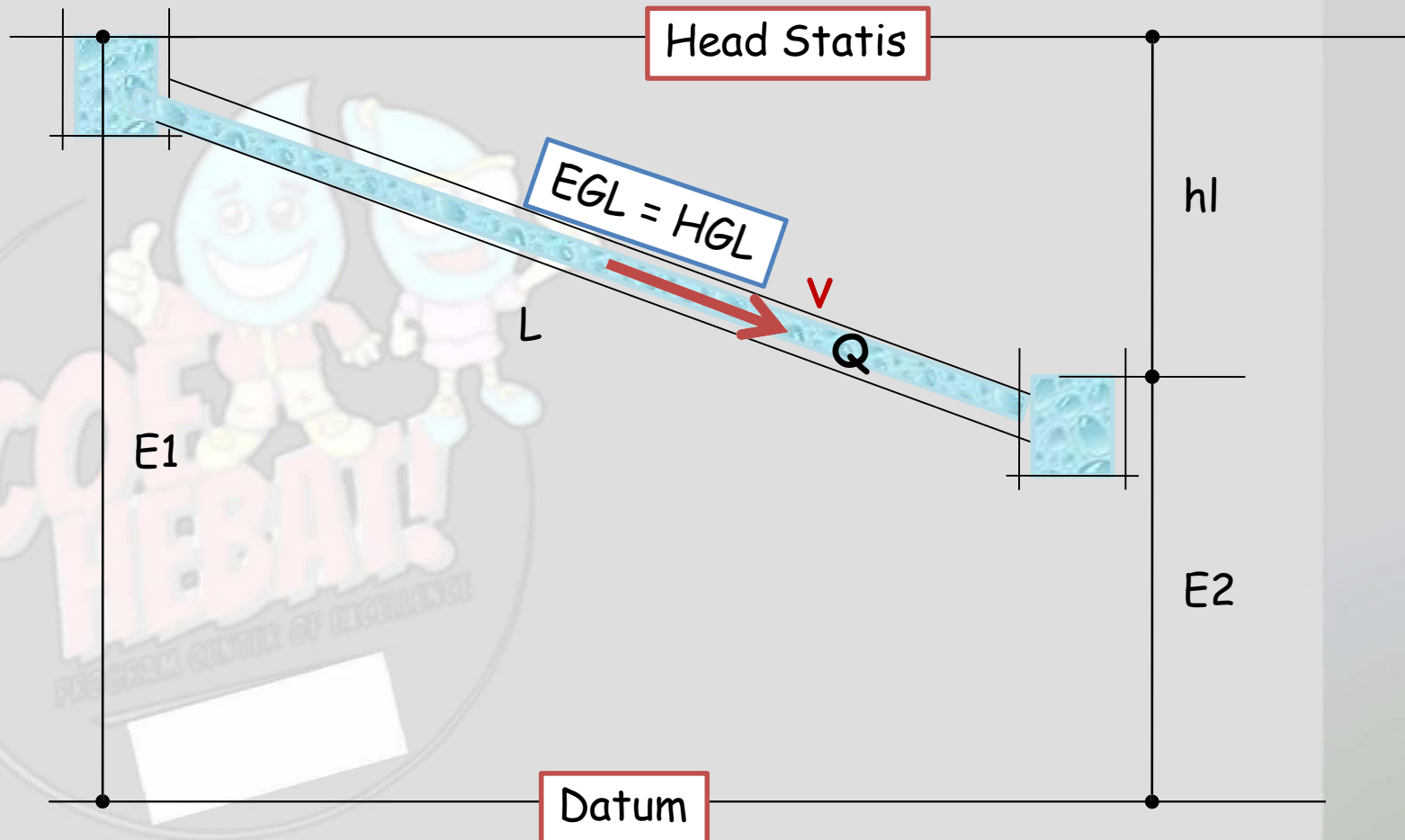
- $h_f$  = Kehilangan Head pd pipa (m)
- $Q$  = Kapasitas aliran (  $m^3/s$ )
- $C$  = Koefisien Hazen Williams
- $D$  = Diameter Pipa (m)
- $L$  = Panjang Pipa
- $K$  = Koefisien Kehilangan Tekanan accessories
- $v$  = Kecepatan aliran (m/s)
- $g$  = Percepatan Gravitasi ( $m/s^2$ )

# HUKUM KEKALKAN ENERGI

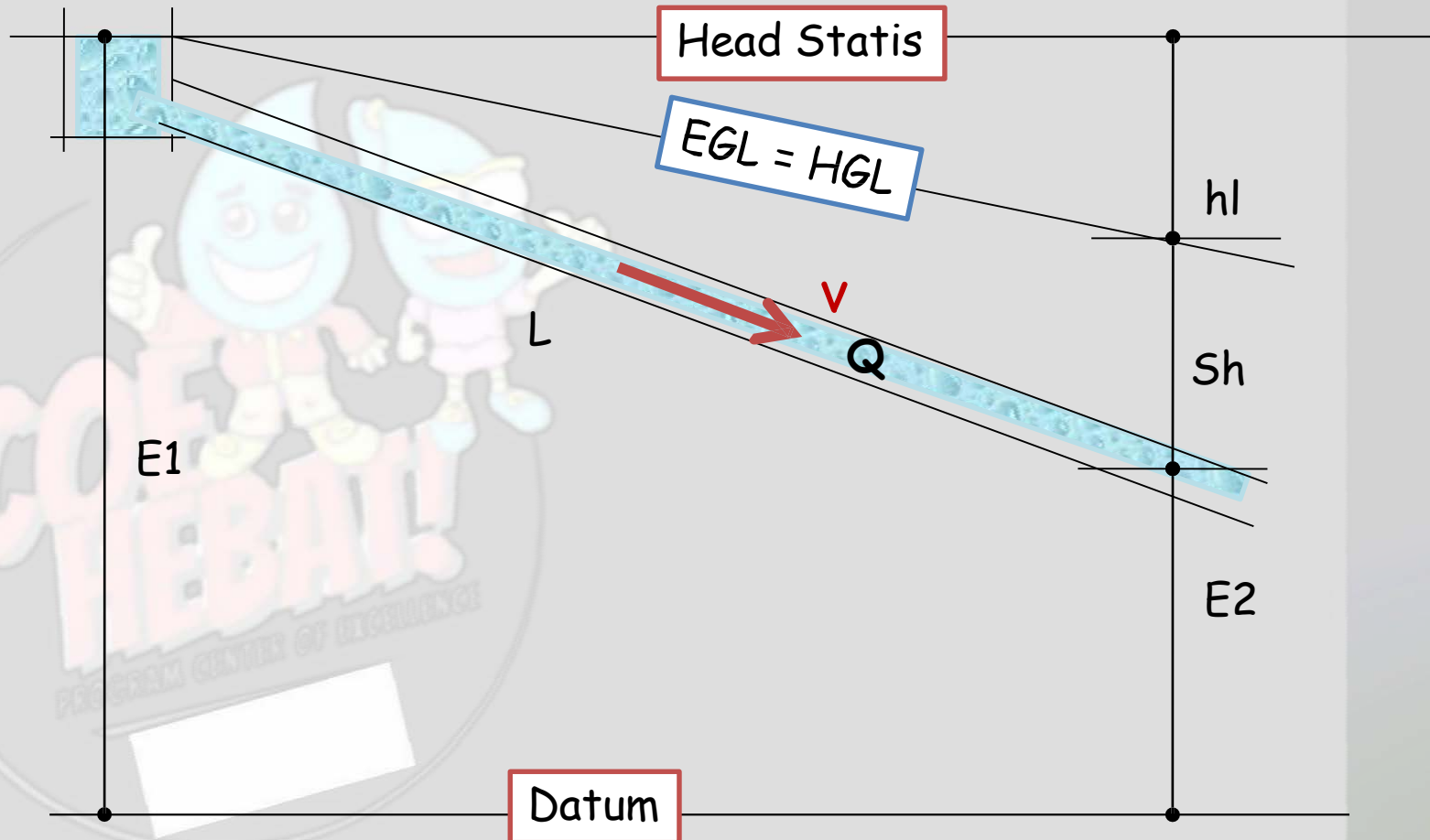




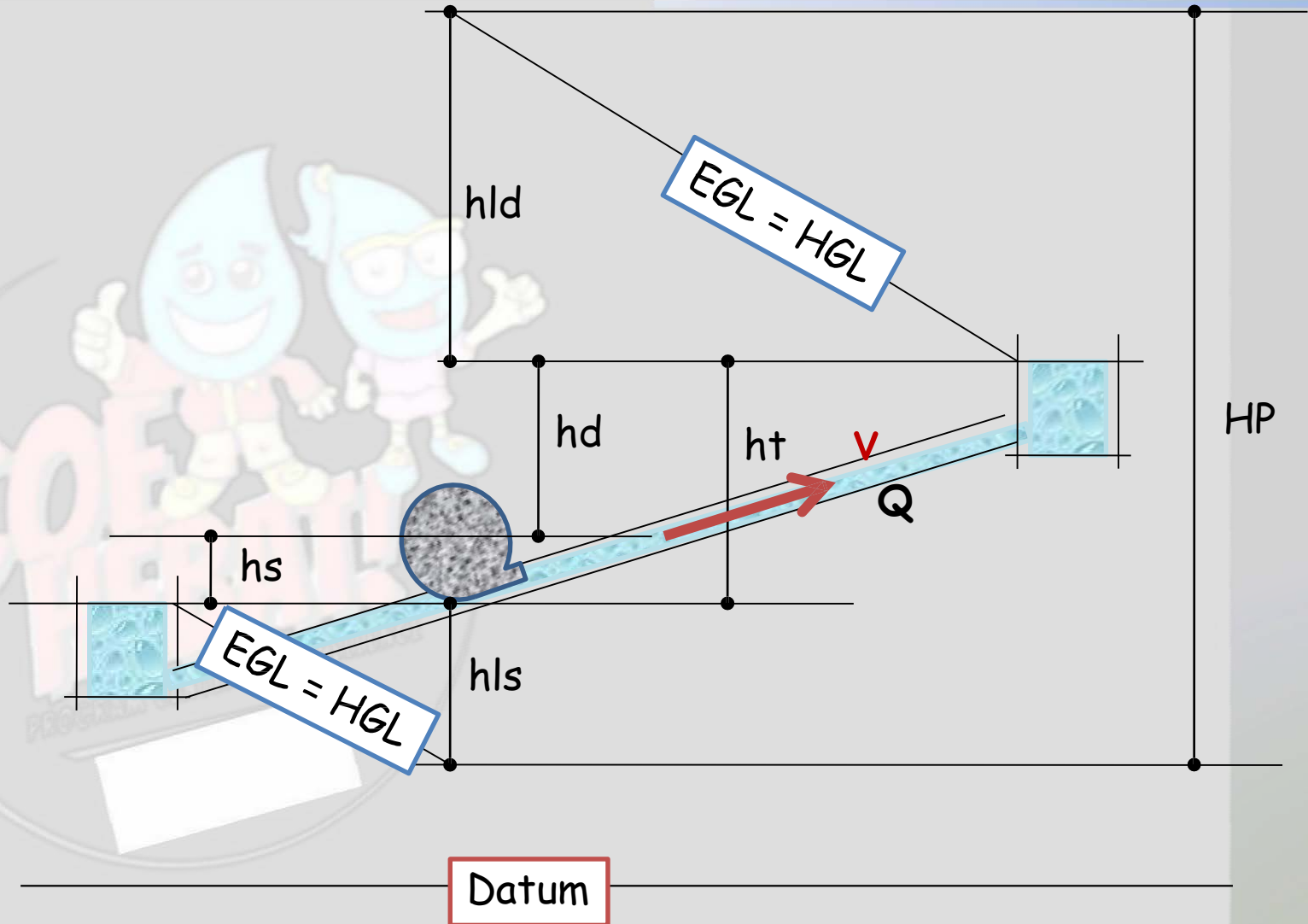
# ALIRAN ANTAR RESERVOIR



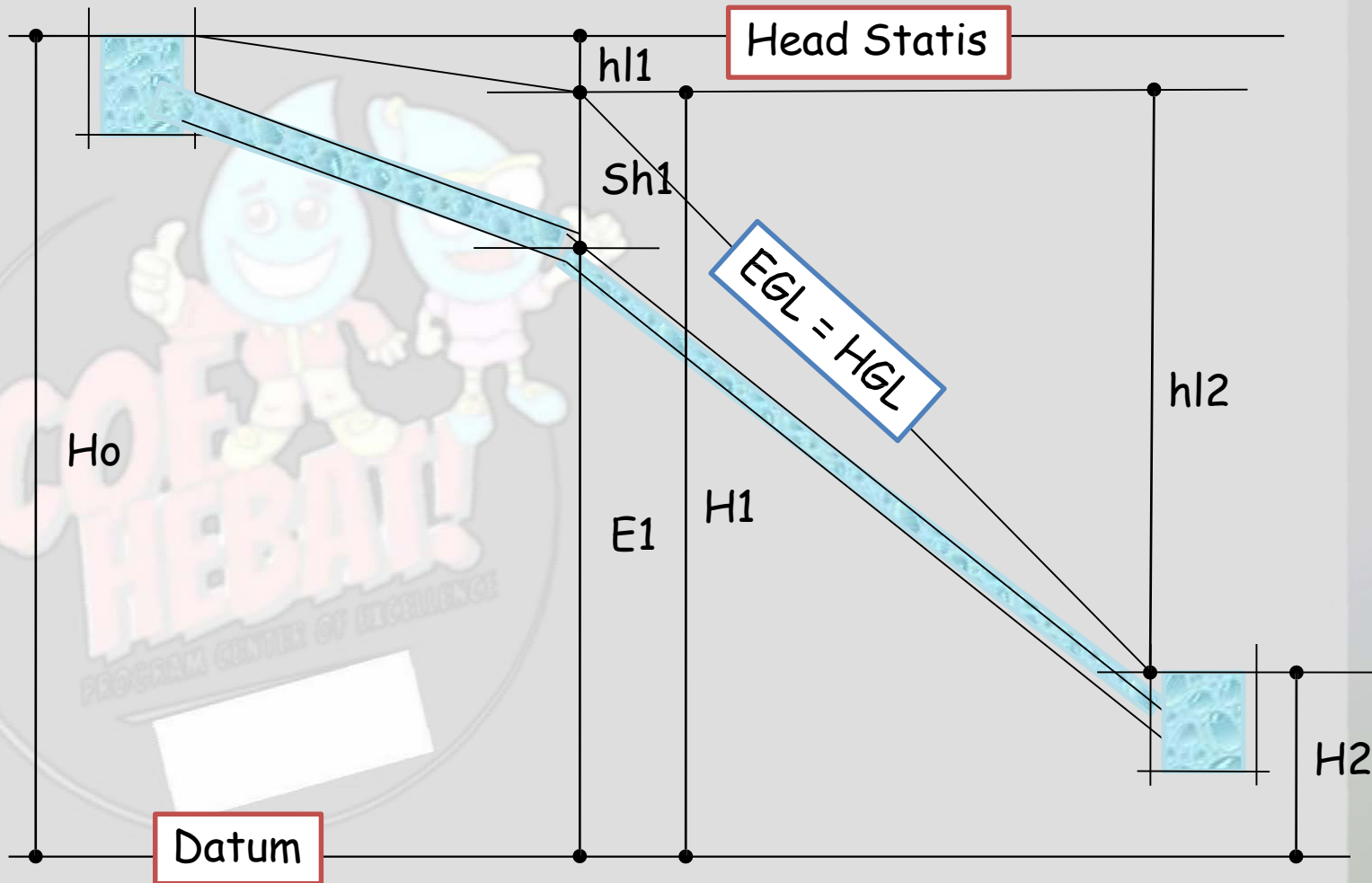
# ALIRAN GRAVITASI



# PUMPING SYSTEM



# PERUBAHAN DIAMETER PIPA



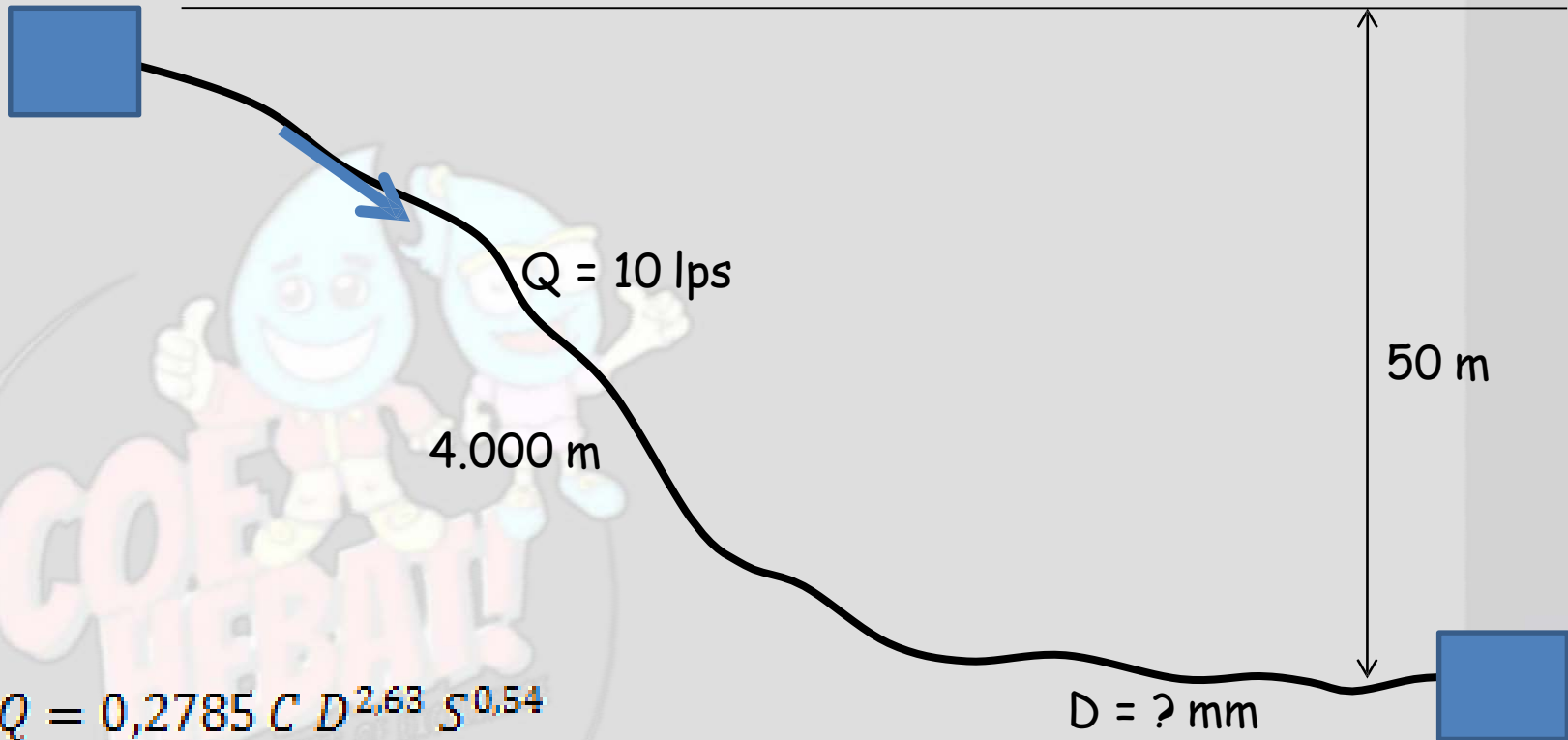
## Kata P. Lurah :



**" Kami punya sumber air pd ketinggian 50 m dari sini, jaraknya kurang lebih 4 km "**

**" Agar kami dpt memperoleh debit 10 lps, berapa diameter pipa yg dipergunakan ? "**

Case : 1



$$Q = 0,2785 C D^{2,63} S^{0,54}$$

$$D = (3,5907 Q C^{-1} L^{0,54} H_f^{-0,54})^{0,38}$$

$$Q = 10 \text{ lps} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_f = 50 \text{ m}$$

$$C = 120$$

$$D = 0,1126 \text{ m}$$

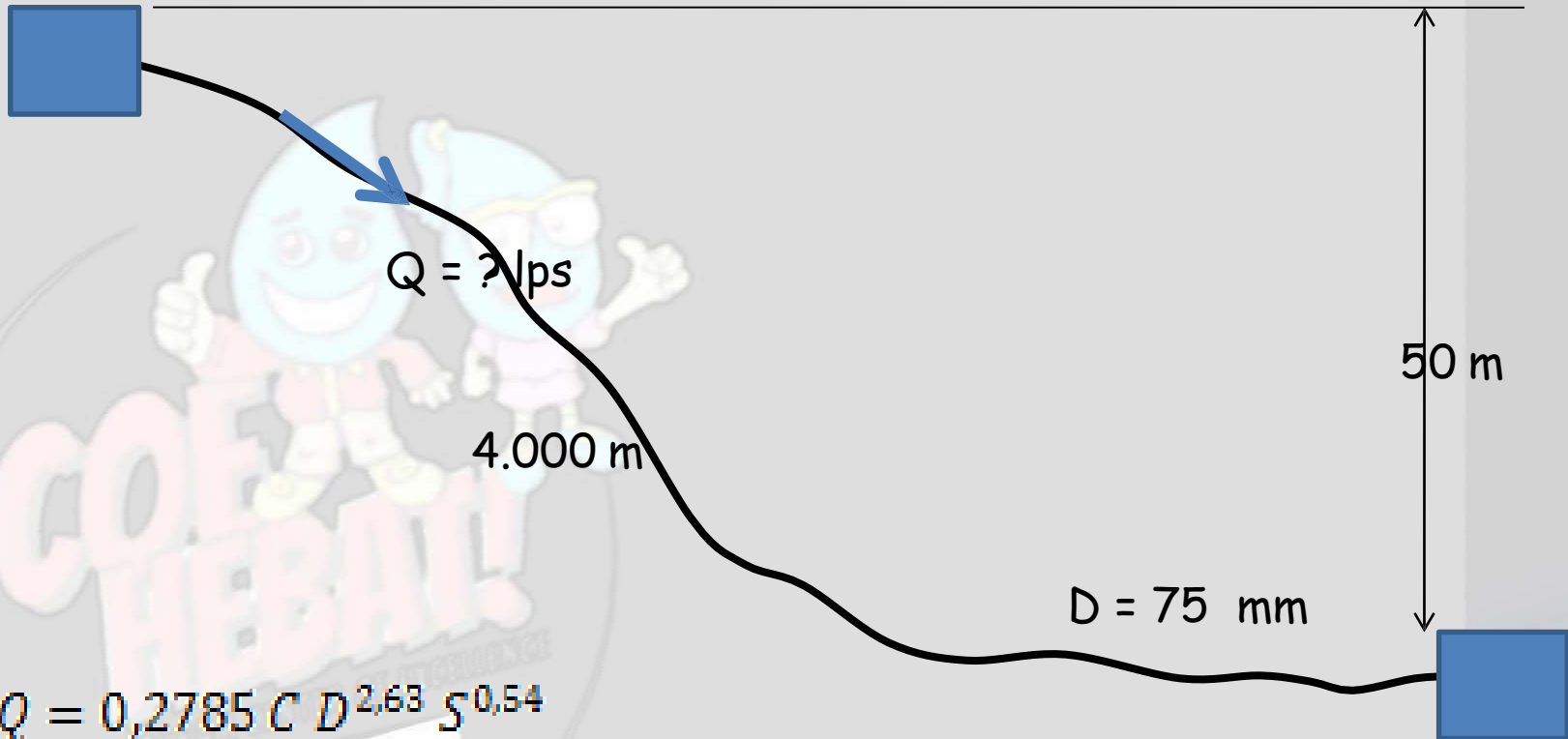
$$L = 4.000 \text{ m}$$

$$\text{Diambil nilai } D = 150 \text{ mm}$$



**Kata P. Lurah :**

**" Seandainya Kami pakai  
pipa 3 inchi, akan  
dihasilkan  
Debit berapa ?"**



$$Q = 0,2785 C D^{2,63} S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 C D^{2,63} H_f^{0,54} L^{-0,54}$$

$$C = 120$$

$$L = 4.000 \text{ m}$$

$$D = 75 \text{ mm} = 0,075 \text{ m}$$

$$Q = 0,00345 \text{ m}^3/\text{s} = 3,45 \text{ lps}$$

$$H_f = 50 \text{ m}$$

**Kata P. Lurah :**

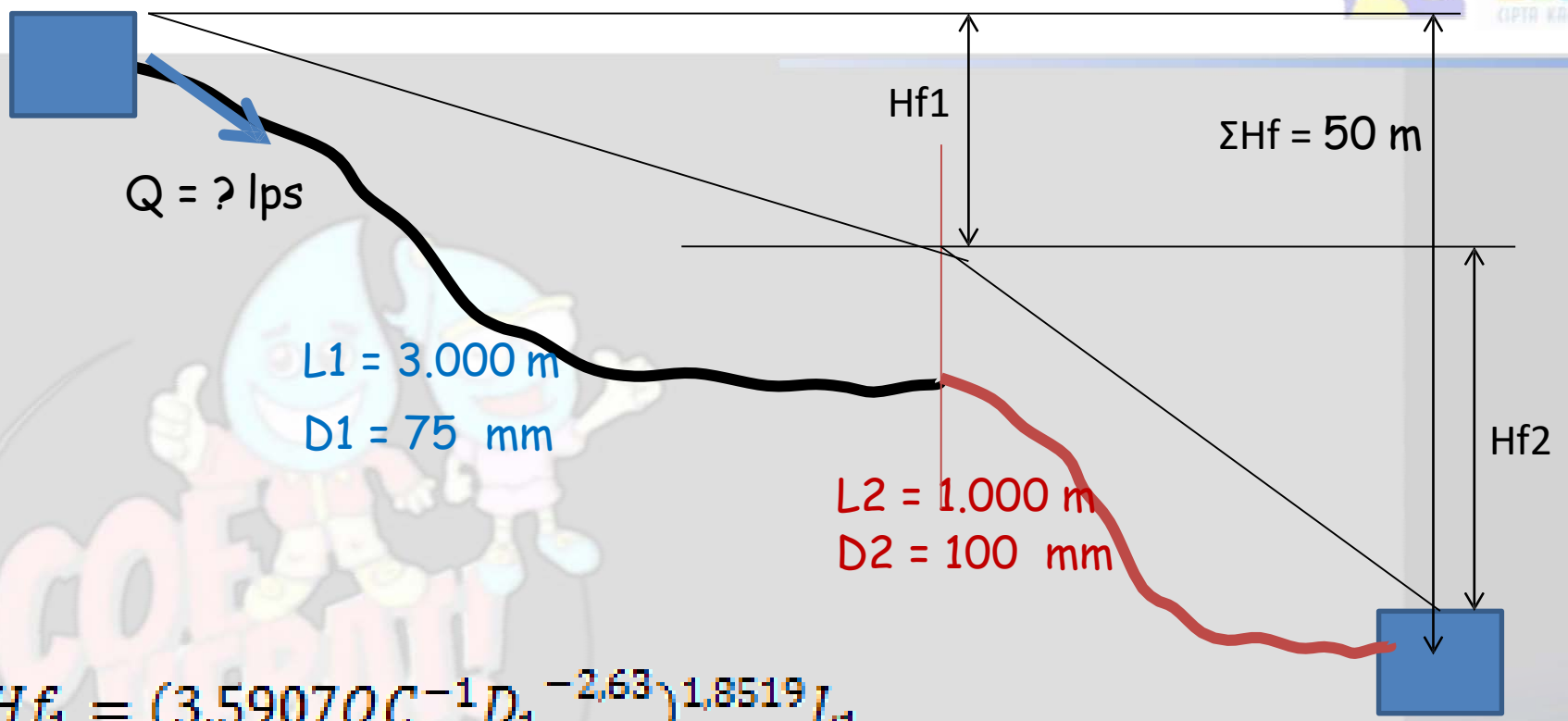
**" Seandainya pipa 3 inchi kami hanya 3 km**

**sedangkan**

**Kekurangannya disambung dgn 4 inchi,**

**akan dihasilkan Debit berapa ?"**

Case : 3



$$Hf_1 = (3,5907QC^{-1}D_1^{-2,63})^{1,8519}L_1$$

$$Hf_2 = (3,5907QC^{-1}D_2^{-2,63})^{1,8519}L_2$$

$$Hf = Hf_1 + Hf_2$$

$$Hf_1 = (3,5907C^{-1}D_1^{-2,63}L_1^{0,54})^{1,8519}Q^{1,8519}$$

$$Hf_2 = (3,5907C^{-1}D_2^{-2,63}L_2^{0,54})^{1,8519}Q^{1,8519}$$

# PERHITUNGAN



$$Hf_1 = (3,5907C^{-1}D_1^{-2,63}L_1^{0,54})^{1,8519} Q^{1,8519}$$

$$Hf_2 = (3,5907C^{-1}D_2^{-2,63}L_2^{0,54})^{1,8519} Q^{1,8519}$$

	C	D	L	Hf	
Pipa I	120	0,075	3.000	1.361.203	Q <sup>1,852</sup>
Pipa 2	120	0,100	1.000	111.757	Q <sup>1,852</sup>
					1,852
			Σ Hf =	1.472.960	Q
			Σ Hf =	50	

$$1.472.960 Q^{1,8519} = 50$$

$$Q = 0,0039 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 3,8609 \text{ l/s}$$

**Kata P. Lurah :**



**" Seandainya pipa 3 inchi  
sepanjang 3 km Kami pasang  
di hilir**

**sedangkan yg 4 inchi  
sepanjang 1 km di hulu,**

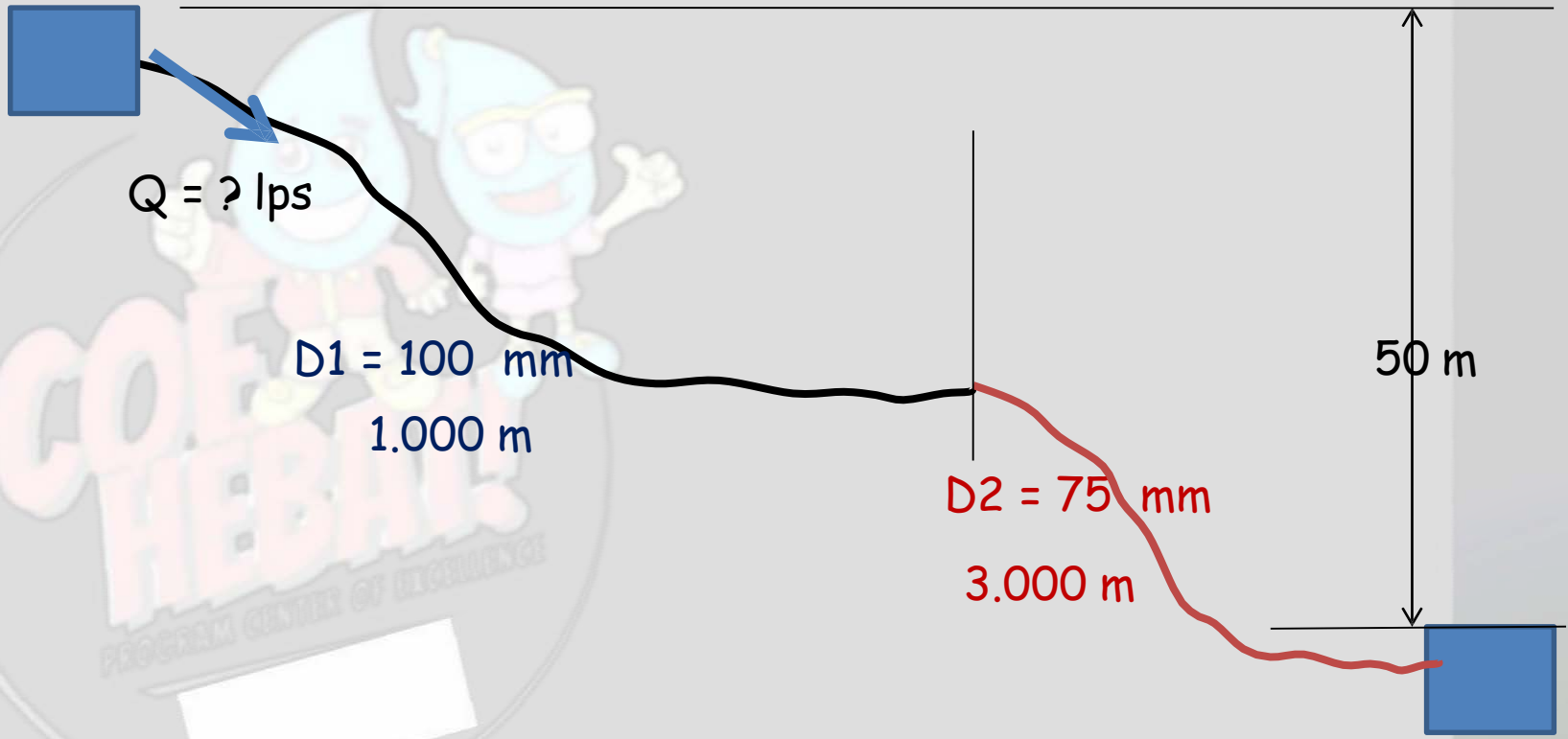
**Debit berapa yg akan dihasilkan ?"**



SILAHKAN DIHITUNG SENDIRI



Case : 4



**PERHITUNGAN**

	C	D	L	Hf	Q
Pipa 1	120	0,100	3.000		1,852
Pipa 2	120	0,075	1.000		1,852
			$\Sigma Hf =$		1,852

$\Sigma Hf = 50$

$$Q = \frac{1,851}{9} = 50$$

$$Q = \text{m}^3/\text{s}$$

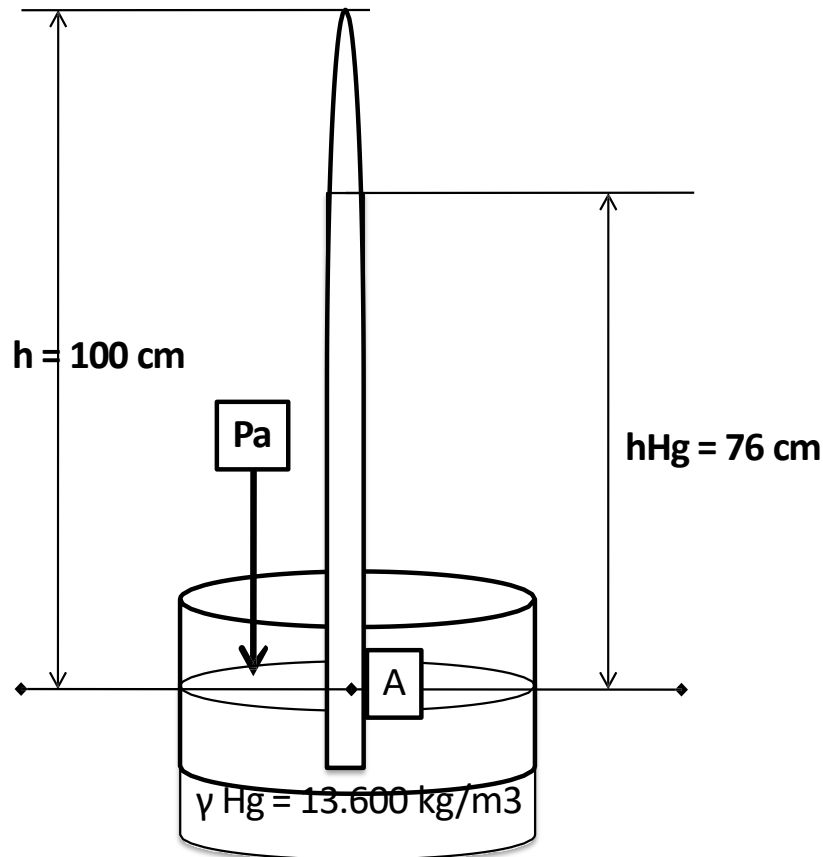
$$= \text{l}/\text{s}$$

# KRITERIA KECEPATAN ALIRAN



No.	JARINGAN	KECEPATAN (m/dt)
1.	Jaringan Transmisi	0,6 s.d.1,5
2.	Jaringan Distribusi	0,3 s.d. 2,5
3.	Jaringan Pompa Pipa Kecil	1,0 s.d 2,0
4.	Jaringan Pompa Pipa Besar	s.d 6,0

# PENGERTIAN METER KOLOM AIR



Tekanan Hidrostatik di Titik A seimbang antara Tekanan Atmosfir  $P_a$  (yg menekan Air Raksa pada bejana) dengan tekanan yg disebabkan oleh Air Raksa setinggi 76 cm di dalam tabung .

$$\begin{aligned} 1 \text{ Atm} &= \rho_{\text{Hg}} (g)(h_{\text{Hg}}) \\ &= 13.600 \text{ kg/m}^3 (9,81 \text{ m/s}^2) \\ &\quad (76/100\text{cm}) \\ &= 101.396,16 \text{ N/m}^2 . \end{aligned}$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pascal} .$$

Apabila Hg diganti Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), maka berlaku :

$$\begin{aligned} 1 \text{ Atm} &= 101.396,16 \text{ N/m}^2 = \rho_{\text{H}_2\text{O}} (g) \\ &\quad (h_{\text{H}_2\text{O}}) \text{ atau} \\ 101.396,16 \text{ N/m}^2 &= 1.000 \text{ kg/m}^3 \\ &\quad (9,81\text{m/s}^2) (h_{\text{H}_2\text{O}}). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{\text{H}_2\text{O}} &= 101.396,16/9.810 \\ &= 10,336 \text{ m} . \end{aligned}$$

Selanjutnya dalam literatur sering disebut :

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 101.325 \text{ N/m}^2 = \\ &= 101,325 \text{ kPa} \\ &= 10,34 \text{ mka} \end{aligned}$$

# Cobalah Anda Menjawab :



$$h_f = \left( \frac{Q}{0,2785 \cdot C \cdot D^{2,63}} \right)^{1,8519} \cdot L$$

1. Kenalkah anda dgn rumus di atas ? dan apa gunanya ?
2. Kenalkah anda dg Rumus Bernoulli (Hukum Kekekalan Energi) ? Untuk dasar perhitungan apa ?
3. Apa yg anda ketahui dg Tekanan satu atmosfer, dan kesetaraanya dengan 76 cm kolom Air Raksa.
4. Dalam Rumus Hazen Williams, apa yg dimaksud dg "S"
5. Apa yg anda ketahui dg Hydraulic Grade Line (HGL) ? dan apa bedanya dg EGL ?
6. Berapa debit aliran zat cair yg lewat pipa Chw 140, berdiameter 200 mm, sepanjang 4.000 m yang dipasang pada beda ketinggian 50 m antara kedua ujungnya, akan menghasilkan .





J BOX  
P-109 D

J BOX  
P-109 E



## **PRESENTASI 4 LANGKAH EFISIENSI ENERGI**



## BAB 4

# LANGKAH EFISIENSI ENERGI

FASILITATOR : (NAMA)  
(INSTANSI)

# MENGENALI KAPASITAS DAN DAYA POMPA



Apabila kita akan menggerakkan suatu sistem (mesin) untuk suatu tujuan, kita perlu tahu :

- Brp kapasitas (kinerja) yg akan dihasilkan (output) ?
- Berapa daya yg dibutuhkan (input daya) ?

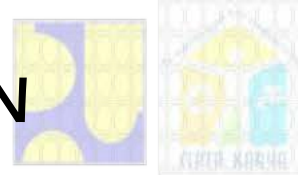
Dari mana kita tahu kebutuhan daya dan kinerja sistem tsb ?

Name Plate sistem Pompa memberi kita informasi ttg kinerja sistem Pompa, krn memuat :

- ✓ Input dan output **kinerja Motor**, paling tidak mengenai :
  - Nilai Tegangan
  - Nilai Frekuensi
  - Nilai Kuat Arus
  - Nilai Kecepatan Putaran Poros
- ✓ Input dan output **kinerja Pompa**, paling tidak mengenai :
  - Nilai Kecepatan Putaran Poros
  - Nilai Kapasitas aliran (debit)
  - Nilai Head (tekanan)
  - Nilai Efisiensi

Alat Ukur juga akan memberi kita informasi ttg input dan kinerja sistem

# MENGGUNAKAN **DAYA** & **WAKTU** SESUAI KEBUTUHAN



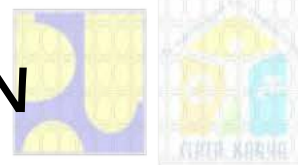
1. SESUAI ANTARA **PERMINTAAN** (Demand) DG **PEMBERIAN** (Supply)  
DAYA = brp **besar**nya (Constan/Fluktuatif)  
WAKTU = brp **lama**nya (Constan/Fluktuatif)
2. **BIAYA SEKECIL**  
**MUNGKIN DENDA** = tdk  
ada  
**KEHILANGAN ENERGI & PRODUCT** = ditekan
3. **USIA PERALATAN/MESIN** DIPERTAHANKAN DARI  
**KERUSAKAN KELALAIAN OPERATOR** = dihindari  
**KELAINAN/PENURUNAN KINERJA** = terdeteksi scr dini



*Energi = Daya x Waktu*



# MENGGUNAKAN **DAYA** & **WAKTU** SESUAI KEBUTUHAN

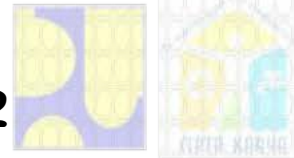


Penggunakan Daya dan waktu dpt sesuai, apabila :

- a. Dapat dihitung kapasitas (nilai) kebutuhan
- b. Dapat diketahui kapasitas (nilai) yg hilang,
- c. Shg dpt dihitung kapasitas yg hrs disediakan

Contoh Penggunaan Daya dan waktu agar sesuai dg kebutuhan :

- Menghitung kapasitas (nilai) kebutuhan  
Apabila kapasitas air distribusi Diperlukan  $Q_{Dmd}$ : 1.000.000 m<sup>3</sup>/hari  
Apabila dipergunakan Pompa sbg alat bantu pengaliran, maka brp :
  - ❖ Debit/kapasitas Pompa = ?
  - ❖ Tekanan/head Pompa = ?
  - ❖ Daya Listrik yg diperlukan sbg penggerak Pompa = ?
- Kita perlu Menghitung kapasitas (nilai) yg hilang dulu :  
Apabila kehilangan air pd proses distribusi : 20 %  
Apabila nilai efisiensi Pompa = 70 %  
Apabila nilai efisiensi Transmisi = 90 %  
Apabila nilai efisiensi Motor Listrik = 80 %, maka brp :
  - ❖ Kapasitas Distribusi air = ?
  - ❖ Energi Listrik yg dibutuhkan = ?



- Menghitung kapasitas yg hrs disediakan :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Distribusi air} &= 120 \% \times \text{Kap Distribusi Rata2} \\ &= 1.200.000 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 14 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Daya Air} = P_w &= Q.H.p.g \\ &= (14)(50)(1000)(9,81) \\ &= 6.812.500 \text{ watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Daya Listrik } P_e &= \frac{P_w}{\eta_t} \\ &= \frac{6.812.500}{(0,7)(0,9)(0,8)} \\ &= 13.516.864 \text{ watt}\end{aligned}$$

$$P = 6.812.500/0,7 = 9.732.kWatt$$

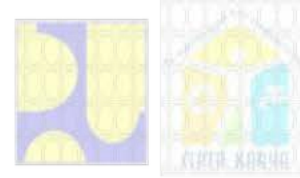
$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Energi Listrik } E_p &= P. t \\ &= (13.516.864)(24\text{jam/hari}) \\ &= 324.404.762 \text{ watt.jam/hari} \\ &= 324.405 \text{ kWh /hari}\end{aligned}$$

Kapasitas Motor Listrik : *Dilihat pada Name Plate*

$$U = 380 \text{ Volt dan FD} = 0,86,$$

$$I = \frac{13.516.864}{(380)(0,86)(\sqrt{3})} = 38.880 \text{ Amp} = 38,9 \text{ kAmp}$$





## Bagaimana kita mengetahui : KESESUAIAN ANTARA PERMINTAAN (Demand) DG PEMBERIAN (Supply) ? .

Permintaan (Demand) dihitung berdasarkan :

- Realisasi Pemakaian (DRD/DSML)
- Perencanaan Pemakaian tiap Individu Sambungan
- Kriteria Penggunaan berdasarkan Jenis Sambungan

Suplai dihitung berdasarkan :

- Nilai Kehilangan Product
- Nilai Kehilangan Energi
- Nilai Faktor Fluktuasi Kebutuhan

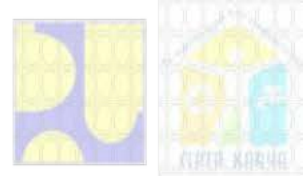
**DAYA** = brp besarnya (Constan/Fluktuatif)

- Faktor Hari Maksimum
- Faktor Jam Puncak

**WAKTU** = brp lamanya (Constan/Fluktuatif)

- Luar Waktu Beban Puncak Listrik
- Waktu Beban Puncak Listrik
- Waktu Beban Ringan Demand
- Waktu Beban Puncak Demand

## Bagaimana kita mengetahui : **BIAYA SEKECIL MUNGKIN**



**DENDA >> tdk ada**

**Yakinkan lewat rincian Rekening Pembayaran PLN bahwa tidak ada biaya**

- **Energi Reaktif Induktif yg dibebankan (kVARh) .**
- **Amati lewat Alat Ukur Faktor Daya, bahwa nilai  $\text{Cos } \varphi > 0,85$**

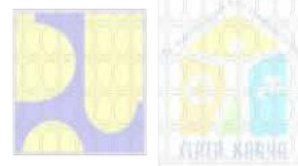
**KEHILANGAN ENERGI & PRODUCT >> ditekan**

- **Perbandingkan antara Nilai Input Energi Listrik thd Nilai kinerja Sistem (Pompa) menghasilkan Nilai  $\eta_t > 50\%$  \*)**
- **Perbandingkan antara Nilai Input Energi Listrik thd Nilai Produk Yg dihasilkan, apakah Nilai  $\text{SEC} < 0,4 \text{ kWh/m}^3$  \*)**
- **Yakinkan Nilai Kinerja dan Biaya saat ini tidak lebih jelek dari Kriteria, Sistem Sejenis atau Masa lalu**

**Catatan : \*) Kecuali utk Jenis Pompa tertentu**

**Bagaimana kita mengetahui :**

**USIA PERALATAN/MESIN DIPERTAHANKAN DARI KERUSAKAN**



**KELALAIAN OPERATOR >> dihindari**

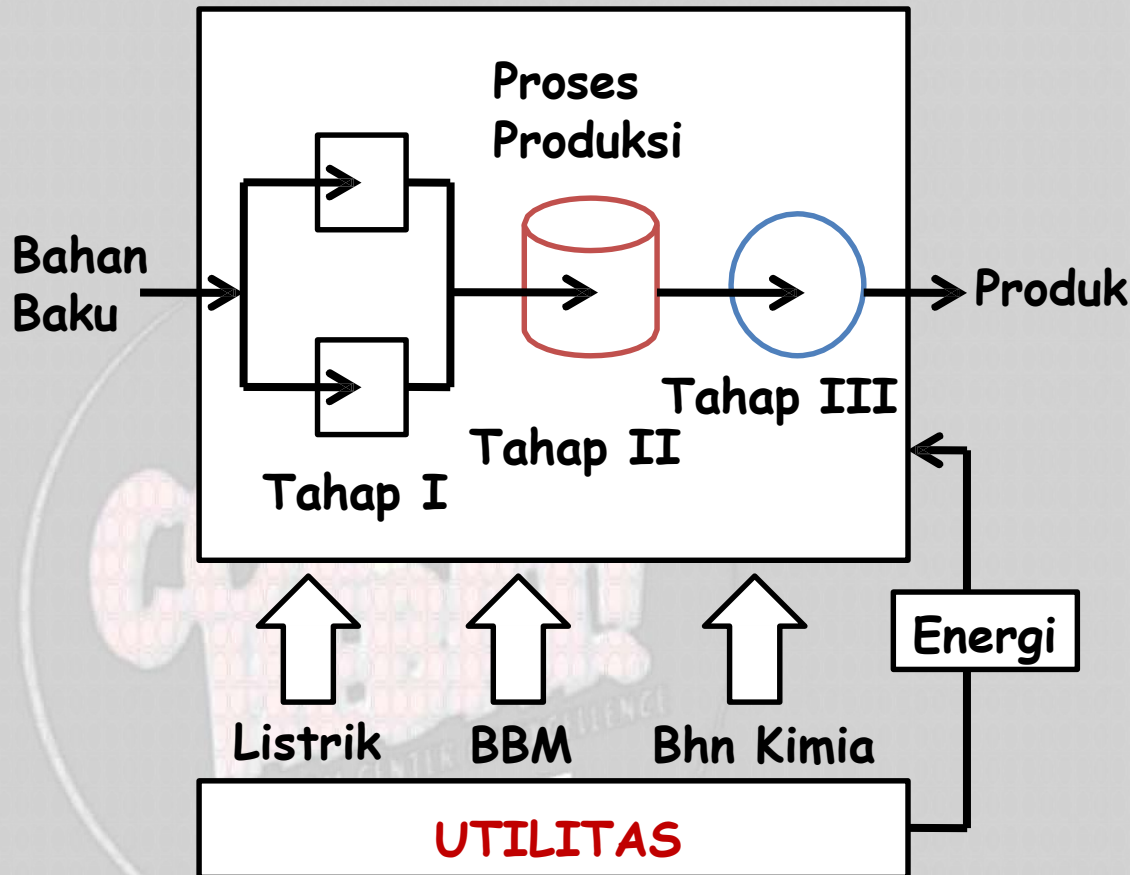
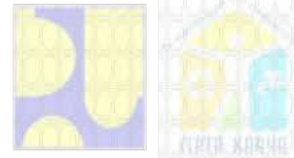
- Yakinkan sdh diterapkan dan dipenuhi ketentuan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (k3)
- Yakinkan sdh dibuat dan dilaksanakan Pedoman Operasi Standar (SOP)
- Yakinkan Operator yg ditunjuk telah mempunyai kompetensi pd bidang Tugasnya

**KELAINAN/PENURUNAN KINERJA >> terdeteksi scr dini**

- Yakinkan bhw Data Peralatan/Mesin tlg diinventarisir scr tertib
- Yakinkan peralatan/mesin sdh dilengkapi dgn Alat Ukur, Penanda Bahaya (Alarm), dan pemutus aliran yg bekerja scr automatic, akurat dan memadai (penempatan dan kapasitasnya)
- Yakinkan sdh dipenuhi kewajiban Operator sesuai jadwal operasi dan perawatan mesin scr Berkala
- Yakinkan bhw pencatatan dan pelaporan Operator sdh tertib, akurat Dan aktual



# PROSES INDUSTRI



## Peralatan/Mesin Proses

- ✓ Prasedimentasi
- ✓ Aerasi
- ✓ Koagulasi
- ✓ Flokulasi
- ✓ Sedimentasi/Flotasi
- ✓ Filtrasi
- ✓ Desinfeksi
- ✓ Transmisi
- ✓ Distrbusi

## Peralatan/Mesin Utilitas

- ✓ Generator Set
- ✓ Kompresor
- ✓ Listrik PLN
- ✓ Pompa

## INDEKS EFISIENSI ENERGI :

Specific Energy Consumption = SEC = IKE = KES =  $\frac{\text{Nilai Satuan Energi}}{\text{Nilai Satuan Produk}}$



**Industri Besi & Baja**

✓ 650 kWh/Ton

**Industri Cement**

✓ 800 kCal/kg clinker

**Industri Makanan**

✓ 3,49 MJ/kg

**Industri Ceramic**

✓ 16,6 GJ/Ton

**Industri Minuman**

✓ 5,11 MJ/m<sup>3</sup>

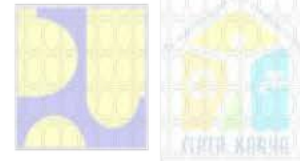
**Industri Air Bersih**

✓ 0,4 kWh/m<sup>3</sup>

Catatan :

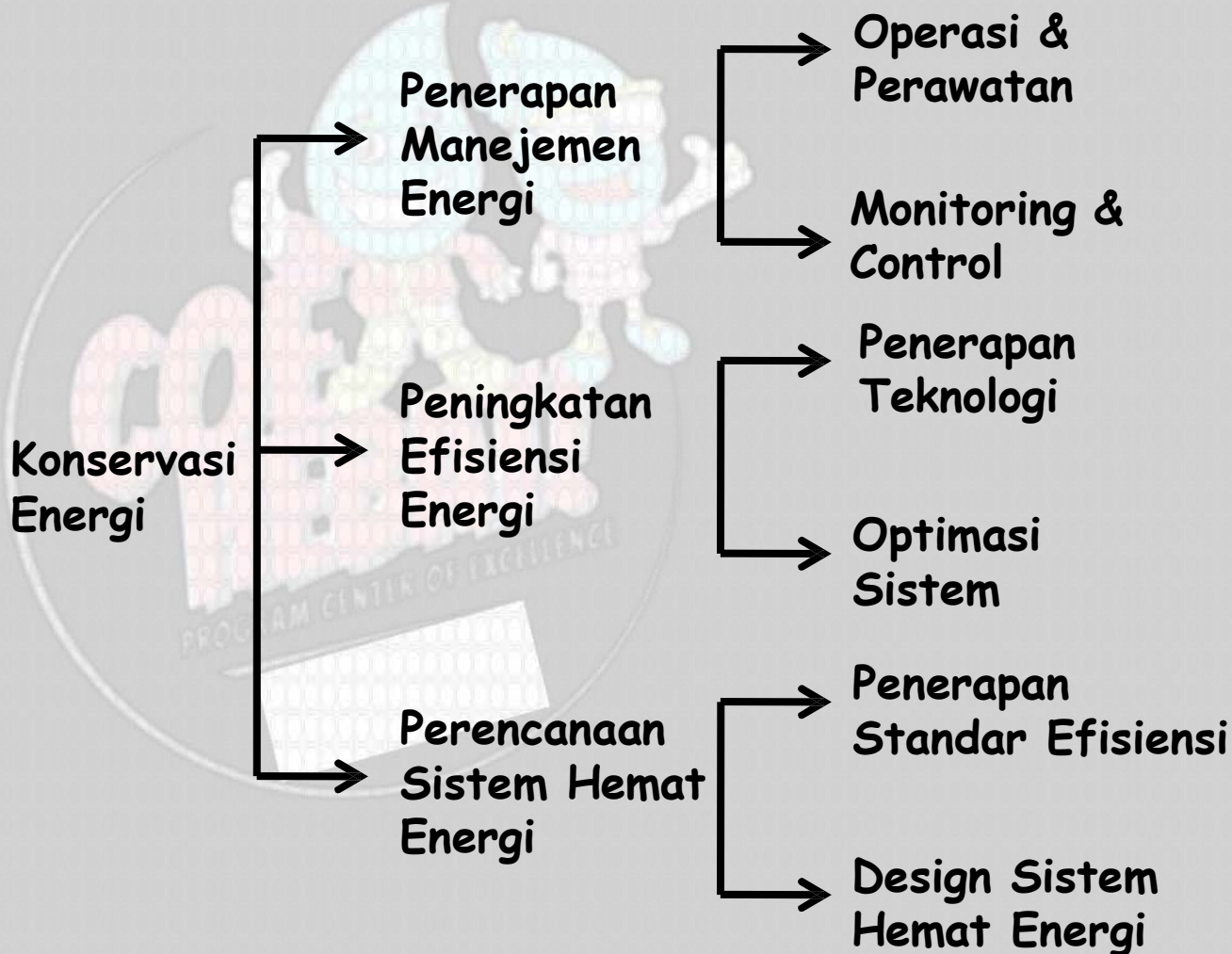
Utk SP dgn nilai  $H > 75$  m,  
perlu pertimbangan khusus

Sumber : ESDM, JICA, BPPT, Kemenperind



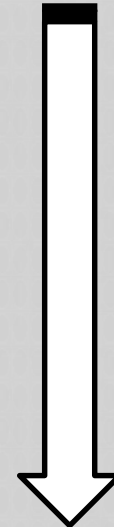
## KEGIATAN

### AUDIT ENERGI



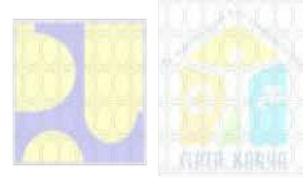
## TARGET PERUBAHAN

Existing System



New System





## Definisi :

Aktivitas mengevaluasi pola penggunaan energi suatu sistem **guna**  
Mengidentifikasi peluang penghematan yg dpt dilakukan .

## Sasaran :

Memperoleh gambaran Pola Penggunaan Energi, *dgn mengamati* :

- ✓ Fluktuasi Penggunaan (Nilai Faktor Fluktuasi)
- ✓ Neraca/Distribusi Energi (Input VS Output >> Hilang ?)
- ✓ Langkah Penghematan ("How-next ?")

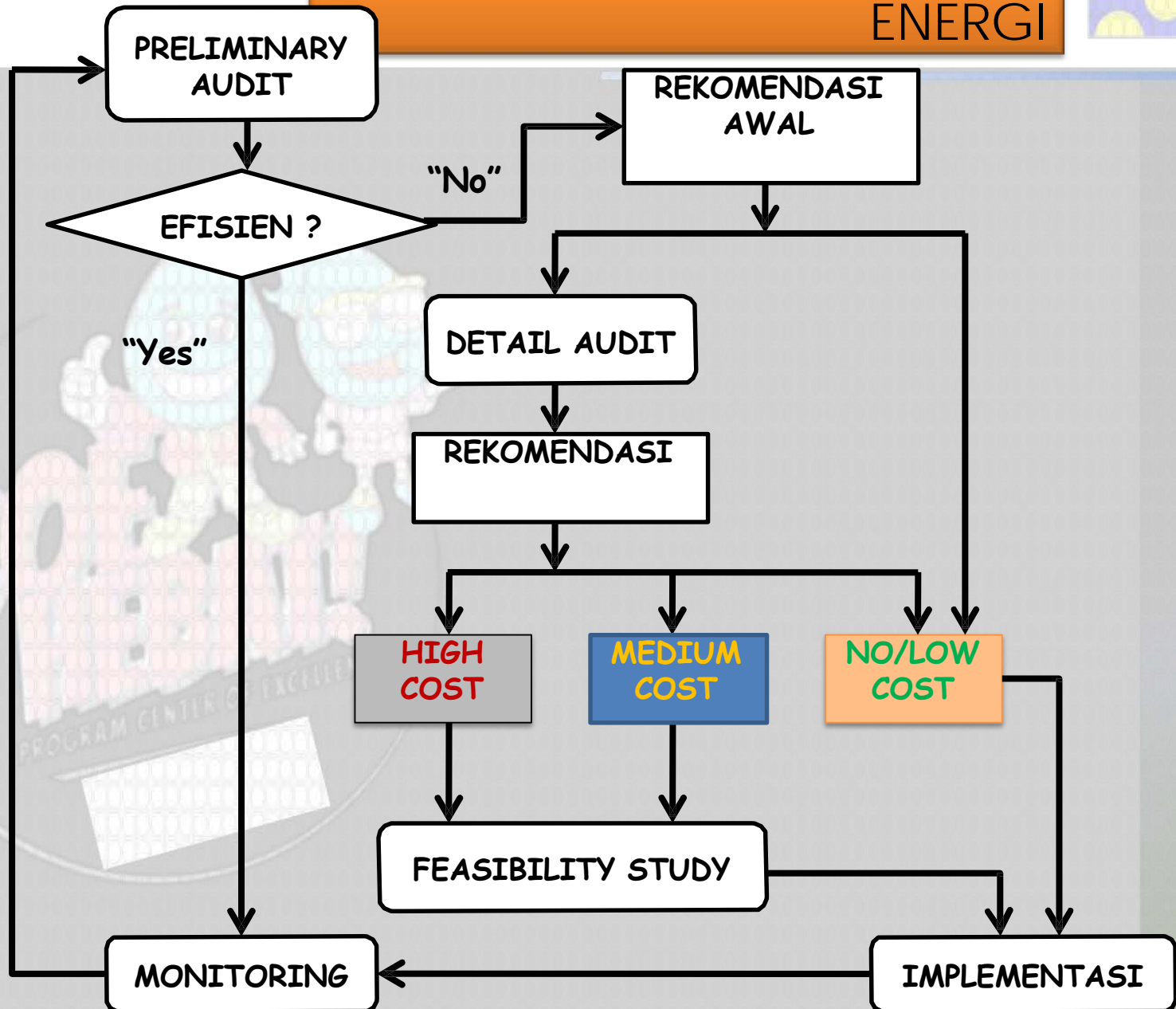
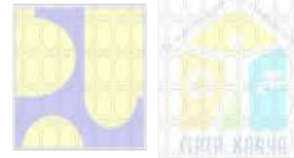
Identifikasi Sumber Pemborosan Energi, *dgn mengukur, membandingkan, dan mempertimbangkan* :

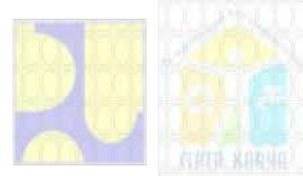
- ✓ Evaluasi/pengukuran ("Is there anything wrong ?")
- ✓ Rasionalisasi & Optimalisasi Penggunaan Energi ("Benchmarking")
- ✓ "Think" Waste Energi (to-be Reduce/Reuse/Recycle)

Landasan utk melakukan Peningkatan Nilai Efisiensi, *apakah perlu* :

- ✓ Perbaikan manajemen O & P peralatan
- ✓ Reparasi/retrofit peralatan
- ✓ Penggunaan instalasi/teknologi Hemat Energi

# SKEMA AUDIT EFISIENSI ENERGI

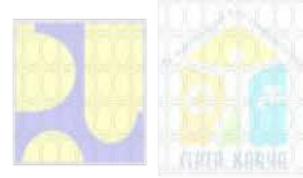




TEKNIK AUDIT ENERGI ADALAH TAHAPAN DAN ATAU METODE DALAM MELAKUKAN AUDIT ENERGI.

Tahapan dimaksud antara lain berupa:

- Pengumpulan data (primer dan sekunder).
- Analisis (yang berdasarkan teori, kriteria/ standar dan perbandingan)
- Kesimpulan
- Saran/ Rekomendasi
- Implementasi
- Monitoring dan Evaluasi



## (1) QUESTIONER

### Data Umum :

Identitas Institusi Objek (Nama, Alamat, Struktur Organisasi, Sejarah Perkembangan, Kapasitas Produksi, dll)

### Data Proses dan Peralatan :

- ✓ Diagram Alir Proses (sistem mekanikal, elektrikal, proses produksi, energi, instrumentasi, dll)
- ✓ Data Peralatan/Mesin Utama (termasuk spesifikasinya)
- ✓ Data Peralatan/Mesin Utilitas (termasuk spesifikasinya)

### Data Produksi :

- ✓ Data Jenis, spesifikasi dan kapasitas **produk** (dalam kurun waktu produksi)
- ✓ Data Jenis, spesifikasi dan kapasitas **bahan baku** (dalam kurun waktu produksi)

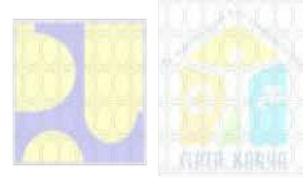
### Data Penggunaan Energi :

- ✓ Data **Volume** Penggunaan Energi (dirinci tiap Peralatan/mesin)
- ✓ Data Nilai **Biaya** Penggunaan Energi tiap peralatan/mesin (Biaya tetap Langganan, Biaya beban pemakaian dan denda) .

### Status Manajemen Energi :

- ✓ Komitmen manajemen (Organisasi, personil dan kebijakan)
- ✓ Audit Energi dan Evaluasi Kinerja
- ✓ Program efisiensi energi
- ✓ Sistem Monitoring Penggunaan Energi
- ✓ Peningkatan Kesadaran (Sosialisasi, kampanye, insentif/disinsentif)





## (2) DATA SEKUNDER (Pengamatan & Interview)

Data Tertulis/ Gambar :

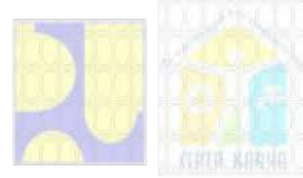
- ✓ Rekening Penggunaan Energi (BBM, Bahan Kimia, Listrik)
- ✓ Denah Gedung, Proses & Perletakan Peralatan/mesin, Skema Jaringan Listrik
- ✓ Data Bahan Baku dan Produk
- ✓ Log-Sheet Operasional Peralatan/mesin (Catatan/laporan Operator)

Data Hasil Pengamatan :

- ✓ Indikator pemborosan energi (kebocoran)
- ✓ Aliran Proses dan Setting Operasi
- ✓ Penerapan Kaidah Efisiensi Energi
- ✓ Kondisi Fisik Peralatan/mesin
- ✓ Ketersediaan dan kondisi Alat Ukur (permanen)

Data Hasil Interview :

- ✓ Prosedur/cara pengoperasian (SOP, K3, Maintenance, Troubleshooting)
- ✓ Komunikasi antar Staf & Pimpinan
- ✓ Pembinaan Personil (training, pengarahan, tegoran, pujian ,dll)
- ✓ Permasalahan lain yg sering dijumpai dlm operasi .



## (3) DATA HASIL PENGUKURAN

Pengukuran On-spot :

- Dilakukan utk parameter yg jarang berubah nilainya (U, I, f, Q, H)
- Dilakukan bila perubahan dlm rentang waktu lama (t,  $\rho$ , g)
- Dilakukan sbg verifikasi/kalibrasi Alat Ukur yg sdh ada .
- Dibutuhkan data segera (cepat)

○ Alat Ukur :

- ✓ Debit : Ultrasonic Flow Meter (Portable)
- ✓ Tekanan : Manometer (Portable)
- ✓ Tegangan : Volt Meter/Multy Tester (Portable)
- ✓ Kuat Arus : Ampere Meter/Multy Tester/Tang Ampere (Portable)
- ✓ Frekuensi : Tacho Meter/Stroboscope (Portable)
- ✓ Daya : Power Analizer (Portable)
- ✓ Faktor Daya : Cos  $\phi$ -meter

Pengukuran On-line :

- Dilakukan utk parameter yg sering berubah (fluktuatif) nilainya (p, v)
- Dilakukan bila diperlukan korelasi beberapa parameter (U-I-P-S-FD)
- Alat Ukur :

- ✓ Debit/Volume : Water Meter (Permanen)
- ✓ Tekanan : Manometer & Logger (Permanen)
- ✓ Tegangan, Kuat Arus, Daya ,dll : Power Analizer (Semi Permanen)





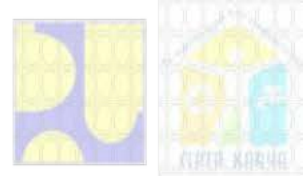
ADALAH KAJIAN (OLAH DATA) TERHADAP BESARAN (NILAI) DATA YANG TERKUMPUL YANG SELANJUTNYA DIBANDINGKAN DENGAN BESARAN KRITERIA/ STANDAR, BESARAN AWAL PEMBUATAN, ATAU BESARAN PADA MASA LALU, DLL.

Analisis energi tersebut dapat berupa:

- Kajian Teknis
- Tinjauan dari sisi kelistrikan
- Tinjauan dari sisi mekanikal
- Tinjauan dari sisi hidrolika
- Kajian Manajemen
- Perencanaan
- Pengorganisasian
- Pelaksanaan
- Pengawasan

# ANALISA HASIL AUDIT

## (1) NERACA ENERGI



### Identifikasi Jumlah dan Jenis Energi yg disuplai

- ✓ Bahan Bakar (sbg Penggerak Mula)
- ✓ Listrik (Daya terpasang, Golongan)

### Identifikasi Proses Konversi dan Distribusi

- ✓ Bahan Bakar ke Listrik
- ✓ Listrik ke Daya atau Energi
- ✓ Energi ke Biaya (Uang)

### Identifikasi Jumlah Energi/biaya yg digunakan

- ✓ Listrik (Energi)
- ✓ Biaya (Rupiah)

### Perbandingan antara Nilai Energi yg disuplai dgn yg dipakai

- ✓ Nilai Efisiensi (% Output/Input)
- ✓ Nilai Energi yg Hilang
- ✓ Nilai Waktu penggunaan

### Komposisi Penggunaan

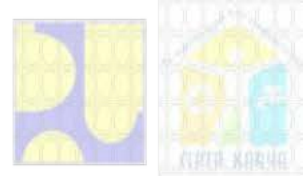
- ✓ Bandingkan dgn Nilai Acuan

### Rekomendasi

- ✓ Bgmn mengurangi Nilai Rugi-rugi
- ✓ Bgmn meningkatkan Nilai Efisiensi
- ✓ Bgmn menggunakan Energi scr efektif dan efisien

# ANALISA HASIL AUDIT

## (2) BENCHMARKING



Indeks EE berdasar Korelasi antara Konsumsi Energi thd Faktor Pengaruh :

- ✓ Energi (kWh/m<sup>3</sup>, MJ/ton)  
Kapasitas Product
- ✓ Energi (kCal/ton Bhn Baku)  
Bahan Baku
- ✓ Regresi Linier kebutuhan Energi (fungsi) thd Produk (  $YE = aX + c$  )

Pembandingan Nilai Indeks thd :

- ✓ Nilai Indeks Standar
- ✓ Nilai Kondisi Bulan atau Tahun sebelumnya
- ✓ Nilai Kondisi Saat Dibuat (Name Plate)
- ✓ Nilai Kondisi Peralatan/Mesin yg sejenis atau sekapasitas

Analisa Hasil Benchmarking, meliputi :

- ✓ Tingkat Efisien atau tdk efisien
- ✓ Penyebab Naik/Turunya Indeks
  - Aktifitas Produksi (Waktu, Gangguan Aliran Listrik, dll)
  - Jenis Peralatan yg digunakan atau bahan yg diolah
  - Faktor Musim (siklus/tahunan/lebaran, dll)

Kesimpulan dan Rekomendasi, meliputi :

- ✓ manajemen Operasi dan Perawatan (SOP)
- ✓ Penggunaan Teknologi Hemat Energi
- ✓ Disain Sistem Hemat Energi (Retrofit/Pengembangan Fasilitas)



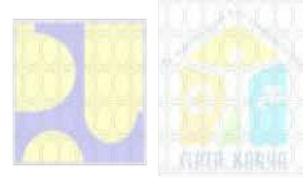
**REKOMENDASI** adalah pola tindakan strategis atau bijak dalam mencari peluang yang memungkinkan untuk dilaksanakan tindakan yang lebih efektif dan efisien. Dalam rekomendasi ditunjukkan peluang apa yang masih memungkinkan untuk ditempuh dalam rangka peningkatan/ perbaikan nilai efisiensi energi.

**FEASIBILITY STUDY** adalah kajian yang lebih detail tentang objek yang dikaji (objek studi), yang ditinjau dari berbagai analisis. Tujuan dilakukan analisis agar diperoleh rencana tahapan implementasi secara runtut, taktis dan dapat dipertanggungjawabkan secara administratif

Analisis dimaksud meliputi aspek:

- Pasar dan pemasaran
- Hukum
- Teknis Operasi
- Management/ Organisasi
- Sosial dan Ekonomi
- Dampak Lingkungan, atau
- Keuangan, PP, ARR, NPVPI, IRR, dll, atau minimal berupa perhitungan BEP (Break Event Point).





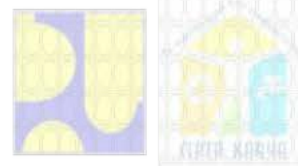
**IMPLEMENTASI** merupakan realisasi/ pelaksanaan thd hasil kajian sebagai dicantumkan dalam rekomendasi.

Tingkatan implementasi didasarkan pada kemampuan teknologi, biaya dan urgensi (kepentingan mendesak).

Yang dikategorikan sebagai:

- *Low/ No Cost* (yang membutuhkan relatif sedikit biaya).
- *Medium Cost* (yang membutuhkan biaya tidak terlalu besar).
- *High Cost* (yang membutuhkan biaya banyak).





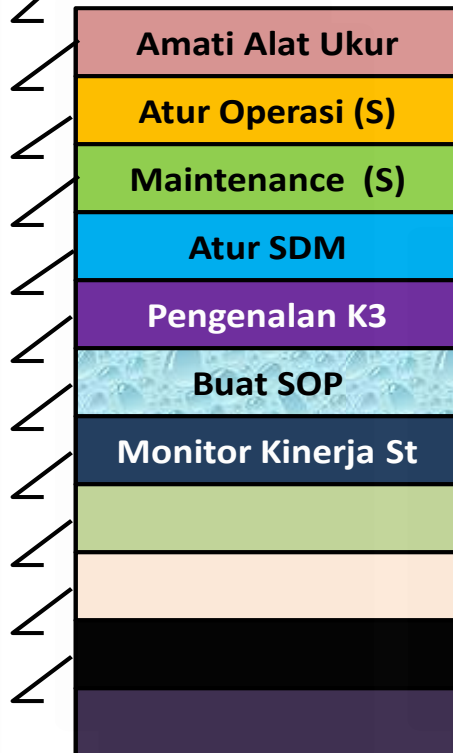
- Pasang Kapasitor Bank
- Pasang Inverter (V S D)
- Ganti Pompa Submersible
- Penggunaan BBM beralih ke listrik
- Penurunan NRW
- Pemasangan PRV
- Pemasangan Pompa Booster
- Pengoperasian pompa ganda/ Pompa Pendamping
- Atur jam operasi pompa
- Penggunaan Genset Waktu Beban Puncak daerah tertentu
- Revisi SOP

- Pelatihan dan penggalakan K3
- Revisi Bisnis Plan
- Peningkatan Kapasitas Jaringan
- Pembuatan/ Peningkatan Kapasitas Reservoir
- Pemetaan Pelanggan (GIS)
- Pembentukan Zona Pelayanan
- Pembentukan Distric Meter Area
- Studi Kinerja Jaringan
- Studi Kinerja Instalasi Pengolahan Air
- Pengaturan dan Pengendalian Jam Pompa

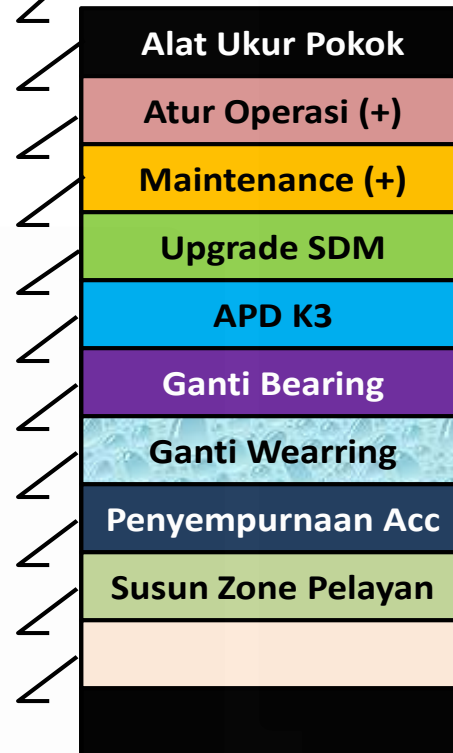
# JENIS JENIS REKOMENDASI



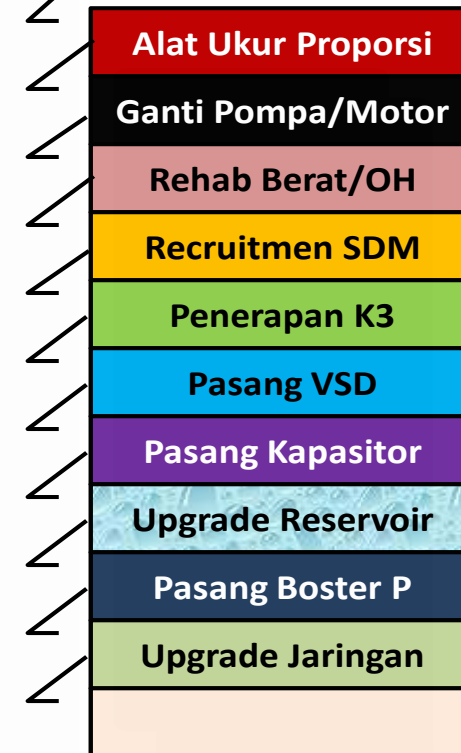
## LOW/NO COST



## MEDIUM COST

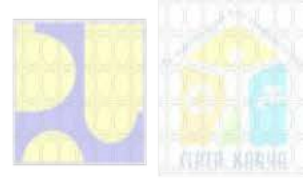


## HIGH COST



# REKOMENDASI

## (1) PENERAPAN MANAJEMEN ENERGI



**Manajemen Operasional, berisi ttg :**

- **Standard Operation Procedure (SOP)**
- **Pencegahan Pemborosan**
- **Pengurangan Rugi-rugi Energi**
- **Parameter Kritis**
- **Kompetensi Operator/Training**

**Manajemen Perawatan, berisi ttg :**

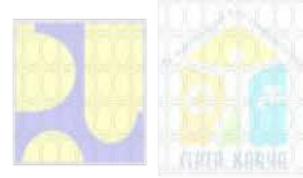
- **Standard Operation Procedure (SOP)**
- **Preventive Maintenance**
- **Predictive Maintenance**

**Energy Performance Indicator ,berisi ttg :**

- **Base Line and Target**
- **Corrective Action/Management Review**

**Sistem Monitoring dan Kontrol, berisi ttg :**

- **Energy Information Management System (EIMS)**
- **Process Control and Automation**



## (2) PENERAPAN TEKNOLOGI HEMAT ENERGI

### **Low Energy Consumption Process Equipment**

- **Specific Proses**

### **High Efficiency Energy Conversion Technology (Cross Cut Technology)**

- **Variable Speed Drive (Inverter)**
- **Capasitor Bank**

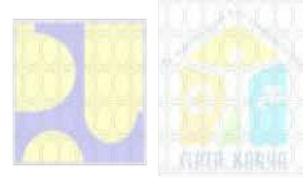
### **Energy and Process Management**

- **Process Automation**
- **Energy Monitoring and Control System**

### **Renewable Energy**

- **Listrik Tenaga Microhydro**
- **Listrik Tenaga Matahari**





## (3) PENERAPAN STANDAR EFISIENSI ENERGI

### Standar Kinerja Peralatan

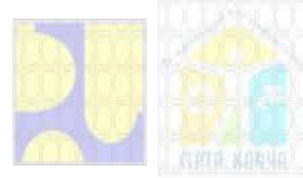
- High Energy Performance Standard
- Minimum Energy Performance Standard
  - ✓ Motor
  - ✓ Pump
  - ✓ Power Factor
  - ✓ K3 (APD)
  - ✓ Pengamanan Water Hammer
  - ✓ Alat Ukur Portable/permanen

### Standar Kinerja System

- Green Industry
- Menyediakan Air yg memenuhi Kuantitas, kualitas dan Kontinuitas



## (4) DESAIN SISTEM HEMAT ENERGI



### **Cogeneration**

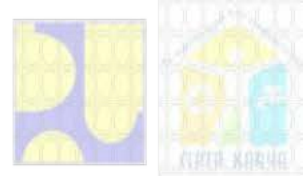
- Adakah sisa proses dpt dikonversi sbg energi listrik ?

### **System Optimization**

- Pump System (Seri/Paralel)
- Redesign Pompa
- Perlukah Reservoir ?
- Perlukah VSD
- Perlukah pengaturan waktu operasi ?
- Pengoperasian Pompa WBP lebih efisien dibanding dgn Gen-Set ?

### **Process Integration**

- EE secara menyeluruh (terintegrasi) dari berbagai sistem



Keuntungan (benefit) dlm EE, mencakup :

- Keuntungan scr Financial
- Keuntungan dlm arti ada penghematan penggunaan Energi
- Keuntungan scr lingkungan (biaya eksternal)
- Peningkatan produktifitas akibat peningkatan nilai Efisiensi dan

manajemen O & P peralatan yg optimal

Biaya dlm EE, mencakup :

- Biaya Langsung (Direct Project Cost)
- Biaya Tambahan O & P (Additional O & M Cost)
- Capacity Building Cost (Training of personel on new technology)

Penilaian Investasi, mencakup :

- Simple Payback Period (PP)
- Return on Investment (RoI)
- Net Present Value (NPV)
- Internal Rate of Return (IRR)



## •Pelaksanaan Sistem Management Energi

- Penerapan Standard Operation Prosedure (SOP) secara optimal
- Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja secara porposional
- Pemasangan dan Penggunaan Sistem Alat Ukur secara benar
- Pemasangan dan Pemahaman Signal Peringatan "Hazard"
- Pemasangan Alat Pengaman Outomatic

## •Evaluasi Nilai Efisiensi Energi

- Pelaksanaan Audit Energi secara Periodik
- Terukurnya Nilai Efisiensi tiap Sistem
- Terukurnya Nilai Specific Energy Consumption
- Terdeteksinya Nilai Faktor Daya
- Terdeteksinya Gejala Penurunan Kinerja Peralatan/Mesin

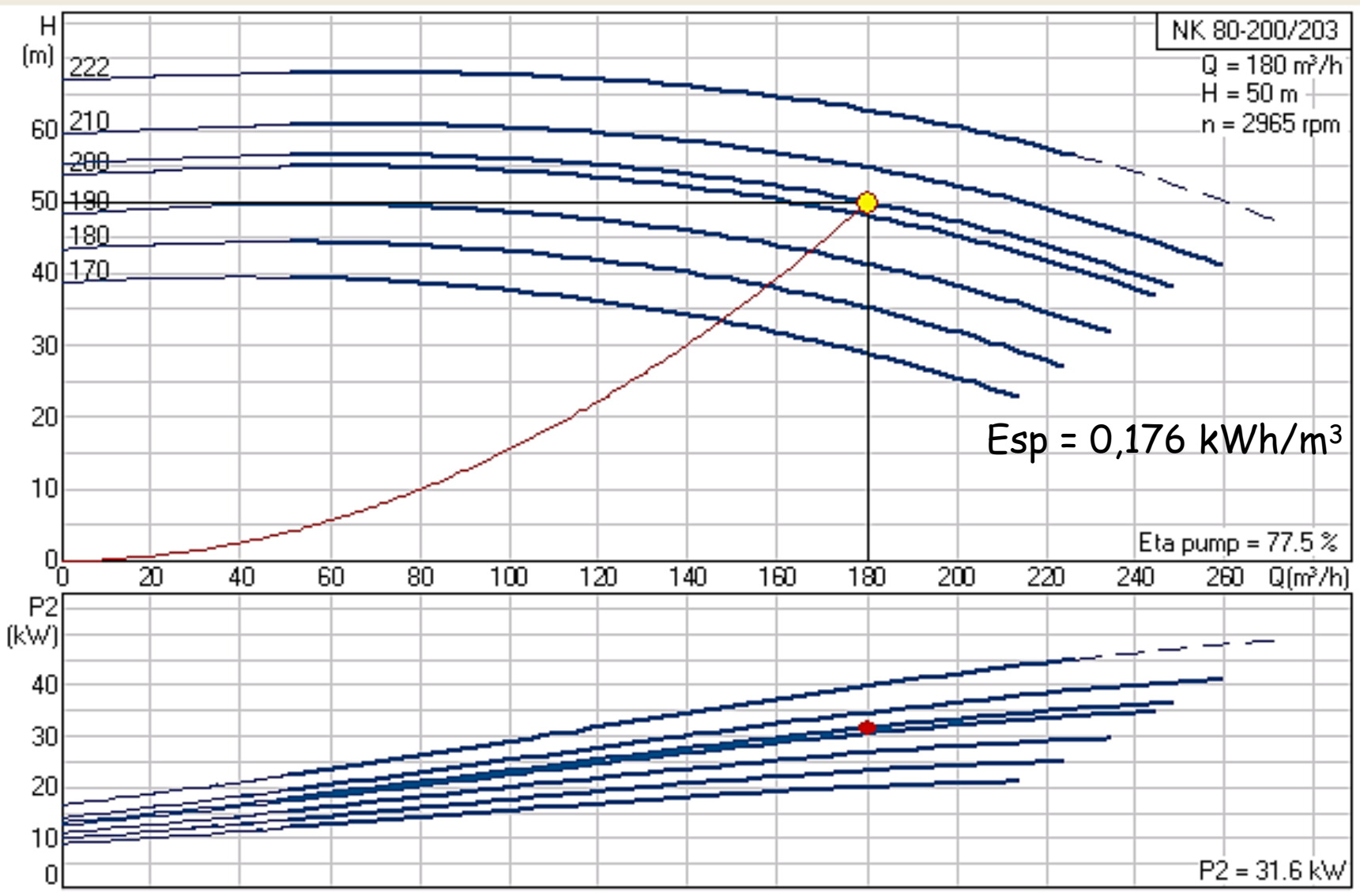
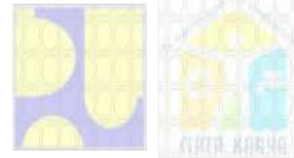
## •Penurunan Biaya Penggunaan Energi

- Perbaikan Peralatan/Mesin yang Nilai Efisiensinya kurang dari standard
- Penggantian/relokasi Peralatan/Mesin yang melebihi Kapasitas
- Pemasangan Peralatan yang dapat menaikkan Nilai Efisiensi
- Redesign Sistem yang disesuaikan dengan Kondisi dan Kebutuhan saat ini
- Evaluasi penggunaan dan biaya energi secara teratur

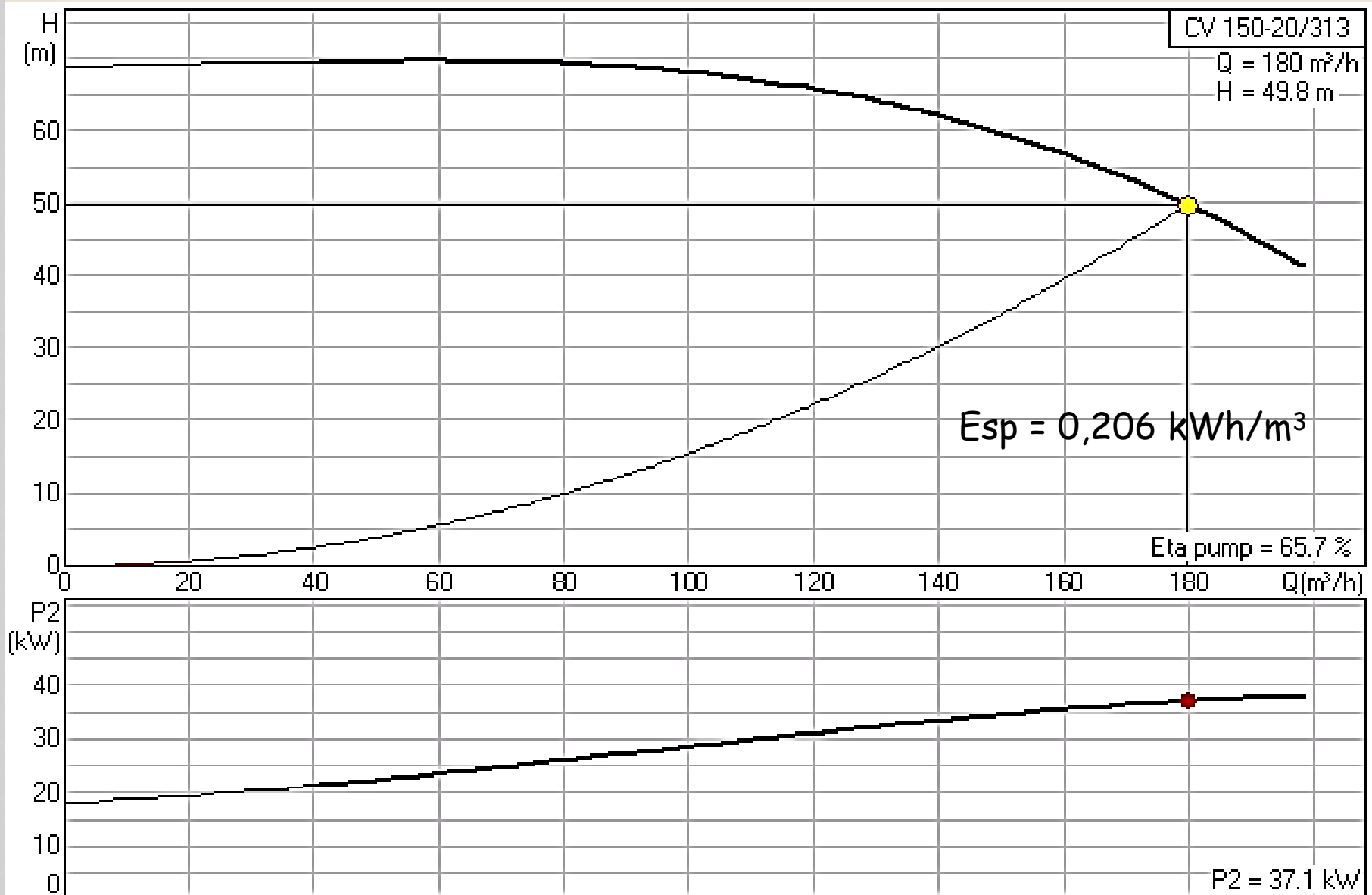


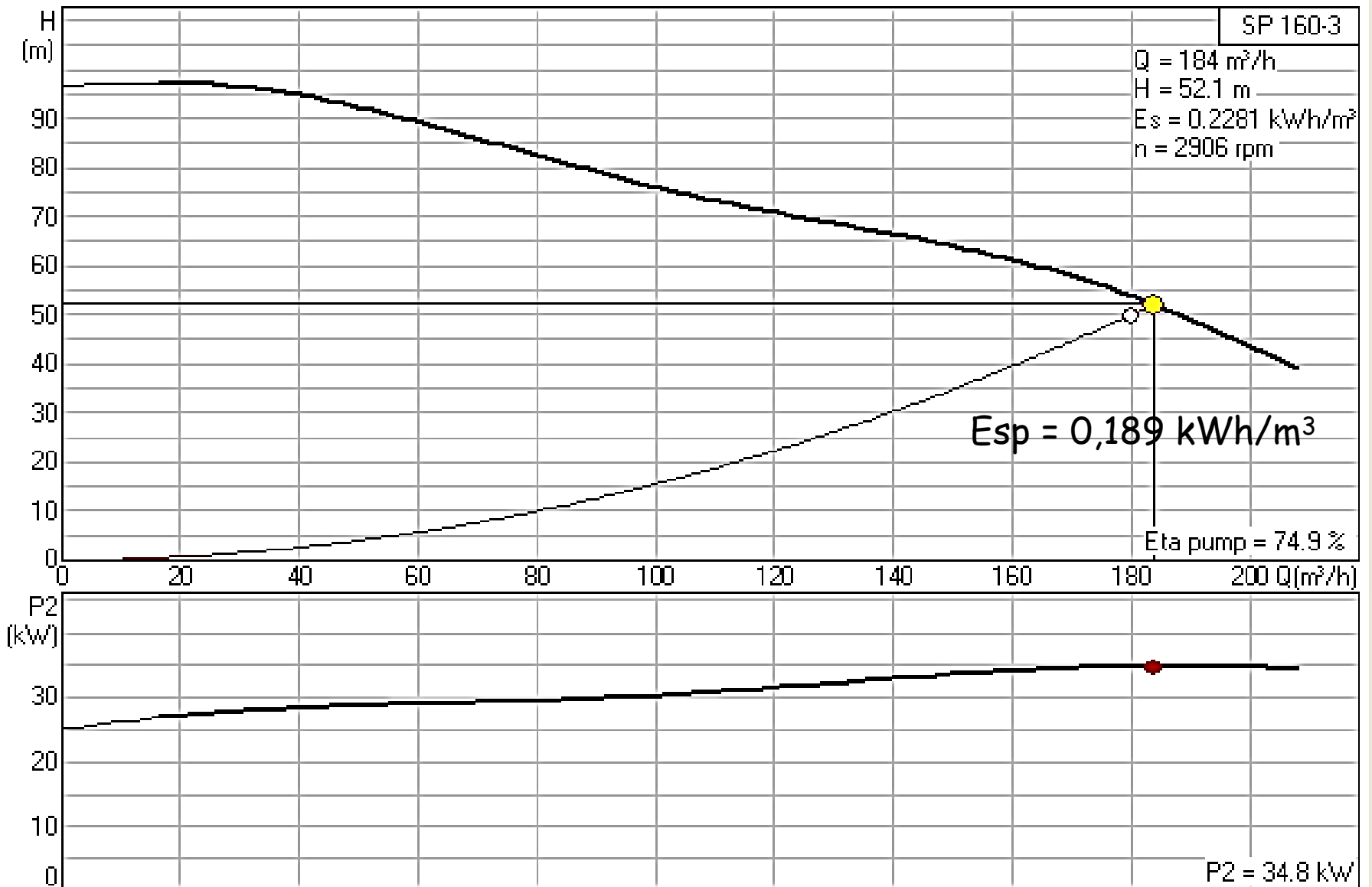
# TARGET/ KONSEP EFISIENSI ENERGI

- **Membbaiknya Pelaksanaan Sistem Manajemen Energi**
- **Naiknya Nilai Efisiensi Energi**
- **Menurunnya (Biaya) Penggunaan Energi**









**TERIMA KASIH  
ATAS PERHATIAN  
DAN  
KESABARAN ANDA**



**PRESENTASI 5**  
**KAJIAN TARIF LISTRIK PLN**

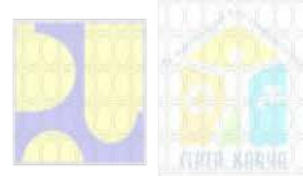


## BAB 5

# KAJIAN TARIF LISTRIK PLN

FASILITATOR : (NAMA)  
(INSTANSI)

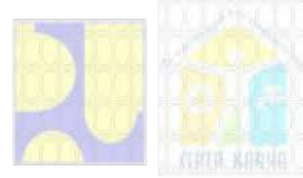




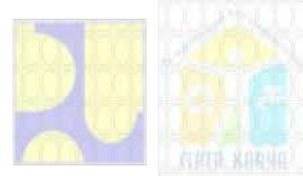
## Tarif listrik PLN ditetapkan dgn PerMen ESDM

PerMen ESDM No. **30 Th 2012** ttg Tarif Tenaga Listrik yg disediakan oleh PLN berlaku pada :

- ✓ 1 Januari 2013 s.d. 31 maret 2013 ;
- ✓ 1 April 2013 s.d. 30 Juni 2013 ;
- ✓ 1 Juli 2013 s.d. 30 September 2013 ; dan
- ✓ 1 Oktober 2013



- a. Berdasarkan golongan Masa Bayar
  - Reguler (Pasca Bayar)
  - Pra bayar
- b. Berdasarkan golongan Jenis Usaha Pemakai
  - Sosial (S1/TR, S2/TS, S3/TM)
  - Rumah Tangga (R1/TR, R2/TR, R3/TR)
  - Bisnis (B1/TR, B2/TR, B3/TT)
  - Industri (I1/TR, I2/TR, I3/TM, I4/TT)
  - Pemerintah & Penerangan Jalan (P1/TR, P2/TM, P3/TT)
  - Traksi (T/TM)
  - Penjualan Curah (C/TM)
  - Layanan Khusus (L/TR, TM, TT)



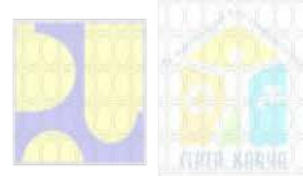
- TEGANGAN RENDAH (TR) : 200 VA – 200 KVA
- TEGANGAN MENENGAH (TM): 200 – 30.000 KVA
- TEGANGAN TINGGI (TT) ; > 30.000 KVA



- **Biaya Beban**
- **Biaya Pemakaian**
  - **Pemakaian Energi Aktip**
    - ✓ Waktu Beban Puncak (WBP) : jam 18.00 s.d. 22.00
    - ✓ Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) : di luar jam puncak
  - **Pemakaian Energi Reaktif**
- **Pajak Penerangan Jalan (PPJ)**
- **Biaya Pemakaian /sewa Travo atau Kapasitor**
- **Materai**
- **Faktor Kerugian Travo**



# GOLONGAN TARIF INDUSTRI

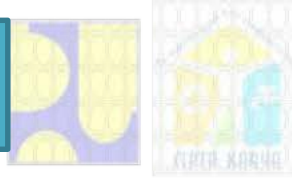


<b>GOL TARIF</b>	<b>BATAS DAYA</b>
<b>I-1/TR</b>	450 VA
<b>I-1/TR</b>	900 VA
<b>I-1/TR</b>	1.300 VA
<b>I-1/TR</b>	2.200 VA
<b>I-1/TR</b>	3.500 VA sd. 14 kVA
<b>I-2/TR</b>	Di atas 14 kVA sd. 200 kVA
<b>I-3/TM</b>	Di atas 200 kVA
<b>I-4/TT</b>	30.000 kVA ke atas





- Biaya Beban = biaya yg ditetapkan berdasarkan Golongan atau Batas Daya
- Rekening Minimum = biaya yg diberlakukan thd konsumen yg pemakaiannya kurang dari 40 jam .
  - ✓ Utk Gol I1 :  $RM1 = 40 \text{ (jam nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian}$  .
  - ✓ Utk Gol I2 & I3 :  $RM2 = 40 \text{ (jam nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian LWBP}$  .
  - ✓ Utk Gol I4 :  $RM3 = 40 \text{ (jam nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian WBP dan LWBP}$  .



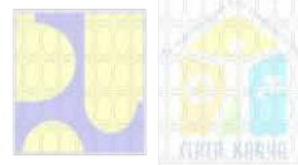
- **Tarif Biaya Energi Aktif dibagi dlm masa pemakaian :**

- **Waktu Beban Puncak (WBP) :** saat pemakaian jam 18.00 s.d. 22.00

- **Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) :** pemakaian di luar jam puncak, biaya pemakaiannya dikalikan dgn Faktor Pembandingan “K” yg nilainya  $1,4 < K < 2$  .

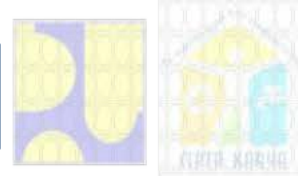
**Nilai “K” utk Lokasi Contoh :**

- $K = 2$  bila  $t < 350$  jam
- $K = 1$ , bila  $t > 350$  jam

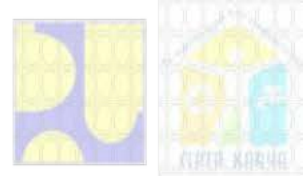


- Pemakaian Energi Reaktif = biaya yg timbul krn tercatat nilai EQ (kVARh) melebihi nilai standar Energi Reaktif yg ditetapkan
- Biaya tsb akan diperhitungkan apabila nilai Faktor Daya  $< 0,85$
- $FD = 0,85$  setara dengan nilai **E- Reaktif**  
 $= 0,62 \times \text{Jumlah Pemakaian E-Aktif}$
- Adapun tarif satuannya sebagaimana tertera pd tabel (biasanya lebih besar)





- Pajak Penerangan Jalan (PPJ) = Pajak Daerah yang nilainya berkisar 3 % dari Jumlah Biaya Pemakaian Tenaga Listrik
- Nilai Pajak antara daerah satu dgn lainnya berbeda, krn ditetapkan oleh daerah yang bersangkutan



- Biaya Pemakaian /sewa Travo atau Kapasitor, hanya dikenakan untuk konsumen tertentu dan atas dasar kesepakatan kedua belah pihak
- Pada umumnya disebabkan saat pemasangan awal atau utk kepentingan konsumen pengadaan travo dilakukan oleh PLN





- Faktor Kerugian Travo diperhitungkan dlm penghitungan pemakaian baik energi aktif maupun energi reaktif
- Faktor ini pemberlakuannya bersifat kasuistik (tdk berlaku sama untuk tiap konsumen)
- Apabila nilai Faktor Kerugian Travo = 5 %, maka perhitungan energi pemakaian dikalikan dengan  $(100 + 5)\% \times \text{Pemakaian}$

Kepada Yth  
 PDAM KABUPATEN DTII  
 KP PASIR ANGIN 0 RT.000 RW.00 CEMPLANG  
 NPWP : ...-  
 No Invoice : 538512201801-0714

Id Pelanggan : 538512201801  
 Rekening Bulan : 07-2014  
 Tarif / Daya : I3 / 345,000 VA  
 Tarif / Daya Lama : / 0 VA  
 FKT kWh/kVarh/FRT : 400 / 400 / 1  
 FKT kWh/kVarh/FRT LM : 400 / N / 1  
 Jam Nyala / Fak K : 213

**CEMPLANG  
BOGOR**

Catatan Meter	Tanggal	LWBP	WBP	TOTAL	KVARH
St Meter Akhir	01-07-2014	7,132.799	1,454.980		6,725.642
St Meter Pasang	26-06-2014	6,978.290	1,425.781		6,574.130
St Meter Cabut	26-06-2014	6,978.290	1,425.781		6,574.130
St Awal	01-06-2014	6,978.286	1,425.781		6,574.129
Pemakaian kWh Total		61,805.200	11,679.600	73.484.800	60.605.200

1. Biaya Beban  
 2. Biaya Pemakaian  
 Rp 0

	LWBP			WBP			kVarh			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbih kVarh	Biaya kVarh	Sub Total	
A	61,805.20	803	49,629,576	11,680	1,204.50	14,068,078	15,044.62	864	12,998,555	76,696,209
B										
C										
D										

	BLOK I			BLOK II			BLOK III			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	
Baru										
Lama										

3. Rupiah PTL Bruto  
 4. Rupiah Diskon  
 5. Jumlah Rupiah PTL Netto  
 6. Jumlah Rupiah Pemakaian Tenaga Listrik (PTL) yang ditagihkan  
 7. Angsuran  
 8. PPJ  
 PTL 3.00 (%) x 76,696,209 Rp 2,300,886  
 9. PPN  
 10. Biaya Sewa Trafo/Pemakaian Trafo/Kapasitor  
 11. Materai  
 TERBILANG  
 JUMLAH TAGIHAN Rp 79,003,095

Tujuh Puluh Sembilan Juta Tiga Ribu Sembilan Puluh Lima Rupiah

Batas Akhir Masa Bayar 20 Juli 2014





Pelanggan : PDAM KABUPATEN BOGOR  
 Intalasi : Kp. PASIR ANGIN CEMPLANG

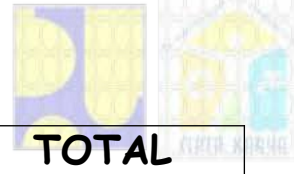
Id Pelanggan : 538512201801  
 Rekening Bulan : Jul-14  
 Tarif Daya : I-3 /345.000 VA  
 FKT Kwh/kVARh : 400  
 Jam Nyala / Fak. K: 213

No. Invoice: 538512201801 O315

Jam Nyala = Total E.  
 Aktual/Daya Terpasang

**A. PERHITUNGAN ENERGI :**

Catatan Meter	Tanggal	LWBP (Wh)	WBP (Wh)	TOTAL	kVARh (VARh)
Stand Meter Akhir	01/07/2014	7.132,799	1.454,980		
Stand Meter Pasang	26/06/2014	6.978,290	1.425,781		6.725,642
Stand Meter Cabut	26/06/2014	6.978,290	1.425,781		
Stand Meter Awal	01/06/2014	6.978,286	1.425,781		6.574,130
Selisih I (Cabut - Awal) :					
Pemakaian I :		0,004	-		6.574,130
Selisih II (Akhir - Pasang):		1,600	-		6.574,129
Pemakaian II :					0,001
Saat Power Faktor 0,85, Nilai Daya Reaktif yang diperbolehkan :		(0,62 x Energi Aktual)			
		61.803,600	11.679,600		0,400
		61.805,200	11.679.600	1	151,512
				4	
					60.604,800



Catatan Meter	Tanggal
Stand Meter Akhir	01/07/2014
Stand Meter Pasang	26/06/2014
Stand Meter Cabut	26/06/2014
Stand Meter Awal	01/06/2014
Selisih I (Cabut - Awal) :	
Pemakaian I :	
Selisih II (Akhir - Pasang):	
Pemakaian II :	
Pemakaian Total	
Saat Power Faktor 0,85, Nilai Daya Reaktif yang diperbolehkan :	

Catatan Meter	Tanggal
Stand Meter Akhir	01/07/2014
Stand Meter Pasang	26/06/2014
Stand Meter Cabut	26/06/2014
Stand Meter Awal	01/06/2014
Selisih I (Cabut - Awal) :	
Pemakaian I :	
Selisih II (Akhir - Pasang):	
Pemakaian II :	
Pemakaian Total	

LWBP (Wh)	WBP (Wh)
7.132,799	1.454,980
6.978,290	1.425,781
6.978,290	1.425,781
6.978,286	1.425,781
0,004	-
(0,62 x Energi Aktual)	
154,509	29,199
VARh (VARh)	(0,62 P)
61.803,600	11.679,600
6.725,642	11.679,600
61.805,200	
6.574,130	
6.574,130	
6.574,129	
0,001	
0,400	
151.512	45.560,576

TOTAL
73.484,800
45.560,576
15.044,624

## PERHITUNGAN BEA :

LWBP			WBP			kVARh			TOTAL
Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbh kVARh	Biaya kVARh	Sub Total	
61.805,2	803	49.629.576	11.679,6	1.204,50	14.068.078	15.044,6	864	12.998.555	76.696.209
				1,50	LWBP				
PPJ	3%	x	76.696.209	=					2.300.886
Meterai									6.000
								<b>JUMLAH TAGIHAN :</b>	<b>79.003.095</b>



da Yth

PDAM KABUPATEN DTII

KP PASIR ANGIN 0 RT.000 RW.00 CEMPLANG

NPWP : ...-

No Invoice : 538512201801-0914

Id Pelanggan : 538512201801  
 Rekening Bulan : 09-2014  
 Tarif / Daya : I3 / 345,000 VA  
 Tarif / Daya Lama : / 0 VA  
 FKT kWh/kVarh/FRT : 400 / 400 / 1  
 FKT kWh/kVarh/FRT LM : 400 / N / 1  
 Jam Nyala / Fak K : 228

**CEMPLANG  
BOGOR**

Catatan Meter	Tanggal	LWBP	WBP	TOTAL	KVARH
St Meter Akhir	01-09-2014	7,453.614	1,517.222		7,054.779
St Awal	01-08-2014	7,289.586	1,484.289		6,889.603
Selisih Stand (st akhir - st awal * fkm)		65,611.200	13,173.200		66,070.400
Pemakaian kWh Total		65,611.200	13,173.200	78,784.400	66,070.400

1. Biaya Beban Rp 0

2. Biaya Pemakaian

	LWBP			WBP			kVarh			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbih kVarh	Biaya kVarh	Sub Total	
A	65,611.20	896	58,787,635	13,173	1,344	17,704,781	17,224	964	16,603,936	93,096,352
B										
C										
D										

	BLOK I			BLOK II			BLOK III			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	
Baru										
Lama										

3. Rupiah PTL Bruto		Rp	93,096,352
4. Rupiah Diskon		Rp	0
5. Jumlah Rupiah PTL Netto		Rp	93,096,352
6. Jumlah Rupiah Pemakaian Tenaga Listrik (PTL) yang ditagihkan		Rp	93,096,352
7. Angsuran		Rp	0
8. PPJ		Rp	2,792,891
PTL	3.00 (%) x	93,096,352 Rp	2,792,891
9. PPN		Rp	0
10. Biaya Sewa Trafo/Pemakaian Trafo/Kapasitor		Rp	0
11. Materai		Rp	6,000
<b>TERBILANG</b>		<b>JUMLAH TAGIHAN</b>	<b>Rp 95,895,243</b>

Sembilan Puluh Lima Juta Delapan Ratus Sembilan Puluh Lima Ribu Dua Ratus Empat Puluh Tiga Rupiah

pada Yth

PDAM KABUPATEN DTII

KEL. PASIR ANGIN 0 RT 000 RW 00 CEMPLANG

NPWP : ...

No Invoice : 538512201801-1114

Id Pelanggan : 538512201801  
 Rekening Bulan : 11-2014  
 Tarif / Daya : 13 / 345,000 VA  
 Tarif / Daya Lama : / 0 VA  
 FKT kWh/kVarh/FRT : 400 / 400 / 1  
 FKT kWh/kVarh/FRT LM : 400 / N / 1  
 Jam Nyala / Fak K : 235

**CEMPLANG  
BOGOR**

Catatan Meter	Tanggal	LWBP	WBP	TOTAL	KVARH
St Meter Akhir	01-11-2014	7,792.804	1,579.237		7,365.484
St Awal	01-10-2014	7,620.915	1,548.606		7,209.589
Selisih Stand (st akhir - st awal * fkm)		68,755.600	12,252.400		62,358.000
Pemakaian kWh Total		68,755.600	12,252.400	81,008.000	62,358.000

Rp 0

1. Biaya Beban

2. Biaya Pemakaian

	LWBP			WBP			kVarh			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbih kVarh	Biaya kVarh	Sub Total	
A	68,755.60	999	68,686,844	12,252	1,498.50	18,360,221	12,133	1,075	13,042,975	100,090,040
B										
C										
D										

	BLOK I			BLOK II			BLOK III			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	
Baru										
Lama										

3. Rupiah PTL Bruto		Rp	100,090,040
4. Rupiah Diskon		Rp	0
5. Jumlah Rupiah PTL Netto		Rp	100,090,040
6. Jumlah Rupiah Pemakaian Tenaga Listrik (PTL) yang ditagihkan		Rp	100,090,040
7. Angsuran		Rp	0
8. PPJ		Rp	3,002,701
PTL	3.00 (%) x	100,090,040 Rp	3,002,701
9. PPN		Rp	0
10. Biaya Sewa Trafo/Pemakaian Trafo/Kapasitor		Rp	0
11. Materai		Rp	6,000
TERBILANG		JUMLAH TAGIHAN Rp	103,098,741

Seratus Tiga Juta Sembilan Puluh Delapan Ribu Tujuh Ratus Empat Puluh Satu Rupiah



Kepada Yth  
 PDAM KABUPATEN DTII  
 KP PASIR ANGIN 0 RT.000 RW.00 CEMPLANG  
 NPWP : ....  
 No Invoice : 538512201801-0315

Id Pelanggan : 538512201801  
 Rekening Bulan : 03-2015  
 Tarif / Daya : I3 / 345,000 VA  
 Tarif / Daya Lama : / 0 VA  
 FKT kWh/kVarh/FRT : 400 / 400 / 1  
 FKT kWh/kVarh/FRT LM : 400 / N / 1  
 Jam Nyala / Fak K : 200

**CEMPLANG  
 BOGOR**

Catatan Meter	Tanggal	LWBP	WBP	TOTAL	KVARH
St Meter Akhir	01-03-2015	8,437.587	1,694.749		7,732.792
St Awal	01-02-2015	8,292.112	1,667.805		7,681.607
Selisih Stand (st akhir - st awal * fkm)		58,190.000	10,777.600		20,474.000
Pemakaian kWh Total		58,190.000	10,777.600	68,967.600	20,474.000

1. Biaya Beban Rp 0

2. Biaya Pemakaian

	LWBP			WBP			kVarh			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbih kVarh	Biaya kVarh	Sub Total	
A	58,190	1,057.17	61,516,722	10,777.60	1,585.76	17,090,633	0	1,137.76	0	78,607,355
B										
C										
D										

	BLOK I			BLOK II			BLOK III			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	
Baru										
Lama										

3. Rupiah PTL Bruto		Rp	78,607,355
4. Rupiah Diskon		Rp	0
5. Jumlah Rupiah PTL Netto		Rp	78,607,355
6. Jumlah Rupiah Pemakaian Tenaga Listrik (PTL) yang ditagihkan		Rp	78,607,355
7. Angsuran		Rp	0
8. PPJ		Rp	0
PTL	3.00 (%) x	78,607,355 Rp	2,358,221
9 PPN		Rp	0
10. Biaya Sewa Trafo/Pemakaian Trafo/Kapasitor		Rp	0
11. Materai		Rp	6,000
<b>TERBILANG</b>		<b>JUMLAH TAGIHAN</b>	<b>Rp 80,971,576</b>

*Delapan Puluh Juta Sembilan Ratus Tujuh Puluh Satu Ribu Lima Ratus Tujuh Puluh Enam Rupiah*

Kepada Yth	Id Pelanggan : 232000236705	<b>KP DAMAI BALIKPAPAN</b>
PROYEK AIR BERSIH	Rekening Bulan : 02-2015	
XX KP DAMAI 0	Tarif / Daya : I3 / 1,385,000 VA	
NPWP : ...-	Tarif / Daya Lama : / VA	
No Invoice : 232000236705-0215	FKT kWh/kVarh/FRT : 1,600 / 1,600 /	
	FKT kWh/kVarh/FRT LM : / /	
	Jam Nyala / Fak K : 173	

Catatan Meter	Tanggal	LWBP	WBP	TOTAL	KVARH
St Meter Akhir	29-01-2015	15,910.000	2,884.000		12,699.000
St Pecah TTL	01-01-2015	15,793.000	2,861.000		12,577.000
St Awal	30-12-2014	15,785.000	2,859.000		12,568.000
Selisih Stand Meter Baru (st akhir - st pecah ttl * fkm)		187,200.000	36,800.000		195,200.000
Selisih Stand Meter TTL Lama (st pecah ttl - st awal * fkm)		12,800.000	3,200.000		14,400.000
Pemakaian kWh Total		200,000.000	40,000.000	240,000.000	209,600.000

Rp 0

1. Biaya Beban

2. Biaya Pemakaian

	LWBP			WBP			kVarh			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbih kVarh	Biaya kVarh	Sub Total	
A	187,200	1,077.18	201,648,096	36,800	1,615.77	59,460,336	56,320	1,159.30	65,291,776	326,400,208
B										
C	12,800	1,115	14,272,000	3,200	1,672.50	5,352,000	4,480	1,200	5,376,000	25,000,000
D										

	BLOK I			BLOK II			BLOK III			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	
Baru										
Lama										

3. Rupiah PTL Bruto		Rp	351,400,208
4. Rupiah Diskon		Rp	5,981,544
5. Jumlah Rupiah PTL Netto		Rp	340,042,664
6. Jumlah Rupiah Pemakaian Tenaga Listrik (PTL) yang ditagihkan		Rp	345,418,664
7. Angsuran		Rp	0
8. PPJ		Rp	10,362,560
PTL	3.00 (%) x		
PPN		Rp	0
10. Biaya Sewa Trafo/Pemakaian Trafo/Kapasitor		Rp	6,000
11. Materai		Rp	355,787,224
TERBILANG		JUMLAH TAGIHAN	Rp

Tiga Ratus Lima Puluh Lima Juta Tujuh Ratus Delapan Puluh Tujuh Ribu Dua Ratus Dua Puluh Empat Rupiah



Kepada Yth

PENGOLAHAN AIR PDAM

JL JLN. A.YANI GN.SARI 0

NPWP : ...-

No Invoice : 232000040886-0215

Id Pelanggan : 232000040886  
 Rekening Bulan : 02-2015  
 Tarif / Daya : 13 / 555,000 VA  
 Tarif / Daya Lama : 13 / 345,000 VA  
 FKT kWh/kVarh/FRT : 800 / 800 /  
 FKT kWh/kVarh/FRT LM : 120 / N / 2  
 Jam Nyala / Fak K : 476

**GUNUNGSARI  
BALIKPAPAN**

Catatan Meter	Tanggal	LWBP	WBP	TOTAL	KVARH
St Meter Akhir	29-01-2015	62,326.000	12,837.000		54,604.000
St Pecah TTL	01-01-2015	62,070.000	12,785.000		54,385.000
St Awal	30-12-2014	62,052.000	12,781.000		54,369.000
Selisih Stand Meter Baru (st akhir - st pecah ttl * fkm)		204,800.000	41,600.000		175,200.000
Selisih Stand Meter TTL Lama (st pecah ttl - st awal * fkm)		14,400.000	3,200.000		12,800.000
Pemakaian kWh Total		219,200.000	44,800.000	264,000.000	188,000.000

Rp 0

1. Biaya Beban

2. Biaya Pemakaian

	LWBP			WBP			kVarh			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbih kVarh	Biaya kVarh	Sub Total	
A	204,800	1,077.18	220,606,464	41,600	1,615.77	67,216,032	22,432	1,159.30	26,005,418	313,827,914
B										
C	14,400	1,115	16,056,000	3,200	1,672.50	5,352,000	1,888	1,200	2,265,600	23,673,600
D										

	BLOK I			BLOK II			BLOK III			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	
Baru										
Lama										

3. Rupiah PTL Bruto

Rp 337,501,514

4. Rupiah Diskon

Rp 0

5. Jumlah Rupiah PTL Netto

Rp 335,235,914

6. Jumlah Rupiah Pemakaian Tenaga Listrik (PTL) yang ditagihkan

Rp 337,501,514

7. Angsuran

Rp 0

8. PPJ

Rp 10,125,045

PTL

3.00 (%) x

337,501,514 Rp

10,125,045

Rp 0

9. PPN

Rp 0

10. Biaya Sewa Trafo/Pemakaian Trafo/Kapasitor

Rp 6,000

11. Materai

Rp

TERBILANG

JUMLAH TAGIHAN

Rp 347,632,559

Tiga Ratus Empat Puluh Tujuh Juta Enam Ratus Tiga Puluh Dua Ribu Lima Ratus Lima Puluh Sembilan Rupiah



Kepada Yth  
 PDAM BPP - IPA PRAPATAN  
 JL JI.PRAPATAN DALAM RT.43 0 RT.43  
 NPWP : . . . . .  
 No Invoice : 232001186914-0215

Id Pelanggan : 232001186914  
 Rekening Bulan : 02-2015  
 Tarif / Daya : I2 / 164,000 VA  
 Tarif / Daya Lama : / VA  
 FKT kWh/kVarh/FRT : 50 / 50 /  
 FKT kWh/kVarh/FRT LM : / /  
 Jam Nyala / Fak K : 244

**PRAPATAN  
 BALIKPAPAN**

Catatan Meter	Tanggal	LWBP	WBP	TOTAL	KVARH
St Meter Akhir	28-01-2015	32,379.000	4,747.000		24,741.000
St Awal	30-12-2014	31,724.000	4,601.000		24,132.000
Selisih Stand (st akhir - st awal * fkm)		32,750.000	7,300.000		30,450.000
Pemakaian kWh Total		32,750.000	7,300.000	40,050.000	30,450.000

Rp 0

1. Biaya Beban

2. Biaya Pemakaian

	LWBP			WBP			kVarh			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbih kVarh	Biaya kVarh	Sub Total	
A	32,750	972	31,833,000	7,300	1,458	10,643,400	5,619	1,057	5,939,283	48,415,683
B										
C										
D										

	BLOK I			BLOK II			BLOK III			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	
Baru										
Lama										

3. Rupiah PTL Bruto		Rp	48,415,683
4. Rupiah Diskon		Rp	0
5. Jumlah Rupiah PTL Netto		Rp	48,415,683
6. Jumlah Rupiah Pemakaian Tenaga Listrik (PTL) yang ditagihkan		Rp	48,415,683
7. Angsuran		Rp	0
8. PPJ		Rp	1,452,470
PTL	3.00 (%) x	48,415,683	Rp 1,452,470
9. PPN		Rp	0
10. Biaya Sewa Trafo/Pemakaian Trafo/Kapasitor		Rp	0
11. Materai		Rp	6,000
TERBILANG		JUMLAH TAGIHAN	Rp 49,874,153

Empat Puluh Sembilan Juta Delapan Ratus Tujuh Puluh Empat Ribu Seratus Lima Puluh Tiga Rupiah





Kepada Yth POMPA AIR BAKU / SUMUR JL JI.TELAGA SARI 0 NPWP : . . . . . No Invoice : 232000240889-0215	Id Pelanggan : 232000240889 Rekening Bulan : 02-2015 Tarif / Daya : I2 / 33,000 VA Tarif / Daya Lama : I2 / 33,000 VA FKT kWh/kVarh/FRT : 1 / 1 / FKT kWh/kVarh/FRT LM : 1 / N / 1 Jam Nyala / Fak K : 364	<b>TELAGASARI BALIKPAPAN</b>
---	--	----------------------------------

Catatan Meter	Tanggal	LWBP	WBP	TOTAL	KVARH
St Meter Akhir	28-01-2015	263,335.000	52,502.000		230,408.000
St Awal	30-12-2014	253,310.000	50,501.000		220,844.000
Selisih Stand (st akhir - st awal * fkm)		10,025.000	2,001.000		9,564.000
Pemakaian kWh Total		10,025.000	2,001.000	12,026.000	9,564.000

1. Biaya Beban Rp 0

2. Biaya Pemakaian

	LWBP			WBP			kVarh			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbih kVarh	Biaya kVarh	Sub Total	
A	10,025	972	9,744,300	2,001	1,458	2,917,458	2,108	1,057	2,228,156	14,889,914
B										
C										
D										

	BLOK I			BLOK II			BLOK III			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	
Baru										
Lama										

3. Rupiah PTL Bruto									Rp	14,889,914
4. Rupiah Diskon									Rp	0
5. Jumlah Rupiah PTL Netto									Rp	14,889,914
6. Jumlah Rupiah Pemakaian Tenaga Listrik (PTL) yang ditagihkan									Rp	14,889,914
7. Angsuran									Rp	0
8. PPJ									Rp	446,697
PTL		3.00 (%)	x	14,889,914	Rp	446,697				
9. PPN									Rp	0
10. Biaya Sewa Trafo/Pemakaian Trafo/Kapasitor									Rp	0
11. Materai									Rp	6,000
<b>TERBILANG</b>									<b>JUMLAH TAGIHAN</b>	<b>Rp 15,342,611</b>

*Lima Belas Juta Tiga Ratus Empat Puluh Dua Ribu Enam Ratus Sebelas Rupiah*

Kepada Yth

POMPA AIR BAKU / SUMUR

JL JI.RE MARTADINATA 0

NPWP : . . . . .

No Invoice : 232001186922-0215

Id Pelanggan : 232001186922

Rekening Bulan : 02-2015

Tarif / Daya : I2 / 33,000 VA

Tarif / Daya Lama : I2 / 33,000 VA

FKT kWh/kVarh/FRT : 1 / 1 / 1

FKT kWh/kVarh/FRT LM : 1 / N / 1

Jam Nyala / Fak K : 452

**MARTADINATA  
BALIKPAPAN**

Catatan Meter	Tanggal	LWBP	WBP	TOTAL	KVARH
St Meter Akhir	28-01-2015	320,480.000	71,913.000		242,278.000
St Awal	30-12-2014	308,036.000	69,439.000		231,350.000
Selisih Stand (st akhir - st awal * fkm)		12,444.000	2,474.000		10,928.000
Pemakaian kWh Total		12,444.000	2,474.000	14,918.000	10,928.000

1. Biaya Beban

Rp

0

2. Biaya Pemakaian

	LWBP			WBP			kVarh			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbih kVarh	Biaya kVarh	Sub Total	
A	12,444	972	12,095,568	2,474	1,458	3,607,092	1,679	1,057	1,774,703	17,477,363
B										
C										
D										

	BLOK I			BLOK II			BLOK III			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	
Baru										
Lama										

3. Rupiah PTL Bruto

Rp

17,477,363

4. Rupiah Diskon

Rp

0

5. Jumlah Rupiah PTL Netto

Rp

17,477,363

6. Jumlah Rupiah Pemakaian Tenaga Listrik (PTL) yang ditagihkan

Rp

17,477,363

7. Angsuran

Rp

0

8. PPJ

Rp

524,321

PTL

3.00 (%) x

17,477,363 Rp

524,321

Rp

0

9. PPN

Rp

0

10. Biaya Sewa Trafo/Pemakaian Trafo/Kapasitor

Rp

6,000

11. Materai

Rp

18,007,684

TERBILANG

JUMLAH TAGIHAN

Delapan Belas Juta Tujuh Ribu Enam Ratus Delapan Puluh Empat Rupiah



da Yth PDAM KABUPATEN DTII KP PASIR ANGIN 0 RT.000 RW.00 CEMPLANG NPWP : ... No Invoice : 538512201801-0914	Id Pelanggan : 538512201801 Rekening Bulan : 09-2014 Tarif / Daya : I3 / 345,000 VA Tarif / Daya Lama : / 0 VA FKT kWh/kVarh/FRT : 400 / 400 / 1 FKT kWh/kVarh/FRT LM : 400 / N / 1 Jam Nyala / Fak K : 228
---	---

Catatan Meter	Tanggal	LWBP	WBP	TOTAL	KVARH
St Meter Akhir	01-09-2014	7,453.614	1,517.222		7,054.779
St Awal	01-08-2014	7,289.586	1,484.289		6,889.603
Selisih Stand (st akhir - st awal * fkm)		65,611.200	13,173.200		66,070.400
Pemakaian kWh Total		65,611.200	13,173.200	78,784.400	66,070.400

1. Biaya Beban Rp 0

2. Biaya Pemakaian

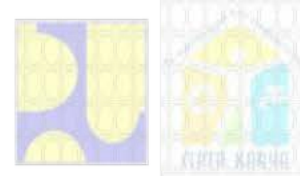
	LWBP			WBP			kVarh			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Kelbih kVarh	Biaya kVarh	Sub Total	
A	65,611.20	896	58,787,635	13,173	1,344	17,704,781	17,224	964	16,603,936	93,096,352
B										
C										
D										

	BLOK I			BLOK II			BLOK III			TOTAL
	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total	
Baru										
Lama										

3. Rupiah PTL Bruto							Rp	93,096,352
4. Rupiah Diskon							Rp	0
5. Jumlah Rupiah PTL Netto							Rp	93,096,352
6. Jumlah Rupiah Pemakaian Tenaga Listrik (PTL) yang ditagihkan							Rp	93,096,352
7. Angsuran							Rp	0
8. PPJ							Rp	2,792,891
PTL	3.00 (%)	x	93,096,352				Rp	2,792,891
9. PPN							Rp	0
10. Biaya Sewa Trafo/Pemakaian Trafo/Kapasitor							Rp	0
11. Materai							Rp	6,000
<b>TERBILANG</b>							<b>JUMLAH TAGIHAN</b>	<b>Rp 95,895,243</b>

*Sembilan Puluh Lima Juta Delapan Ratus Sembilan Puluh Lima Ribu Dua Ratus Empat Puluh Tiga Rupiah*





	STAND METER			FAKTOR	ENERGI		
	LWBP	WBP	kVARh	KALI	LWBP	WBP	kVARh
				METER	(kWh)	(kWh)	(kVARh)
Akhir	7.453,614	1.517,222	7.054,779	400,00	2.981.445,60	606.888,80	2.821.911,60
Awal	7.289,586	1.484,289	6.889,603	400,00	2.915.834,40	593.715,60	2.755.841,20
				Jumlah :	65.611,20	13.173,20	66.070,40
	LOKASI	CEMPLANG		Energi P :	78.784,40		
	PDAM	KAB. BOGOR		0,62P			48.846,33
				Selisih :			17.224,07
<b>Tanφ =</b>	<b>0,84</b>			Energi	Satuan	Harga Sat	Jumlah Harga
<b>Cosφ =</b>	<b>0,77</b>		LWBP	65.611,20	kWh	896,00	58.787.635,20
<b>Cosφp =</b>	<b>0,99</b>		WBP	13.173,20	kWh	1.344,00	17.704.780,80
<b>Tanφp =</b>	<b>0,14</b>		kVARh	17.224,07	kVARh	964,00	16.604.005,41
<b>D Terps =</b>	<b>345.000</b>	<b>VA</b>	Jumlah E :				93.096.421,41
<b>T Nyala =</b>	<b>228</b>	<b>Jam</b>	PPJ 3 %				2.792.892,64
<b>Qc =</b>	<b>240,17</b>	<b>kVARh</b>	Meterai				6.000,0
<b>C =</b>	<b>5.296,79</b>	<b>μF</b>	Jumlah Rp :				95.895.314,05