

Mata Kuliah Utilitas Bangunan

UTILITAS

IKIP NEGERI MALANG

Agus Sudoso
02521441337
Bace mzn

7/4/

AIR DAN DRAINASE

MASALAH POKOK	Sumber Air
	Distribution/Penyaluran
	Pembuangan

A. SUMBER AIR / Pengadaan

SUMBER AIR	PROSES SEBELUM DI KONSUMSI				
Mata air	Lumpur dibuang	Bak pelepas udara	Bak Pelepas Lumpur	Reservoar Air	Konsumen
Air artesis	Langsung dikonsumsi				
Sumur dangkal	Langsung atau melalui proses penyaringan				
Air permukaan	Sistim Saringan Pasir Lambat	Disadap	Di Endapkan	Saringan Pasir Lambat	Di Konsumsi
	Sistim Modern	Disadap Diatur Diendap kan	Di campur zat Koagulan	Proses Flokulasi	Pengendap an Sedimen
			Di Konsumsi	Pembubuh an zat; Disinfek tan dan Normali sasi	Penyaring an dng. pasir upet
Air Hujan	Di tampung	Di Saring	Di Konsumsi		
Air Laut	Di Tampung	Dibubuhi Zat Kimia	Diuapkan	Ditampung	Dikonsum si

B. DISTRIBUTION/PENYALURAN

SASARAN PENYALUR AN	Hunian	MCK
	Kantor	Dapur
	Hotel	AC
	Sekolah	Pencegahan kebakaran
	Rm. Sakit	Halaman
	Pertokoan	
		MCK
		Dapur
		AC
	Industri	Pencegahan kebakaran Halaman Proses Produksi Botol/Masin

AIR DAN DRAINASE

CARA PENYALURAN

Langsung
Tidak langsung
- Water Tower
- Ground tank
- Gabungan

SISTIM PENYALURAN

Horizon tal		
Vertikal	Downfeed System	Pentahapan Ventilasi Air Gaps

C. PEMBUANGAN.

PENGELO LAAN	Penyambungan	JENIS AIR BUANGAN	Air Kotor	SYSTEM	Individual L
	Pengumpulan		Air Kotor		Komunal
	Pengolahan		&Kotoran		(Sewarage System)
	Pembuangan		Air Hujan		

PROSE PENGOLA AN	TAHAP PENGOLAHAN	PROSES	JENIS PROSE
	Awal	Penyaringan benda-benda kasar.	Fisik Biologi Kimia/ Biologi
	Pertama	Pengurangan benda padat dan pengendapan	
	Kedua	Penguraian bahan organik dan pengendapan	
	Keempat	Penstabilan endapan lumpur	

KOEFISIEN ALIRAN (C)

Padang rumput/taman-taman	0.05-0.10
Pedusunan	0.10-0.25
Pemukiman	0.25-0.50
Daerah Sedang	0.50-0.17
Daerah Padat	0.70-0.90
Jalan Aspal	0.25-0.60
Atap	0.70-0.95

DEBIT AI	$Q_p = 0.278.C.I.A$
Q = Debit puncak (m ³ /detik)	
C = Koefisien Aliran	
I = Curah Hujan (mm/m ² /jam)	
A = Luas areal (km ²)	

PLUMBING

A KEBUTUHAN AIR BERSIH BANGUNAN

1. Kebutuhan per orang

Flat/rumah tinggal	150	liter/orang/hari
Sekolah	75	liter/orang/hari
Industri	100	liter/orang/hari
Rumah sakit	500	liter/orang/hari
Hotel	3000	liter/orang/hari
Penjara	50	liter/orang/hari
Tempat cuci mobil	200	liter/kali
Institusi	400	liter/orang/hari

2. Pedoman kasar

Flat/rumah tinggal	2	m3/hari/100 m2
Kantor	1	m3/hari/100 m2
Rumah sakit	1.5	m3/hari/100 m2
Hotel	3	m3/hari/100 m2
Pertokoan	0.5	m3/hari/100 m2

3. Kebutuhan untuk saniter

Closet	8	liter/kali
Urinoir	30	liter/kali
Badkuip	250	liter/kali
Douche/mandi pancuran	25	liter/kali

4. Kebutuhan perlengkapan bangunan.

Airconditioning	0.2	m3/menit/TR
Mesin uap	20	liter/HP/jam
Pengaman kebakaran	20	m3
Tangki minimum	10	m3

B DAYA BUANG RATA-RATA/AVERAGE

Closet	120	liter/menit
Badkuip/bak mandi	90	liter/menit
Wastafel	60	liter/menit
Urinoir	120	liter/menit
Bidet	90	liter/menit
Bak cuci dapur	90	liter/menit
Shower	60	liter/menit
Bak cuci pakaian	60	liter/menit

PLUMBING

C. KEBUTUHAN AIR PANAS (liter/menit)

	FLAT	HOSPITAL	HOTEL	PABRIK	KANTOR
Wastafel	0.3	0.4	0.5	0.8	0.4
Shower	5	5	5	15	
Bak cuci	1.35	1.35	2	1.35	1
Cuci piring (u/500 or)	16.5	16.7	16.7	16.7	16.7
Bak pantry	0.35	0.65	0.65		
Faktor Reduksi (Demand Factor)	0.3	0.25	0.25	0.4	0.3
Faktor simpanan (Storage Factor)	1.25	0.6	0.8	1	2

D. PIPA PENYALURAN AIR

(Tahanan 0.2 m/m')

DIAMETER PIPA (inch)	DAYA SALUR (lt/menit)
3/8	5
1/2	12.5
3/4	30
1	65
1 1/4	130
2	200
3	1500
4	2000
KRAN	
1/2	20
3/4	40
1	70
1 1/4	110

E. PIPA PEMBUANGAN TEGAK

(STAND PIPE/STACK)

DIAMETER PIPA (INCH)	DIAMETER PIPA (CM)	DAYA SALUR lt/menit
1 1/4	3.715	60
1/2	3.81	240
2	5.08	720
2 1/2	6.35	1260
3	7.62	1800
4	10.16	15000
5	12.7	33000
6	15.24	57000
8	20.32	108000
10	25.4	168000
12	30.48	252000

G. KOEFISIEN PENGGUNAAN AIR

Flat, Sekolah, Gedung Umum	0.25
Hotel	1/3
Rumah Sakit, Gedung Olah Raga	0.25
Kolam Renang	1

F. PIPA PEMBUANGAN AIR HUJAN

(Hujan 500 mm/m²/jam)

DIAMETER PIPA (Inch)	LUAS ATAP (m ²)
2	75
2 1/2	150
3	250
4	500
5	1000
6	1500
8	3000

LIFT

KRITERIA KWALITAS PELAYANAN ELEVATOR

- 1 Waktu menunggu (Interval, Waiting Time)
- 2 Daya Angku (Handling capacity)
- 3 Eaktu perjalanan bolak-balik lift (Round trip time)

WAITING TIME

1	Perkantoran	25-45	detik
2	Flat	50-120	detik
3	Hotel	40-70	detik
4	Asrama	60-80	detik

Waktu menunggu minimum = waktu pengosongan lift
 = Kapasitas lift x 1,5 detik/orang.

HANDLING CAPACITY

Daya angkut Dalam 5 menit (M)	$\frac{5 \times 60 \times m}{w} = \frac{5 \times 60 \times m \times N}{T}$
-------------------------------------	--

m = Kapasitas lift (orang) dan daya angkut 75 kg/orang
 w = Waktu menunggu (detik) = T/N
 N = Jumlah lift dalam 1 zone
 T = Round trip time.

ROUND TRIP TIME

Secara pendekatan perjalanan bolak-balik lift terdiri dari

a	Memasuki lift di lantai dasar yang memerlukan waktu 1,5 detik/orang, dan untuk lift kapasitas m orang memerlukan waktu	1,5 m	detik
b	Pintu lift menutup kembali	2	detik
c	Pintu lift membuka di setiap lantai tingkat	(n-1)2	detik
d	Penumpang meninggalkan lift di setiap lantai dalam 1 zone, sebanyak (n-1) lantai (n-1) x m/n-1 x 1,5 detik	1,5 m	detik
e	Pintu lift menutup kembali di setiap lantai tingkat	(n-2)2	detik
f	Perjalanan bolak-balik dalam 1 zone	{2(n-1)h}/s	detik
g	Pintu membuka di lantai dasar	2	detik
JUMLAH (detik) = T =		$\frac{(2h + 4s)(n-1) + s(3m+4)}{s}$	
		T = Waktu perjalanan bolak balik lift h = Tinggi lantai ke lantai s = Kecepatan rata-rata lift. n = Jumlah lantai dalam 1 zone m = Kapasitas lift.	

LIFT

PEAK LOAD

a Perkantoran	4% x jumlah penghuni gedung
b Flat	3% x jumlah penghuni gedung
c Hotel	5% x jumlah penghuni gedung

Beban puncak Lift = L =

$L = P\% \times (\text{Luas lantai netto dalam 1 zone} / \text{Luas lantai netto/orang})$ $= P\% (na'/a'')$	
P	= Prosentase empiris beban puncak lift
n	= Jumlah lantai dalam 1 zone.
a'	= Luas rata-rata/lantai.
a''	= Luas penaksiran/orang.

DATA PENAKSIRAN JUMLAH PENGHUNI GEDUNG	a Perkantoran	4 m2/orang
	b Flat	3 m2/orang
	c Hotel	5 m2/orang

BUILDING EFFICIENCY

Efficiency bangunan tergantung luas inti gedung.

Luas inti gedung = $(5 \text{ s/d } 10) \times \text{luas tabung lift}$

k	=	$5 \times N \times m \times 0,3 = 1,5mN$
N	=	Jumlah Lift dalam 1 zone
m	=	Kapasitas Lift.

Beban puncak Lift = L	$\frac{P(a-k)n}{a''}$
<p>P = Presentasi empiris beban puncak lift</p> <p>k = Luas inti gedung.</p> <p>a = Luas lantai kotor /tingkat</p> <p>n = Jumlah lantai dalam 1 zone</p> <p>a'' = Luas lantai neto/orang</p>	

LIFT

KRITERIA KWALITAS PELAYANAN ELEVATOR

- 1 Waktu menunggu (Interval, Waiting Time)
- 2 Daya Angku (Handling capacity)
- 3 Eaktu perjalanan bolak-balik lift (Round trip time)

WAITING TIME

1	Perkantoran	25-45	detik
2	Flat	50-120	detik
3	Hotel	40-70	detik
4	Asrama	60-80	detik

Waktu menunggu minimum = waktu pengosongan lift

= Kapasitas lift x 1,5 detik/orang.

HANDLING CAPACITY

Daya angkut Dalam 5 menit (M)	$\frac{5 \times 60 \times m}{w}$	$\frac{5 \times 60 \times m \times N}{T}$
-------------------------------------	----------------------------------	---

m = Kapasitas lift (orang) dan daya angkut 75 kg/orang

w = Waktu menunggu (detik) = T/N

N = Jumlah lift dalam 1 zone

T = Round trip time.

ROUND TRIP TIME

Secara pendekatan perjalanan bolak-balik lift terdiri dari

- a. Memasuki lift di lantai dasar yang memerlukan waktu

$$M_2 = \frac{300 \cdot m \cdot N}{w}$$

$$w = \frac{300 \cdot m \cdot N}{M_2} = 90.000$$

- tinggi 30 lantai \rightarrow Terbagi dalam 2 Zone. masing-masing? 15 lantai
- luas rata-rata/lantai = 1200 m^2 (a).
- tinggi lantai ke lantai = $3,6 \text{ m}$ (h).
- kecepatan rata-rata lift = 4 m/detik (w).
- kapasitas lift = 20 orang/lift .
- jumlah lift.

Zone 2

Perjalanan bolak-balik lift (antara 1-15 non stop).

kecepatan = 5 m/detik

$$T = \frac{2 \cdot (n_1 - 1)h}{s_1} + \frac{(2h + 4s_2)(n_2 - 1) + s_2(3m + 4)}{s_2}$$

$$= \frac{2 \cdot h(n_1 - 1) + (2h + 4 \cdot s_2)(n_2 - 1) + s_2(3m + 4)}{s_2}$$

$$= \frac{100,80 + (27,20)(14) + 320}{5}$$

$$= \frac{801,60}{5} = \boxed{160,32 \text{ detik}}$$

$$h = 3,6 \text{ m}$$

$$n_1 = 15$$

$$n_2 = 15$$

$$s_1 = 3 \text{ m/detik}$$

$$s_2 = 5 \text{ m/detik}$$

$$m = 20$$

Jumlah puncak lift. unt. Zone 2.

$$L_2 = \frac{P \cdot n_2 (2a - 3m \cdot N_2)}{2a''}$$

luas angkut lift dalam 5 menit Untuk Zone 2.

$$M_2 = \frac{300 \times m \times N_2}{T}$$

$$L_2 = M_2 \rightarrow \frac{P \cdot n_2 (2a - 3m N_2)}{2a''} = \frac{300 \cdot m \cdot N_2}{T_2}$$

$$T_2 \cdot P \cdot n_2 \cdot 2 \cdot a - T_2 \cdot P \cdot n_2 \cdot 3 \cdot m \cdot N_2 = 2 \cdot a'' \cdot 300 \cdot m \cdot N_2$$

$$2 \cdot a \cdot n_2 \cdot T_2 \cdot P = 600 \cdot a'' \cdot m \cdot N_2 + 3 \cdot n_2 \cdot m \cdot T_2 \cdot P \cdot N_2$$

2 detik

$$N_2 = \frac{2 \cdot a \cdot n_2 \cdot T_2 \cdot P}{(600 \cdot a'' \cdot m + 3 \cdot n_2 \cdot m \cdot T_2 \cdot P)}$$

$$= \frac{230 \cdot 860,80}{48.000 + 5771,52} = \frac{230 \cdot 860,80}{53771,52}$$

$$N_2 = 4,24 \hookrightarrow \boxed{4 \text{ lift}} @ = 20 \text{ orang}$$

tingan Zone 7

8

break left zone 1.

$$= \frac{P[2a - 3m(N_1 + N_2)]}{2a''}$$

$$= \frac{P(2a - 3m(N_1 + 4))}{2a''}$$

$$M = \frac{300 \cdot m \cdot N_1}{T_1}$$

$$T_1 = \frac{(2h + 4S_1)(n_1 - 1) + S_1(3m + 4)}{S_1}$$

$$= \frac{(2 \cdot 3,6 + 4 \cdot 3)(14) + 3(3 \cdot 20 + 4)}{3}$$

$$= \frac{380,8 + 320}{3} = 140,16 \text{ detik}$$

$$\frac{268,8 + 192}{3} = 153,60 \text{ detik}$$

$$\frac{P(2a - 3m(N_1 + 4))}{2a''} = \frac{300 \cdot m \cdot N_1}{153,6}$$

$$= P \cdot 2a - 153,6 n_1 P \cdot 3m N_1 - 153,6 n_1 P \cdot 3m \cdot 4 = 600 \cdot m \cdot N_1 \cdot a''$$

$$\frac{P(2a - 3m(N_1 + 4))}{2a''} = \frac{300 \cdot m \cdot N_1}{T_1}$$

$$P \cdot 2a - T_1 \cdot n_1 P \cdot 3m N_1 - T_1 \cdot n_1 P \cdot 3m \cdot 4 = 600 \cdot a'' m \cdot N_1$$

$$1,3m \cdot (T_1 \cdot n_1 P + 200 a'') = 2a \cdot T_1 \cdot n_1 P - T_1 \cdot n_1 P \cdot 32 m$$

$$= 2 \cdot T_1 \cdot n_1 P (a - 6m)$$

$$N_1 = \frac{2 \cdot T_1 \cdot n_1 P (a - 6m)}{3m(T_1 \cdot n_1 P + 200 a'')} = \frac{199.065,60}{53.529,60} = 3,71$$

$$w = \frac{T_1}{n} = 38,40 \text{ detik}$$

$$1/5 > 38,40 > 30$$

[c] 4 buah - @ 20m

$$\therefore \frac{P \cdot (a - 1,5 \cdot m \cdot N) n}{a''} = \frac{300 \cdot m \cdot N}{T}$$

Zone 2. (9)

$$\frac{T \cdot P \cdot (a - 1,5 \cdot m \cdot N) n}{a''} = 300 \cdot m \cdot N$$

$$a \cdot n \cdot T \cdot P - 1,5 \cdot m \cdot N \cdot n \cdot T \cdot P = 300 \cdot a'' \cdot m \cdot N$$

$$a \cdot n \cdot T \cdot P = 300 \cdot a'' \cdot m \cdot N + 1,5 \cdot m \cdot N \cdot n \cdot T \cdot P$$

$$N (300 \cdot a'' \cdot m + 1,5 \cdot m \cdot n \cdot T \cdot P) = a \cdot n \cdot T \cdot P$$

$$N = \frac{a \cdot n \cdot T \cdot P}{1,5 \cdot m (200 \cdot a'' + n \cdot T \cdot P)}$$

$$= \frac{1200 \cdot 15 \cdot 160,32 \cdot 4\%}{1,5 \cdot 20 (200 \cdot 4 + 15 \cdot 160,32 \cdot 4\%)}$$

$$= \frac{115 \ 430,40}{30 (800 + 96,19)} = \frac{115 \ 430,40}{26 \ 885,70} =$$

4,29 \hookrightarrow 4 lift.

$$w = T/N =$$

$$2. \quad \frac{P \cdot a (a - 1,5(N_1 + N_2))}{a''} = \frac{300 \cdot m \cdot N_1}{1,}$$

$$n \cdot P \cdot T_1 (a - 1,5 \sqrt[m]{N_1 + 4}) = 300 \cdot m \cdot N_1 \cdot a''.$$

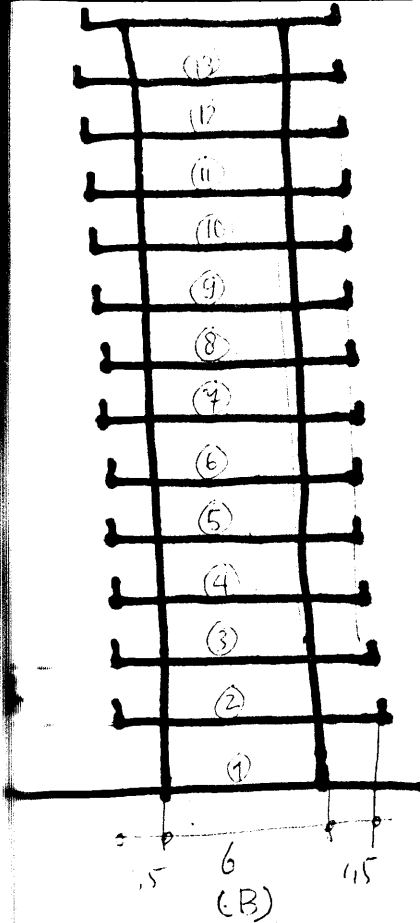
$$a \cdot n \cdot P \cdot T_1 - 1,5 \cdot n \cdot P \cdot T_1 \cdot N_1 + 1,5 \cdot 4 \cdot n \cdot P \cdot T_1 = 300 \cdot m \cdot N_1 \cdot a''.$$

$$n \cdot P \cdot T_1 (a + 6m) = 1,5 \cdot m (200 a'' + n \cdot P \cdot T_1) N_1.$$

$$N = \frac{n \cdot P \cdot T_1 (a + 6m)}{1,5 m (200 a'' + n \cdot P \cdot T_1)}.$$

$$= \frac{15 \cdot 4\% \cdot 153,6 (1200 + 120)}{30 (800 + 92,16)}.$$

$$= \frac{121 \cdot 651,20}{26 \cdot 764,80} = 4,54 \text{ or } 4 \text{ left}$$



h = 3,70 m

B = 6,00 m

H = 35,10 m

H:B = 5,85 < 6

BUNTAI SPONT (11AT)

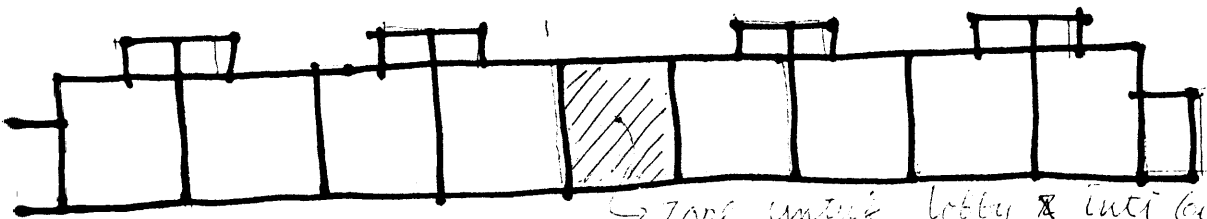
~~11AT~~

Digunakan lift, dengan kapasitas / lift
adalah 15 orang, dengan kecepatan
rata-rata = 1 m/detik

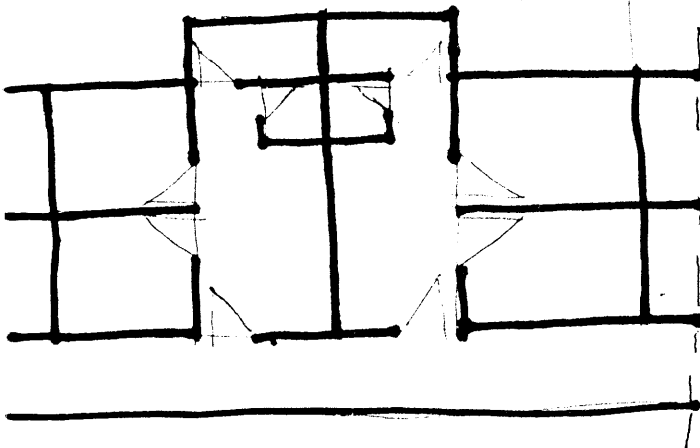
Bangunan Flat 13 lantai dengan 96
Unit Flat type 36 m²/Flat.

Dibangun dengan sistim bangunan
tipis bertingkat banyak / slab.
dengan 3 Flat setiap lantai.

Poros memanjang kearah Timur-Barat
agar tidak banyak masuk Panas
Matahari; untuk memperkecil
pendinginan Ruang. (Cooling load).
Lantai dasar digunakan untuk
fasilitas komunal.

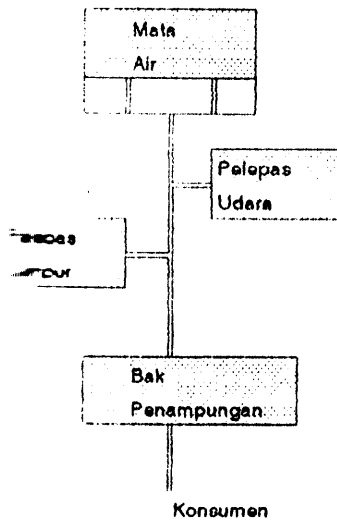


→ zone untuk lobby & inti gedung.

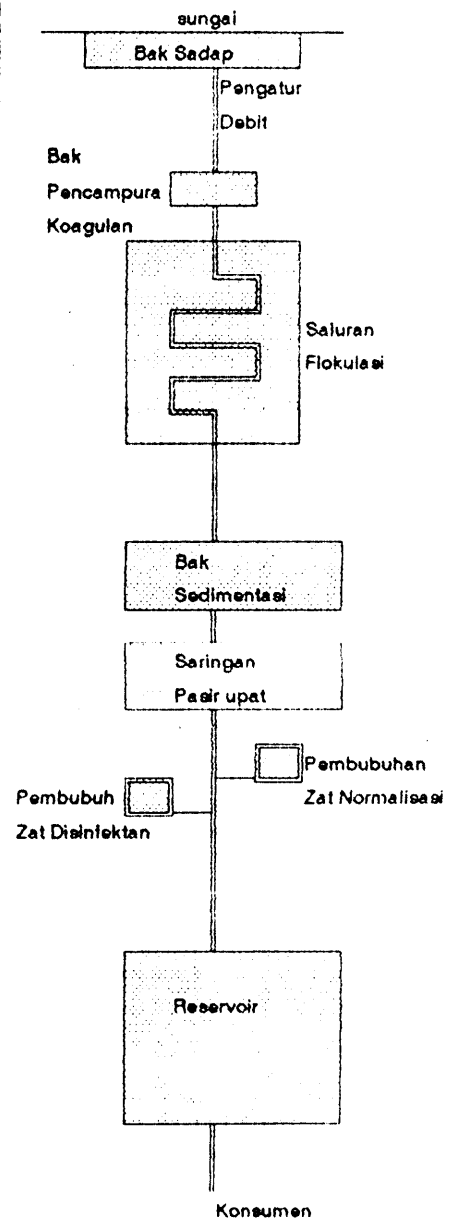
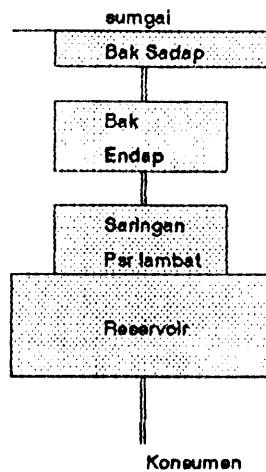


✓
✓
PENGUNAN/Digdo.

MATA AIR



AIR PERMUKAAN



AIR DAN DRAINASE

CARA PENYAMPAIAN

Langsung
Tidak langsung
Water Tower
Ground tank
Gabungan

CARA PENYALURAN

Horizon tal		
Vertikal	Downfeed System	Pentahapan Ventilasi Air Gaps

PEMBUANGAN.

PENGELO LAAN	Penyambungan	JENIS AIR BUANGAN	Air Kotor	SYSTEM	Individual L
	Pengumpulan		Air Kotor & Kotoran		Komunal (Sewarage System)
	Pengolahan				
	Pembuangan		Air Hujan		

PROSE PENGOLA AN	TAHAP PENGOLAH	PROSES	JENIS PROSE
	Awal	Penyaringan benda-benda kasar.	Fisik
	Pertama	Pengurangan benda padat dan pengendapan	
	Kedua	Penguraian bahan organik dan pengendapan	Biologi
	Keempat	Penstabilan endapan lumpur	Kimia/ Biologi

KOEFISIEN ALIRAN (C)

Padang rumput/taman-taman	0.05-0.10
Pedusunan	0.10-0.25
Pemuklman	0.25-0.50
Daerah Sedang	0.50-0.17
Daerah Padat	0.70-0.90
Jalan Aspal	0.25-0.60
Atap	0.70-0.95

DEBIT AI	$Q_p = 0.278.C.I.A$
Q = Debit puncak (m ³ /detik)	
C = Koefisien Aliran	
I = Curah Hujan (mm/m ² /jam)	
A = Luas areal (km ²)	

PLUMBING

A KEBUTUHAN AIR BERSIH BANGUNAN

Kebutuhan per orang

Flat/umah tinggal	150 liter/orang/hari
Sekolah	75 liter/orang/hari
Industri	100 liter/orang/hari
Rumah sakit	500 liter/orang/hari
Hotel	3000 liter/orang/hari
Penjara	50 liter/orang/hari
Tempat cuci mobil	200 liter/kali
Institusi	400 liter/orang/hari

2 Pedoman kasar

Flat/umah tinggal	2 m3/hari/100 m2
Kantor	1 m3/hari/100 m2
Rumah sakit	1.5 m3/hari/100 m2
Hotel	3 m3/hari/100 m2
Pertokoan	0.5 m3/hari/100 m2

3 Kebutuhan untuk saniter

Toilet	8 liter/kali
Urinoir	30 liter/kali
Bedkulp	250 liter/kali
Douche/mandi pancuran	25 liter/kali

4 Kebutuhan perlengkapan bangunan.

Airconditioning	0.2 m3/menit/TR
Mein uap	20 liter/MP/jam
Pengaman kebakaran	20 m3
Tangki minimum	10 m3

5 DAYA BUANG RATA-RATA/AVERAGE

Toilet	120 liter/menit
Bedkulp/bak mandi	90 liter/menit
Mastafel	60 liter/menit
Urinoir	120 liter/menit
Toilet	90 liter/menit
Bak cuci dapur	90 liter/menit
Shower	60 liter/menit
Bak cuci pakaian	60 liter/menit

C BEBAN KEBUTUHAN AIR BERSIH

KEBUTUHAN DAYA SALUR PERLENGKAPAN	KEBUTUHAN AIR (WATER DEMAND)
600	50
1200	100
1800	120
2400	180
3000	180
3600	200
4200	215
4800	240
5400	360
6000	270
6600	280
7200	295
7500	320
15000	500
22000	700
30000	870
37500	1000
45000	1100
52500	1200
60000	1300
67500	1400
75000	1500
82000	1600
90000	1700

Pipa Pengaluran Air Bersih dingin.

- Per seri Vertikal

- Closet = $24 \times 120 \text{ lt/menit} = 2.880 \text{ lt/menit}$
- Wastafel = $24 \times 90 \text{ lt/menit} = 2.160 \text{ lt/menit}$
- Bak Mandi = $24 \times 90 \text{ lt/menit} = 2.160 \text{ lt/menit}$
- Dapur = $24 \times 90 \text{ lt/menit} = 2.160 \text{ lt/menit}$
- Cuci an = $24 \times 60 \text{ lt/menit} = 1.440 \text{ lt/menit}$

Jumlah = 10.800 lt/menit
↳ kebutuhan air dingin = 500

Perlu air bersih dingin = $0,25 \times 500 \text{ lt/menit} = 125 \text{ lt/menit}$
→ $\Phi 1\frac{1}{4}''$

- Per seri Horizontal

- Closet = $2 \times 120 \text{ lt/menit} = 240 \text{ lt/menit}$
- Wastafel = $2 \times 90 \text{ lt/menit} = 180 \text{ lt/menit}$
- Bak Mandi = $2 \times 90 \text{ lt/menit} = 180 \text{ lt/menit}$
- Dapur = $2 \times 90 \text{ lt/menit} = 180 \text{ lt/menit}$
- Cuci an = $2 \times 60 \text{ lt/menit} = 120 \text{ lt/menit}$

Jumlah = 900 lt/menit

Perlu air Bersih = $0,25 \times 100 \text{ lt/menit} = 25 \text{ lt/menit}$
→ $\Phi 3\frac{1}{4}''$

Pengaluran Air Panas

- Per seri Vertikal

- Bak Mandi = $24 \times 5 \text{ lt/menit} = 120 \text{ lt/menit}$
- Wastafel = $24 \times 0,3 \text{ lt/menit} = 7,2 \text{ lt/menit}$
- Dapur = $24 \times 1,35 \text{ lt/menit} = 32,4 \text{ lt/menit}$

Jumlah = $159,6 \text{ lt/menit}$

Perlu air Panas = $0,3 \times 159,6 \text{ lt/menit} = 48 \text{ liter/menit}$

→ $\Phi 1''$

- Per seri Horizontal

Jumlah = $159,6 \text{ lt/12} = 13,3 \text{ lt/menit}$

Perlu air Panas = $0,3 \times 13,3 \text{ lt/menit} = 3,99 \text{ lt/menit}$

→ $\Phi 3\frac{3}{8}''$

Perhitungan Plumbing

Per. Seri Vertikal.

(Untuk Pembuangan kotoran WC).

$$\text{Closet : (2 buah)} = 12 \times 2 \times 120 \text{ Lt/menit} = 2.880 \text{ Liter/menit.}$$

$$\rightarrow \boxed{1 \phi 4''}$$

Saluran Horizontal.

(Untuk Pembuangan kotoran WC),

$$\text{Pipa Pembuang dr. 2 Closet} = 2 \times 120 \text{ Lt/menit} = 240 \text{ Lt/menit}$$

$$\rightarrow \boxed{\phi 3''}$$

Pipa Pembuangan Air Kotor.

Per Seri Vertikal.

$$\text{- Bak Mandi : } 2 \times 12 \times 90 \text{ Lt/menit} = 2.160 \text{ Lt/menit}$$

$$\text{- Bak Dapur : } 2 \times 12 \times 90 \text{ Lt/menit} = 2.160 \text{ Lt/menit}$$

$$\text{- Wastafel : } 2 \times 12 \times 60 \text{ Lt/menit} = 1.440 \text{ Lt/menit}$$

$$\text{- Cuci Pakaian : } 2 \times 12 \times 60 \text{ Lt/menit} = 1.440 \text{ Lt/menit}$$

$$\text{Jumlah} = 7.200 \text{ Lt/menit}$$

$$\rightarrow \boxed{1 \phi 4''}$$

Per Seri Horizontal.

$$\text{- Bak Mandi : } 2 \times 90 \text{ Lt/menit} = 180 \text{ Lt/menit}$$

$$\text{- Bak Dapur : } 2 \times 90 \text{ Lt/menit} = 180 \text{ Lt/menit}$$

$$\text{- Wastafel : } 2 \times 60 \text{ Lt/menit} = 120 \text{ Lt/menit}$$

$$\text{- Cuci Pakaian : } 2 \times 60 \text{ Lt/menit} = 120 \text{ Lt/menit}$$

$$\text{Jumlah} = 600 \text{ Lt/menit}$$

$$\rightarrow \boxed{\phi 3''}$$

Pipa Pembuangan Air Hujan.

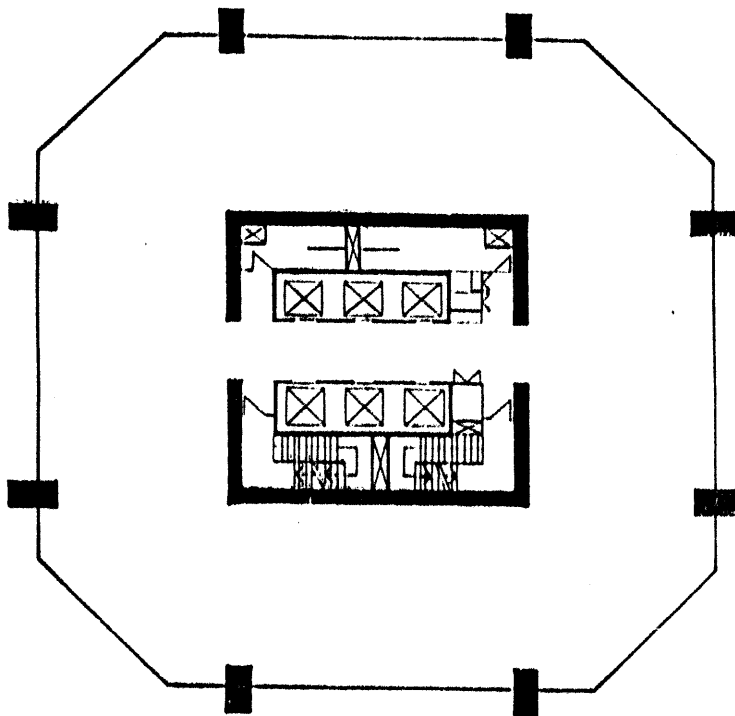
$$\text{- Luas Bidang Atap : } 36 \times 9 \times 1,3 = 421 \text{ m}^2$$

$$\text{- Hujan Tercepat di Indonesia : } 500 \text{ mm/m}^2/\text{jam} = 0,3 \text{ Lt/menit}$$

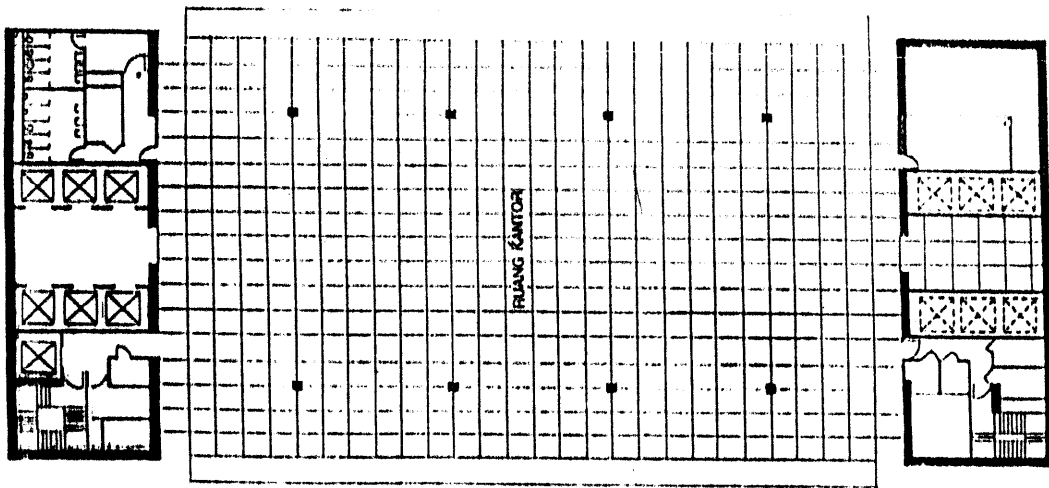
$$\text{Curah Hujan Total} = 421 \times 0,3 \text{ Lt/menit} = 3.496 \text{ Lt/menit}$$

$$\rightarrow \text{Pipa Pembuangan Tersebar : } 6 \phi 3''$$

CONTOH INTI GEDUNG BENTUK TOWER (MENARA)
 PINTU TANGGA DARURAT DISEBAR
 RONGGA TANGGA DILENGKAPI TABUNG UDARA TEKAN
 (PRESSURIZED STAIRWELL)

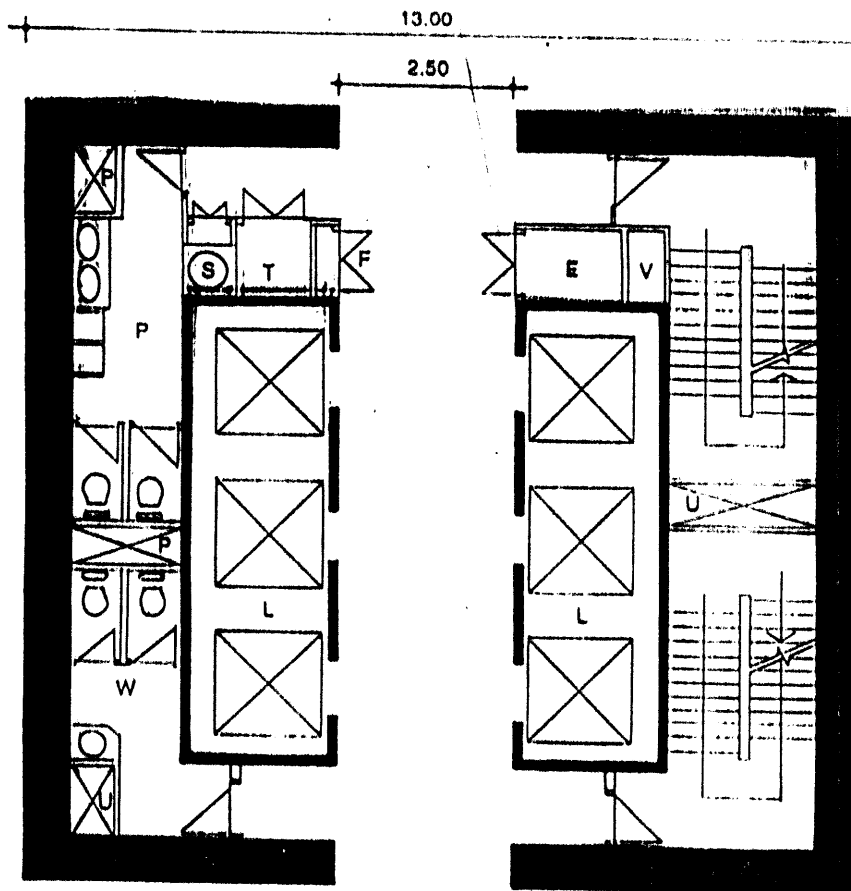


GEDUNG BANK BUMI DAYA PLAZA
 TINGGI 32 LANTAI, LUAS LANTAI BERULANG 889 M²
 LUAS INTI GEDUNG 169 M² (19%)
 STRUKTUR INTI GEDUNG STRUKTURAL + KOLOM TEPI
 BEBAN GEMPA + ANGIN DIPIKUL INTI



GEDUNG KANTOR DENGAN INTI GANDA STRUKTURAL
 (STRUKTURAL DOUBLE CORE) DAN PERIFERIAL
 (STRUKTURAL PERIPHERAL) BEBAN GEMPA + ANGIN

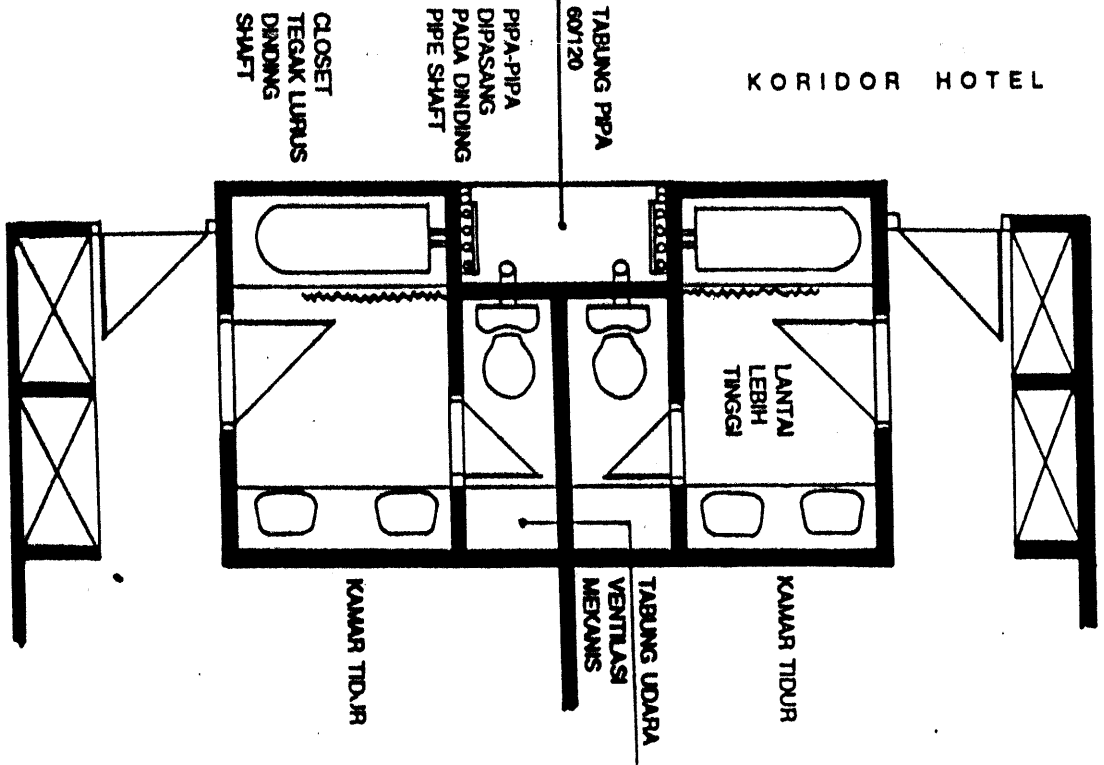
DETAIL INTI GEDUNG BBD PLAZA



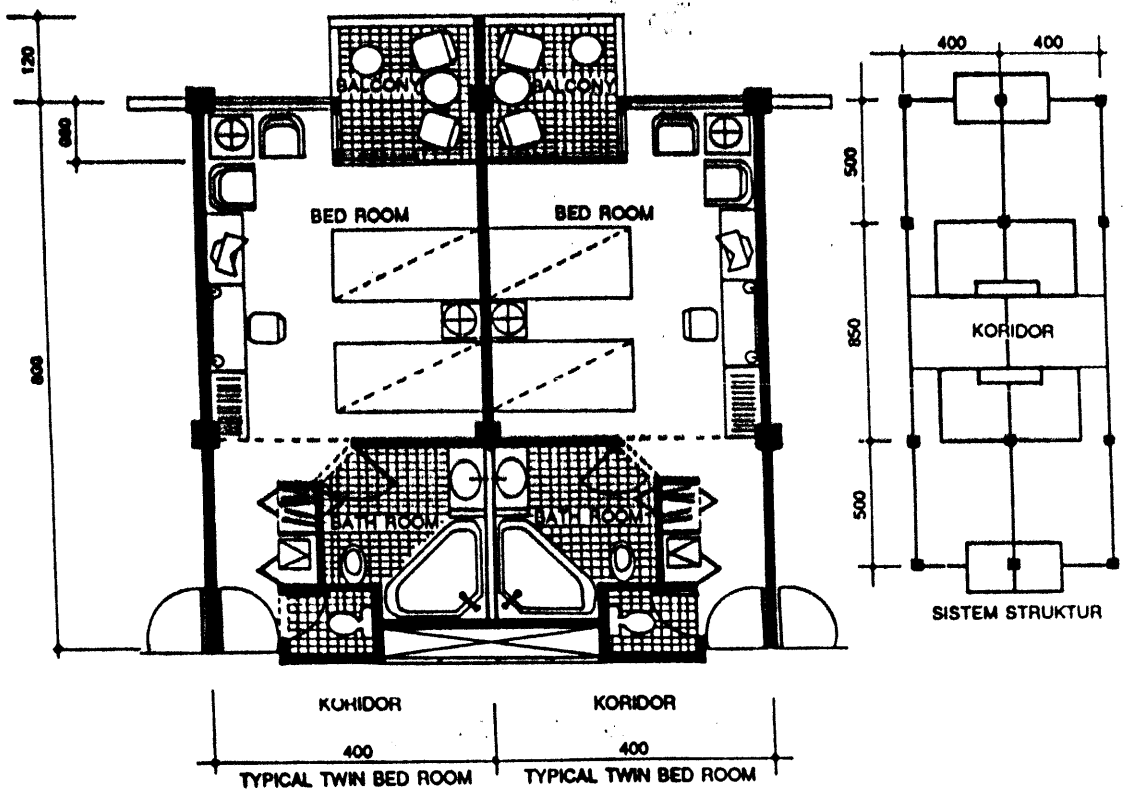
- P TOILET PRIA
- W TOILET WANITA
- S PIPA SAMPAH
- P TABUNG PIPA
- U TABUNG UDARA TEKAN
- V TABUNG VENTILASI
- E TABUNG INSTALASI LISTRIK
- L TABUNG LIFT KAPASITAS 18 ORANG/LIFT
- F TABUNG PIPA KEBAKARAN
- T TABUNG TELPON
- AHU DI LUAR INTI

LAYOUT KAMAR MANDI-WC HOTEL

WC - MANDI - WASTAFEL DIPAKAI BERSAMAAN

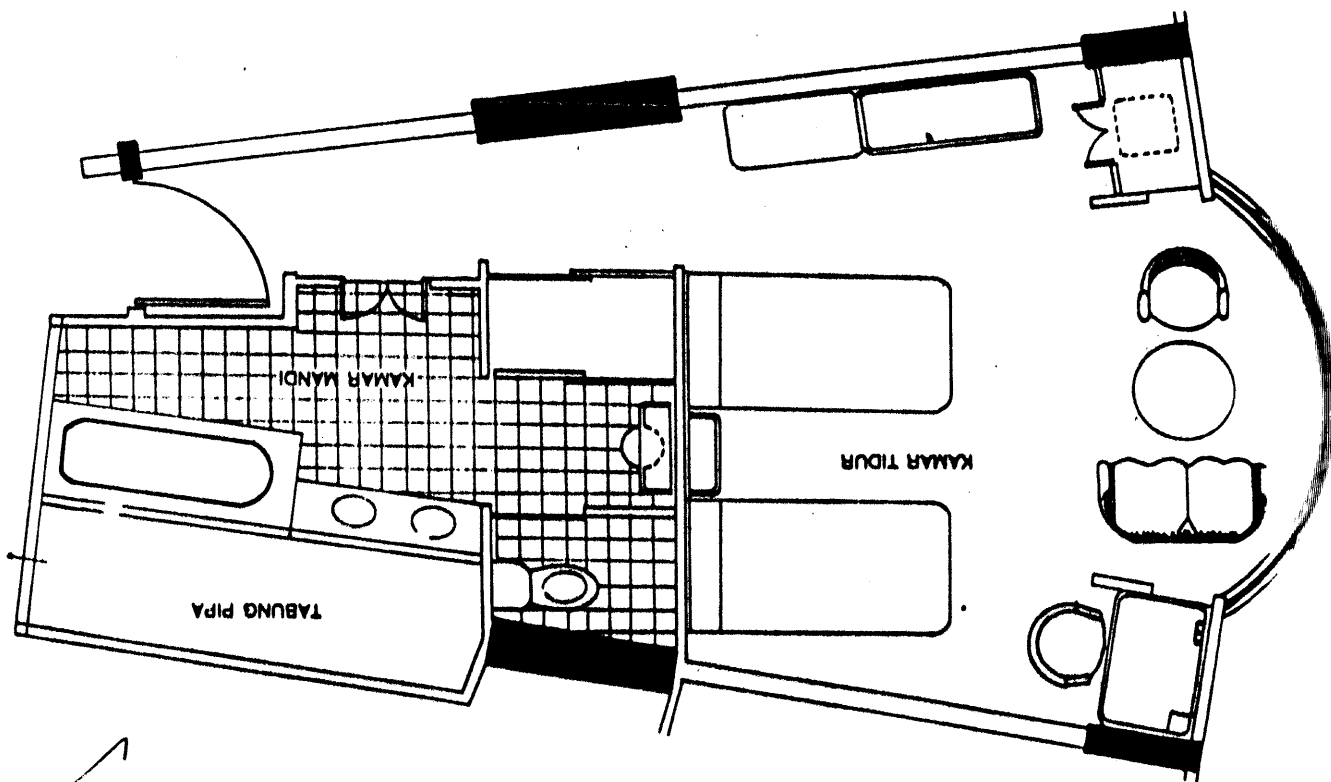
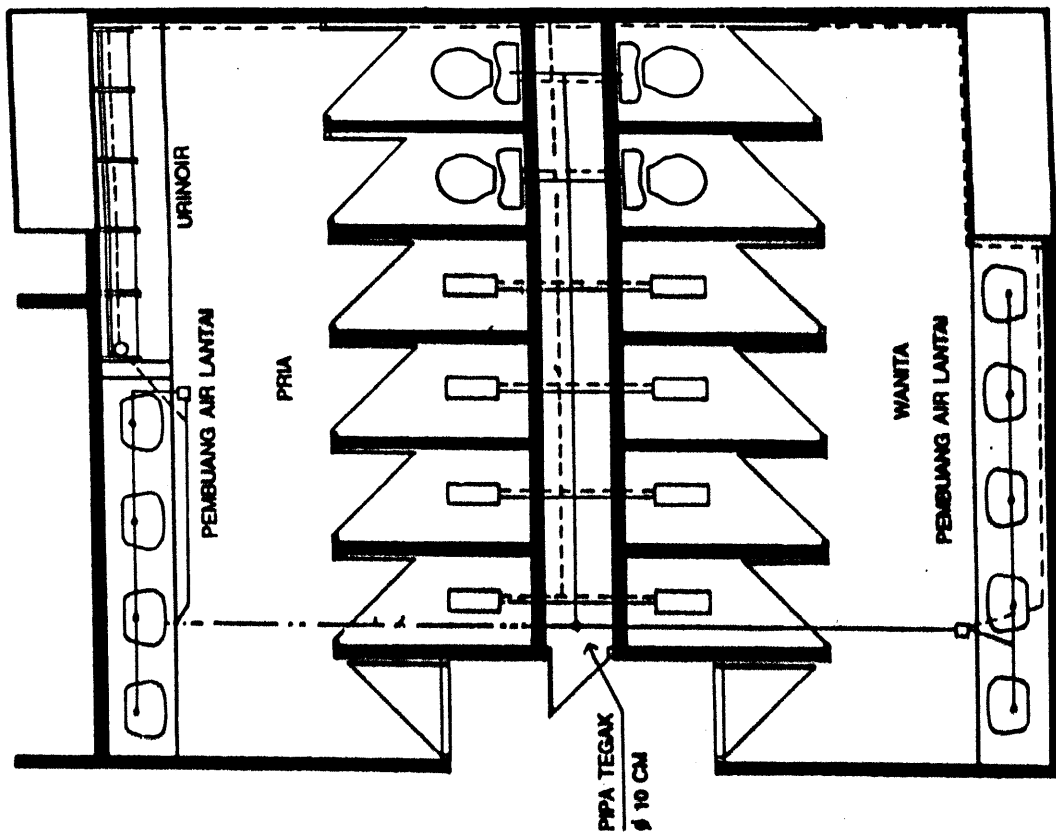


DENAH DAN SISTEM STRUKTUR HOTEL



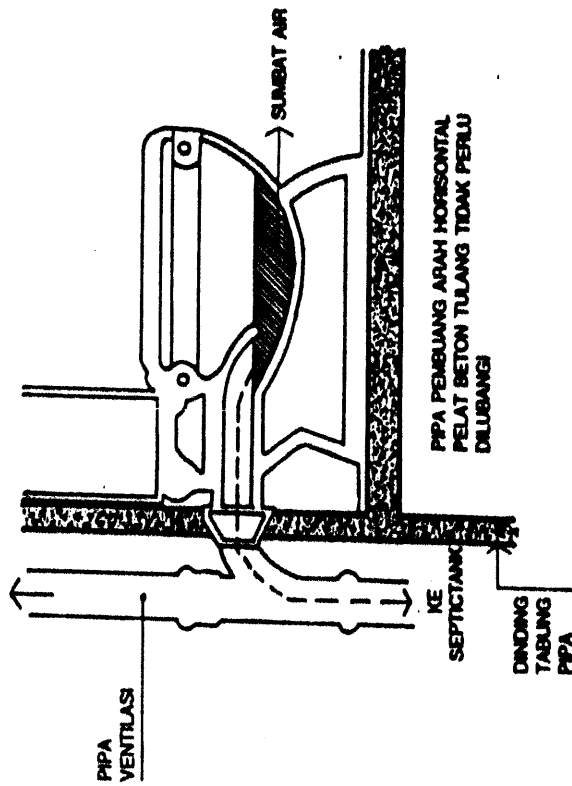
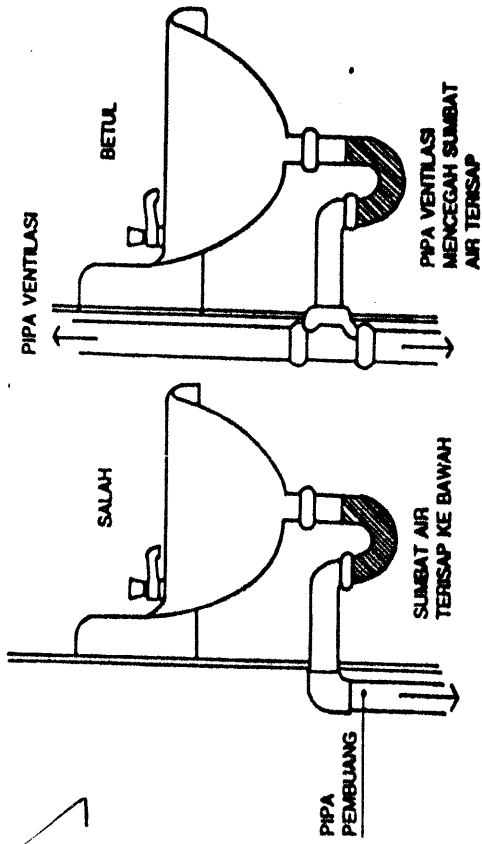
TOILET GEDUNG KANTOR

SKALA 1:50

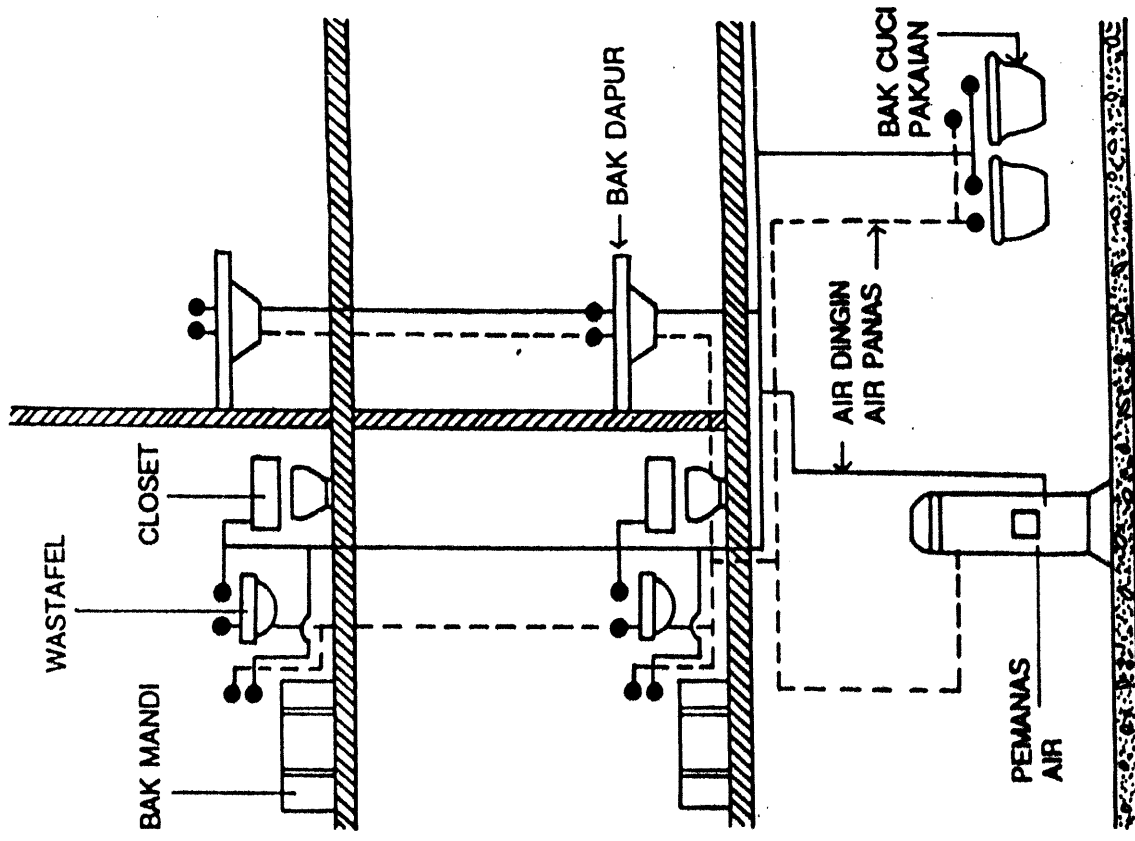


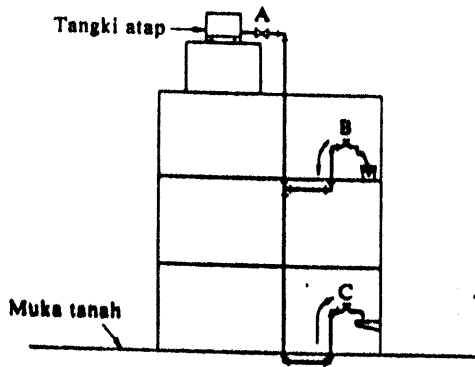
DENAH KAMAR TIDUR HOTEL

PERLENGKAPAN SANITASI



PEMIPAAN/PLUMBING INSTALASI AIR DALAM RUMAH TINGGAL





Gbr. 3.1 Contoh terjadinya aliran balik.

Tabel 3.5 Lebar celah udara minimum.

Tidak dipengaruhi dinding yang dekat	Kalau dipengaruhi oleh dinding yang berdekatan						
	Satu dinding			Dua dinding			
	Jarak dari dinding			Jarak dari dinding			
	$< 3d$	antara $3d$	$> 5d$	$< 4d$	antara $4d$	antara $6d$	$> 7d$
	$3d'$	$2d' + 5$	$1,7d' + 5$	$3,5d'$	$3d'$	$2d' + 5$	$1,7d' + 5$

- Catatan: (1) d : diameter dalam lubang keran (mm)
 d' : diameter efektif bukaan (mm)
 (2) Kalau penampang bukan berbentuk segi empat, d : sisi terpanjang segi empat tab.
 (3) Kalau ada dinding walau hanya sedikit lebih tinggi dari bibir taraf banjir, dianggap sebagai dinding yang berdekatan.
 (4) Kalau bidang ujung lubang keran membentuk sudut dengan bidang rata-air, celah udara diukur dari ujung bawah lubang keran tersebut sampai bidang bibir taraf banjir.

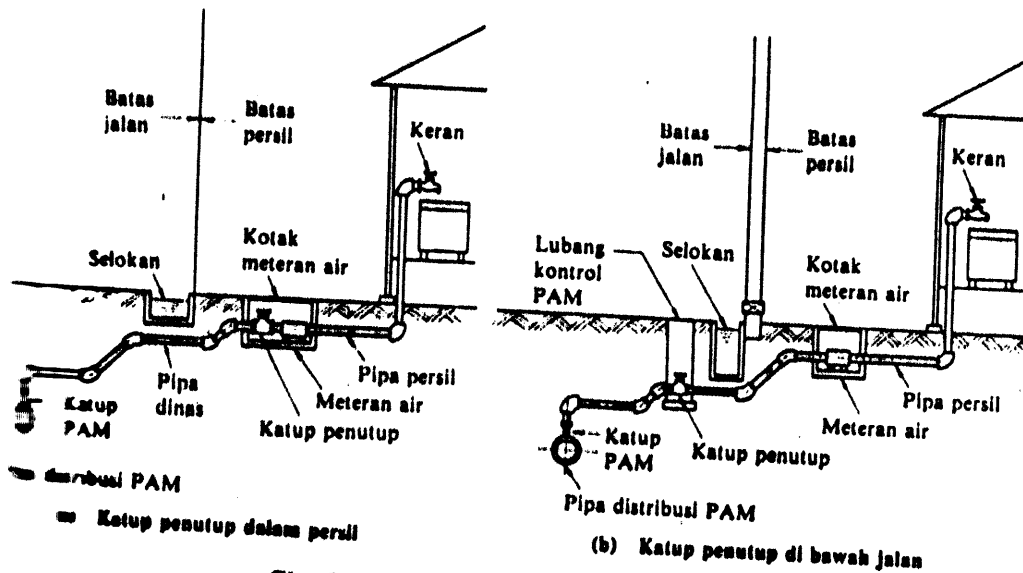
antara bagian terendah dari lubang pipu atau keran yang akan mengisi air ke dalam tangki atau peralatan plambing lainnya, dengan muka air meluap melalui bibir tangki atau peralatan plambing tersebut. Muka air ini bukanlah muka air pada waktu air meluap secara normal melalui lubang peluap yang khusus disediakan untuk itu. (Lihat Tabel 3.5). Dalam keadaan darurat muka air dapat sampai lebih tinggi dari pada lubang peluap tersebut. Oleh karena itu, celah udara tidak diukur sampai pada lubang peluap melainkan sampai muka air tertinggi yang dapat terjadi dalam keadaan apapun. Apabila celah udara tidak dapat dijaga, air kotor dapat terisap kembali ke dalam sistim perpipaan air minum. Umumnya celah udara dapat selalu dijaga pada keran air dingin atau air panas pada bak cuci. Tetapi pada bak cuci dapur, peralatan industri, dsb, seringkali tidak dapat dijaga adanya celah udara tersebut sebaik-baiknya. Tabel 3.4 dan Tabel 3.5 menunjukkan ukuran celah udara yang tepat.

Tabel 3.4 menunjukkan celah udara menurut standar Amerika Serikat "ASA A40, 6-1943: Air Gaps and Backflow Preventers in Plumbing Systems". Dalam ketentuan tersebut nampak bahwa secara umum celah udara minimum adalah dua kali diameter lubang efektif kalau tidak ada bidang dinding yang dekat dengan lubang keran, dan tiga kali diameter lubang efektif kalau ada bidang dinding yang berdekatan dengan keran.

Tabel 3.5 menunjukkan jarak minimum celah udara yang dicantumkan dalam "Plumbing Code HASS 206-1976" yang dikeluarkan oleh "The Society of Heating, Air

(1) Sistem sambungan langsung

Dalam sistem ini pipa distribusi dalam gedung disambung langsung dengan pipa utama penyediaan air bersih (misalnya, pipa utama di bawah jalan dari Perusahaan Air Minum). Sebagai contoh dapat dilihat dalam Gbr. 3.22. Karena terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama tersebut, maka sistem ini terutama dapat diterapkan untuk perumahan dan gedung-gedung kecil dan rendah. Ukuran pipa cabang biasanya diatur/ditetapkan oleh Perusahaan Air Minum. Tangki pemanas air biasanya tidak disambung langsung kepada pipa distribusi, dan di beberapa daerah tidak diizinkan memasang katup gelontor (*flush valve*).



Gbr. 3.22 Sistem sambungan langsung.

(2) Sistem tangki atap

Apabila sistem sambungan langsung oleh berbagai alasan tidak dapat diterapkan, sebagai gantinya banyak sekali digunakan sistem tangki atap, terutama di negara Amerika Serikat dan Jepang.

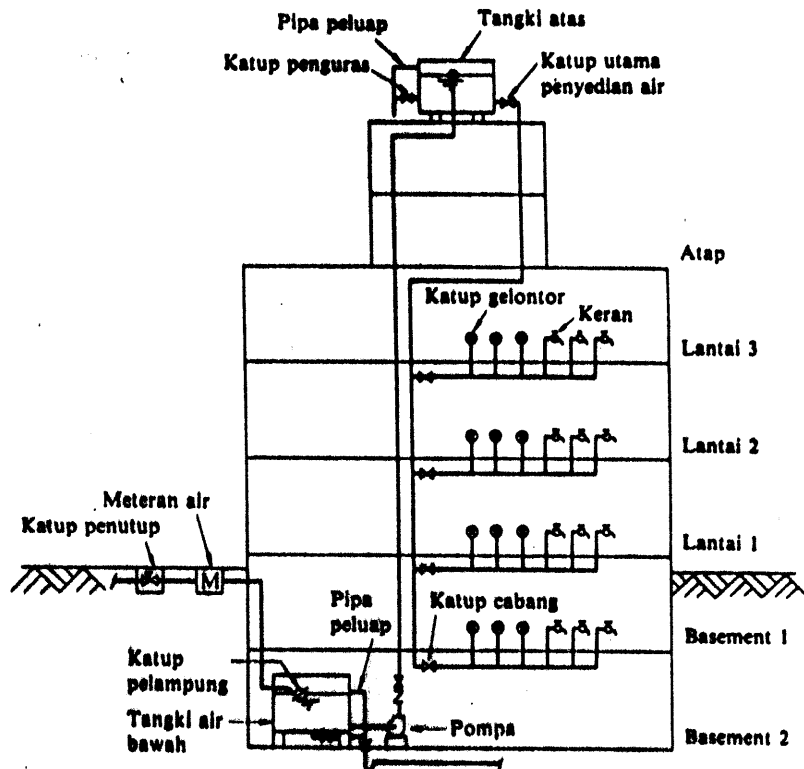
Dalam sistem ini, air ditampung lebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada terendah bangunan atau di bawah muka tanah), kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang di atas atap atau di atas lantai tertinggi bangunan. Tangki ini air didistribusikan ke seluruh bangunan.

Sistem tangki atap ini diterapkan seringkali karena alasan-alasan berikut:

- 1) Selama airnya digunakan, perubahan tekanan yang terjadi pada alat plambing hampir tidak berarti. Perubahan tekanan ini hanyalah akibat perubahan muka air dalam tangki atap.
- 2) Sistem pompa yang menaikkan air ketangki atap bekerja secara otomatis dengan cara yang sangat sederhana sehingga kecil sekali kemungkinan timbulnya kesulitan. Pompa biasanya diulankan dan dimatikan oleh alat yang mendeteksi muka dalam tangki atap.
- 3) Perawatan tangki atap sangat sederhana dibandingkan dengan misalnya, tangki bawah.

Setiap tangki bawah dan tangki atap harus dipasang alarm yang memberikan

3. Perancangan Sistem Penyediaan Air Bersih



Gbr. 3.23 Sistem dengan tangki atap.

tanpa suara untuk muka air rendah dan air penuh. Tanda suara (*alarm*) ini biasanya dipasang di ruang kontrol atau ruang penguwas instalasi bangunan. Cara bekerja alarm dapat dibaca pada Tabel 3.6.

Untuk bangunan-bangunan yang cukup besar, sebaiknya disediakan pompa cadangan untuk menaikkan air ke tangki atap. Pompa cadangan ini dalam keadaan normal

Tabel 3.6 Cara kerja alarm tangki penuh dan muka air rendah.

Cara kerja Jenis tangki	Cara kerja alarm waktu tangki penuh	Cara kerja alarm waktu muka air rendah
Tangki atas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alarm berbunyi 2. Pompa pengisi tangki berhenti secara otomatis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alarm berbunyi 2. (1) Pompa pengisi tangki tidak berhenti secara otomatis, melainkan harus dihentikan oleh operator. (2) Pompa pengisi tangki berhenti secara otomatis (3) Pompa kedua pengisi tangki ikut bekerja
Tangki air minum PAM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alarm berbunyi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alarm berbunyi 2. Pompa pengisi tangki atas berhenti secara otomatis

3. Perancangan Sistem Penyediaan Air Bersih

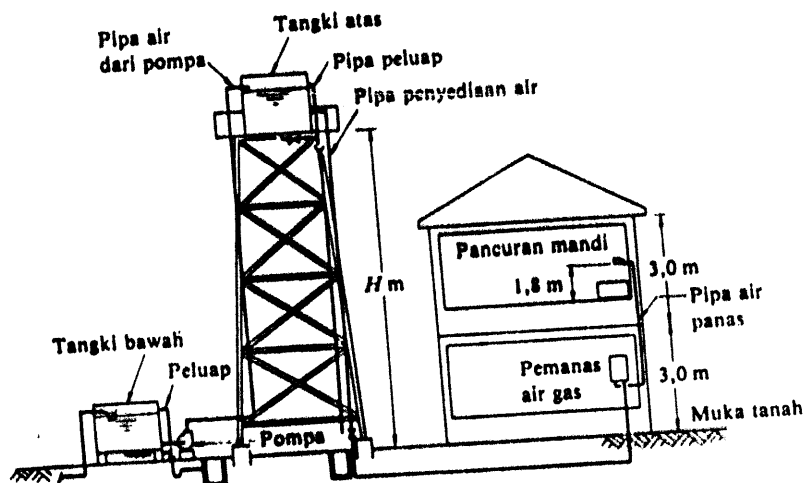
membawa kotoran tersebut dengan air melalui pipa buangan sampai ke saluran kotoran umum atau tangki septik. Untuk ini perlu sejumlah tertentu air (standarnya 15 liter) dialirkan dalam suatu jangka waktu tertentu pula (standarnya 10 detik pada tekanan kerja normal 10 m). Katup gelontor tekanan rendah biasanya tidak dapat memenuhi ketentuan tersebut (hanya sekitar 5 liter dalam 10 detik), walaupun air keluar pada waktu tuas ditekan. Hal ini dapat menyebabkan kotoran terbawa keluar dari kloset tetapi air tidak cukup kuat untuk mendorong sampai tujuan akhir. Walaupun tekanan air makin besar lebih baik bagi katup gelontor, tetapi batas maksimumnya sekitar $4,0 \text{ kg/cm}^2$.

(b) Penggunaan pemanas air dengan gas

Masalah tekanan minimum yang dituntut alat ini mirip dengan kasus pada katup gelontor tersebut di atas, sedang besarnya tekanan minimum bergantung pada pabrik pembuatnya tetapi umumnya berkisar antara $0,25 \text{ kg/cm}^2$ sampai $0,7 \text{ kg/cm}^2$, tekanan maksimum yang diperbolehkan berkisar antara $3,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $4,0 \text{ kg/cm}^2$.

Nilai tekanan minimum yang dituntut oleh pemanas air tersebut dapat dipakai sebagai dasar perhitungan apabila alat-alat plambing yang dilayani terletak pada lantai yang sama atau pada lantai yang lebih rendah dari alat pemanas. Dalam keadaan di mana ada alat plambing air panas yang dipasang lebih tinggi dari alat pemanas, maka tekanan minimum alat plambing itulah yang menentukan.

Di antara berbagai alat plambing air panas, pancuran mandi menuntut tekanan minimum yang paling besar, yaitu sekitar 3,5 m kolom air (tekanan yang lebih kecil tidak memberikan pancaran air yang baik).



Gbr. 3.24 Contoh penyediaan air panas ke pancuran mandi dengan pemanas air gas.

Sebagai contoh lihatlah Gbr. 3.24, untuk menentukan tinggi tangki atas dari tanah:

Tinggi pancuran mandi dari tanah	4,8 m
Tekanan minimum pada pancuran	3,5 m
Kerugian tekanan dalam pipa dari tangki atas sampai pancuran (diperkirakan)	1,5 m
Tekanan minimum bagi pemanas air gas	7,0 m

Jadi, tinggi muka air terendah dalam tangki atas, diukur dari tanah adalah:

$$4,8 + 3,5 + 1,5 + 7,0 = 16,8 \text{ m}$$

tekanan atmosfer, dan kalau daerah fluktuasi tekanan antara 1,0 sampai 1,5 kg/cm², maka sebenarnya volume air efektif yang akan mengalir hanyalah sekitar 10% dari volume tangki. Untuk melayani kebutuhan air yang besar maka akan diperlukan tangki tekan yang besar. Untuk mengatasi hal ini maka tekanan awal udara dalam tangki dibuat lebih besar dari tekanan atmosfer (dengan memasukkan udara kempa ke dalam tangki).

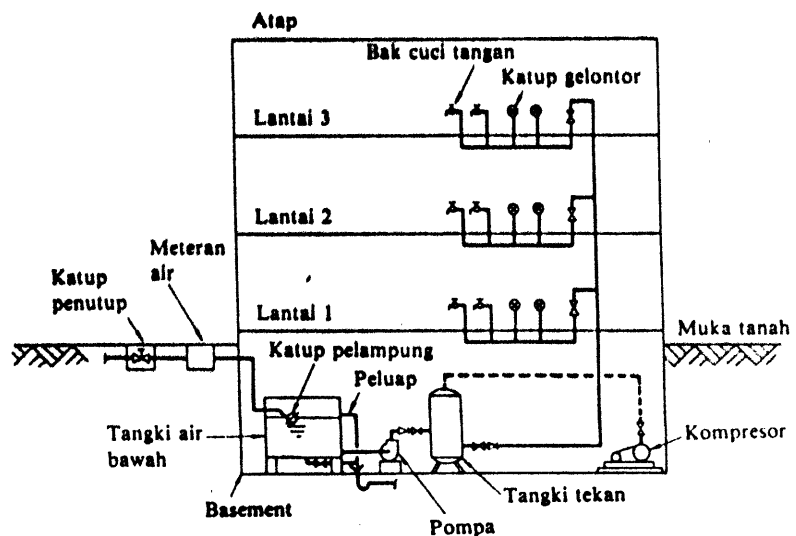
Kelebihan-kelebihan sistem tangki tekan antara lain:

- 1) Lebih menguntungkan dari segi estetika karena tidak terlalu menyolok dibanding dengan tangki atap
- 2) Mudah perawatannya karena dapat dipasang dalam ruang mesin bersama pompa-pompa lainnya
- 3) Harga awal lebih rendah dibandingkan dengan tangki yang harus dipasang di atas menara.

Kekurangan-kekurangannya:

- 1) Daerah fluktuasi tekanan sebesar 1,0 kg/cm² sangat besar dibanding dengan sistem tangki atap yang hampir tidak ada fluktuasi tekanannya. Fluktuasi yang besar ini dapat menimbulkan fluktuasi aliran air yang cukup berarti pada alat plambing, dan pada alat pemanas gas dapat menghasilkan air dengan temperatur yang berubah-ubah.
- 2) Dengan berkurangnya udara dalam tangki tekan, maka setiap beberapa hari sekali harus ditambahkan udara kempa dengan kompresor atau dengan menguras seluruh air dari dalam tangki tekan.
- 3) Sistem tangki tekan dapat dianggap sebagai suatu sistem pengaturan otomatis pompa penyediaan air saja dan bukan sebagai sistem penyimpanan air seperti tangki atap.
- 4) karena jumlah air yang efektif tersimpan dalam tangki tekan relatif sedikit, maka pompa akan sering bekerja dan hal ini akan menyebabkan keausan pada saklar yang lebih cepat.

Gbr. 3.26 dan 3.27 menunjukkan contoh instalasi dengan tangki tekan. Gbr. 3.28 dan 3.29 menunjukkan suatu paket yang terdiri atas suatu tangki penampung, pompa, dan



Gbr. 3.26 Contoh sistem tangki tekan.

Table 3.12 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari.

	Jenis gedung	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (Jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
1	Perumahan mewah	250	8-10	42-45	Setiap penghuni
2	Rumah biasa	160-250	8-10	50-53	Setiap penghuni
3	Apartment	200-250	8-10	45-50	Mewah 250 liter Menengah 180 liter Bujangan 120 liter Bujangan
4	Asrama	120	8		
5	Rumah sakit	Mewah > 1000 Menengah 500-1000 Umum 350-500	8-10	45-48	(setiap tempat tidur pasien) Pasien luar: 8 liter Staf/pegawai: 120 liter Keluarga pasien: 160 liter Guru: 100 liter Guru: 100 liter Guru/dosen: 100 liter Peghuninya: 160 liter
6	Sekolah dasar	40	5	58-60	Setiap pegawai
7	SLTP	50	6	58-60	Pemakaian air hanya untuk kakus, belum termasuk untuk bagian restorannya.
8	SLTA dan lebih tinggi	80	6		Per orang, setiap giliran (kalau kerja lebih dari 8 jam sehari)
9	Rumah-toko	100-200	8		Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat)
10	Gedung kantor	100	8	60-70	Untuk penghuni: 160 liter
11	Toserba (toko serba ada, department store)	3	7	55-60	Untuk penghuni: 160 liter; pelayan: 100 liter; 70% dari jumlah tamu perlu 15 liter/orang untuk kakus, cuci tangan dsb.
12	Pabrik/industri	Buruh pria: 60 wanita: 100	8		Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton.
13	Stasiun/terminal	3	15		Jam pemakaian air dalam tabel adalah untuk satu kali pertunjukan.
14	Restoran	30	5		— idem —
15	Restoran umum	15	7		Pedagang besar: 30 liter/tamu, 150 liter/Staf atau 5 liter per hari setiap m ² luas lantai.
16	Gedung pertunjukan	30	5	53-55	Untuk setiap tamu, untuk Staf 120-150 liter; penginapan 200 liter.
17	Gedung bioskop	10	3		Didasarkan jumlah jemaah per hari.
18	Toko pengecer	40	6		Untuk setiap pembaca yang tinggal.
19	Hotel/penginapan	250-300	10		Setiap tamu
20	Gedung peribadatan	10	2		Setiap tamu
21	Perpustakaan	25	6		Setiap tempat duduk
22	Bar	20	6		Setiap tamu
23	Pertumpukan sosial	30			Setiap tamu
24	Kelab malam	120-350			Setiap tamu
25	Gedung perkumpulan	150-200			Setiap tamu
26	Laboratorium	100-200	8		Setiap Staf

Tabel 3.2 Standar kualitas air minum di Indonesia.

No.	Unsur	Satuan	Standar Indonesia ^a			Uraian
			Minimum yang diperbolehkan	Maksimum yang dianjurkan	Maksimum yang diperbolehkan	
I. Fisika:						
1	Temperatur	°C	—	—	= udara	Sumber: 1) Peraturan Menteri Kesehatan R.I. 01/BIRHUKMAS/1/1975
2	Warna	Pt-Co	—	5	50	
3	Bau	—	—	—	tidak bau	
4	Rasa	—	—	—	netral	
5	Kekeruhan	Silika	—	5	25	
II. Kimia:						
1	Nitrogen (sbg amoniak)	mg/l	—	—	0	
2	Nitrogen (sbg NO ₂)	mg/l	—	—	0	
3	Nitrogen (sbg NO ₃)	mg/l	—	—	20	
4	Ion klorida	mg/l	—	—	600	
5	Zat organik (sbg KMnO ₄)	mg/l	—	200	10	
6	Ion sianida	mg/l	—	—	0,05	
7	Air raksa	mg/l	—	—	0,001	
8	Fosfor organik	mg/l	—	—	—	
9	Tembaga	mg/l	—	0,05	1,5	
10	Besi	mg/l	—	0,1	1	
11	Mangan	mg/l	—	0,05	0,5	
12	Seng	mg/l	—	1	15	
13	Timah hitam	mg/l	—	—	0,1	
14	Kromium valensi-6	mg/l	—	—	0,05	
15	Arsenik	mg/l	—	—	0,05	
16	Fluorida	mg/l	1	—	2	
17	Zat padat sisa peng-uapan	mg/l	—	500	1500	
18	Phenolik	mg/l	—	0,001	0,002	
19	Anionik aktif (sbg CaCO ₃)	mg/l	—	—	—	
20	Kadmium	mg/l	—	—	0,01	
21	Selenium	mg/l	—	—	0,01	
22	Magnesium	mg/l	—	30	150	
23	Ion belerang (sbg SO ₄)	mg/l	—	200	400	
24	Sulfida (sbg H ₂ S)	mg/l	—	—	0	
25	Karbon agresif (sbg CO ₂)	mg/l	—	—	0	
26	Kalsium	mg/l	—	10	MHI	

No.	Unsur	Satuan	Standar Indonesia ^a		
			Minimum yang diperbolehkan	Maksimum yang dianjurkan	Maksimum yang diperbolehkan
31	Serium	mg/l	—	—	—
32	Aluminium (sisa)	mg/l	—	—	—
33	Asam Heks Metafosforik	mg/l	—	—	—
34	Asam Tri Polifosforik	mg/l	—	—	—
35	Minyak mineral	mg/l	—	—	—
36	Perak	mg/l	—	—	—
37	Beliem	mg/l	—	—	—
38	Derajat kesamaan Kesadahan	pH	6,5	—	9,2
39	Kesadahan	derajat	SD	—	100
40	Krominisitas	derajat	—	—	—
III. Radioaktivitas:					
1	Sinar Alfa	uc/ml	—	—	0,000000001
2	Sinar Beta	uc/ml	—	—	0,000000001
3	Uranium alami dan U-238	—	—	—	—
4	Radium 226	—	—	—	—
5	Serium 90	—	—	—	—
6	Trinium	—	—	—	—
IV. Mikrobiologi:					
1	Kuman parasitik	/100 ml	—	—	0
2	Kuman patogenik	/100 ml	—	—	0
3	Bakteri coli	/100 ml	—	—	0
4	Bakteri, umum	/100 ml	—	—	—

Tabel 3.3 Kadar sisa klor dalam air keluar keran.

No	Kadaan	Kadar sisa klor (mg/l) ^a
1	Dalam keadaan normal	>0,1 (0,4) ^b
2	Kalau ada kemungkinan air akan banyak tercemar oleh bakteri patogenik, atau kemungkinan mengandung kuman atau zat yang dapat menumbuhkan bakteri patogenik	>0,2 (1,5) ^b >0,2

^a Catatan: Angka angka dalam tanda () menunjukkan nilai untuk bakteri sisa klor berlebihan

Jumlah dan jenis peralatan plambing yang ada dan volume air
yang dikeluarkan (lihat grafik 1 pada lampiran):

- kloset	: 4 x 120 lt/menit	= 480 lt/menit
- bak mandi	: 2 x 90 lt/menit	= 180 lt/menit
- wastafel	: 6 x 60 lt/menit	= 360 lt/menit
- urinoir	: 3 x 120 lt/menit (ditaksir)	= 360 lt/menit
- cuci dapur	: 1 x 90 lt/menit	= 90 lt/menit
- kran pancuran	: 5 x 60 lt/menit	= 300 lt/menit
di lab		
Jumlah		= 1770 lt/menit

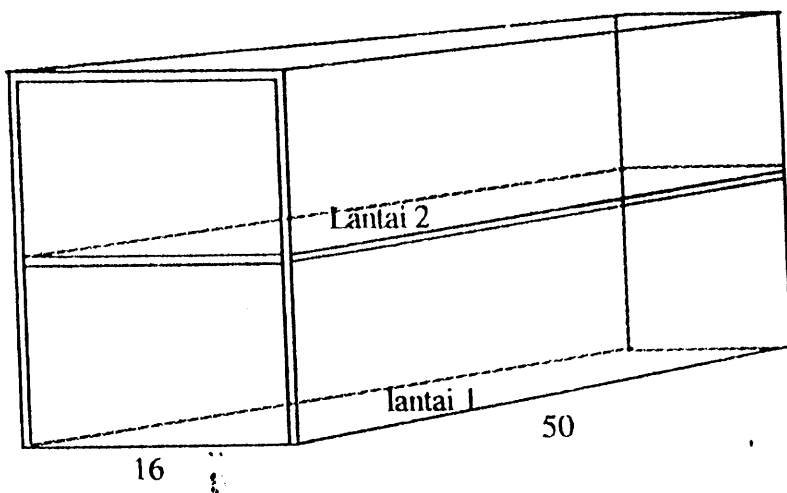
dari grafik diperoleh besar pipa 3" dengan daya buang 1800
menit.

Metode penaksiran berdasarkan jumlah pemakai

Metode ini didasarkan pada pemakaian air rata-rata setiap hari oleh setiap penghuni. Dari pendekatan ini, meskipun kita belum tahu jumlah orang yang akan menempati/menggunakan gedung namun kita bisa memperkirakan berdasarkan luas lantai bangunan.

Untuk memperjelas perhatikan contoh soal berikut:

Contoh laju aliran air yang dibutuhkan pada sistem plambing gedung di FPTK IKIP MALANG berdasarkan jumlah pemakai.



Penyelesaian:

Menghitung luas lantai

- Luas lantai = $50 \times 16 \times 2 = 1600 \text{ m}^2$.
- Luas efektif diambil 55 - 80% dari luas lantai. Kalau diambil 70% maka: $70\% \cdot 1600 = 1120 \text{ m}^2$

Memperkirakan jumlah penghuni

- Tiap orang membutuhkan luas lantai 5-10 m^2
- Jumlah orang pemakai sistem plambing = $1120/10 = 112$ orang

Menghitung kebutuhan air

- Kebutuhan air tiap orang (tabel 4, lampiran 4) untuk gedung perguruan tinggi = 80 liter/hari/orang.

- Kebutuhan air sehari = $112 \times 80 = 8960 \text{ lt/hari} = 8,96 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Kebocoran sekitar 20%, sehingga kebutuhan airnya
 $1,2 \times 8,96 = 10,752 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Jangka waktu penggunaan air dalam sehari (tabel 4, lampiran 4)
 8 jam. Sehingga kebutuhan air sehari (Q_h) = $10,752/8 = 1,34 \text{ m}^3/\text{hari}$.
- Pemakaian air puncak dalam sehari (Q_{h-mak}) = $(c_1) Q_h$
 (c_1 besarnya berkisar 1,5 - 2,0 bergantung pada lokasi, sifat penggunaan dll.). Sehingga $Q_{h-mak} = 2 \times 1,34 = 2,68 \text{ m}^3/\text{hari}$.
- Pemakaian air pada menit-puncak (Q_{m-mak}) = $(c_2) Q_h/60$
 Besarnya c_2 berkisar 3,0 - 4,0, sehingga $Q_{m-mak} = 4 \cdot 1,34/60$
 $= 0,089 \text{ m}^3/\text{menit} = 89 \text{ liter/menit}$.

2. Perkiraan laju aliran air berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing

Data peralatan plambing:

- kloset : 4 buah
- bak mandi : 2 buah
- wastafel : 6 buah
- urinoir/peturasan : 1 buah
- cuci dapur : 1 buah

Kebutuhan air: lihat tabel 5 (lampiran 5)

Kloset	: 14 liter x 4 x 6 kali/jam	= 336 lt/jam
Bak mandi	: 125 liter x 2 x 1 kali/jam	= 250 lt/jam
Wastafel	: 10 liter x 6 x 8 kali/jam	= 480 lt/jam
Urinoir	: 4,5 liter x 1 x 10 kali/jam	= 45 lt/jam
Cuci dapur	: 15 liter x 1 x 3 kali/jam	= 45 lt/jam

Total = 1156 lt/jam

Laju aliran air dengan memperhatikan faktor pemakaian: (lihat tabel 7 pada lampiran)

Kloset : $50\% \times 336 = 168 \text{ lt/jam}$
 Yang lain menggunakan alat plambing biasa =

$$75\% \times 820$$

$$= 615 \text{ lt/jam}$$

$$\text{Total} = 783 \text{ lt/jam}$$

Perkiraan laju aliran air berdasarkan unit beban alat plambing

Data peralatan plambing (lihat bagian 2)

Unit alat plambing: (lihat tabel 8 pada lampiran)

$$\text{Kloset} : 10 \times 4 = 40$$

$$\text{Bak mandi} : 2 \times 2 = 4$$

$$\text{Wastafel} : 2 \times 6 = 12$$

$$\text{Urinoir} : 5 \times 1 = 5$$

$$\text{Cuci dapur} : 4 \times 1 = 5$$

$$\text{Total} = 66$$

Aliran serentak: (lihat diagram 2 pada lampiran)

$$\begin{aligned} \text{dari grafik diperoleh aliran serentak} &= 230 \text{ liter/menit} \\ &= 3,8 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

2. Penentuan ukuran pipa

Untuk mendapatkan ukuran pipa, harus diketahui dulu gambar jaringan perpipaan yang akan dipasang dalam sistem plambing. Sebab panjangnya pipa, bentuk belokan, dan pencabangan saluran pipa akan menentukan perencanaan. Ambil contoh sederhana dari gambar jaringan berikut:

Contoh hitungan:

Soal:

Hotel di Gunung Bromo (Bromo Cottage) menyediakan kamar sejumlah 50 kamar yang dilengkapi dengan fasilitas air panas. Tiga puluh kamar diperkirakan ditempati oleh dua orang, dan 20 kamar ditempati oleh 4 orang. Setiap kamar dilengkapi dengan peralatan bak mandi (bath tub), pancuran air, dan bak cuci tangan.

Penyelesaian:

- Jumlah orang seluruh gedung (N) = $(30 \times 2) + (20 \times 4) = 140$ orang
- $Q_d = N \cdot q_d = 140 \times 150 = 21000$ liter/hari
- $Q_h = Q_d \cdot q_h = 21000 \times 1/7 = 3000$ liter/jam
- $V = Q_d \cdot v = 21000 \times 1/5 = 4200$ liter
- Andaikan $t_h = 70$ dan $t_c = 4$:
maka $H = Q_h (t_h - t_c) = 3000 \times (70 - 4) = 198000$ kcal/jam

Perhitungan berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing

Untuk menghitung laju aliran berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing perlu diketahui frekuensi (per jam) pemakaian setiap jenis alat plambing pada beban puncak. dalam menghitung laju aliran, gunakan juga angka-angka pada tabel 12 pada lampiran. Sedang untuk menghitung volume tangki penyimpanan air panas gunakan tabel 13 pada lampiran. Angka-angka pada tabel ini merupakan angka berdasarkan volume efektif, untuk keamanan biasanya angka pada tabel dikalikan dengan 25-30%.

Contoh hitungan:

Soal: (lihat pada contoh perhitungan berdasarkan jumlah pemakai)

Penyelesaian:

- Kebutuhan berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing:

bak mandi	50 x 100 liter/jam	= 5000 liter/jam
pancuran air	50 x 200 liter/jam	= 5500 liter/jam
bak cuci tangan	50 x 7,5 liter/jam	= 375 liter/jam

Jumlah	= 10875 liter/jam
48	

- Laju aliran air panas maksimum:
 $10875 \times 0,25$ (faktor pemakaian untuk hotel) = 2718,75 liter/jam
- Volume tangki penyimpan air panas:
 $2718,75 \times 0,80$ (tabel 13 pada lampiran) = 2175 liter
- Kapasitas pemanas:
 $2175 \times (70-4) = 143550$ kcal/jam

Perbedaan angka hasil perhitungan memang perlu dicermati dengan menelusuri angka-angka yang diambil dari tabel. Sebab dari tabel angka-angkanya berupa rentangan yang selisihnya cukup banyak. Kalau pengambilan angkanya dirubah dari angka yang kecil pada rentangan ke angka yang besar, maka selisih hasilnya juga akan jauh berbeda. Perkiraan berdasarkan pemakaian alat plambing di lapangan perlu dilakukan, meskipun hal ini perlu pengalaman tersendiri.

F. Ukuran pipa air panas

Penentuan ukuran pipa air panas tidak jauh berbeda dengan cara penentuan ukuran pipa air dingin, yaitu dimulai dengan menentukan laju aliran di tiap-tiap bagian. Dua cara yang sering dipakai adalah (1) dengan menentukan pemakaian air maksimum per jam dan laju aliran pada beban puncak sebesar 1,5 - 2,0 kalinya; (2) dengan menghitung jumlah unit beban alat plambing air panas. Cara yang kedua lebih sering dipakai dari pada cara yang pertama. Untuk cara kedua ini bisa dengan menggunakan tabel 14 dan grafik 3 pada lampiran. Apabila jumlah alat plambingnya belum ditentukan bisa menggunakan tabel 15 pada lampiran.

G. Menghitung kapasitas pompa sirkulasi

Tekanan pompa ditentukan oleh besarnya kerugian gesek dalam pipa hantar dan pipa balik terjauh. Laju aliran sirkulasi dapat dihitung dengan rumus:

$$W_{\text{sir}} = \frac{Q}{(t_h - t_b) (60)}$$

Lampiran 1

Tabel 1 BEBAN MAKSIMUM YANG DIIZINKAN UNTUK TALANG ATAP (DALAM M² LUAS ATAP)

Ukuran pipa		Pipa tegak air hujan	Pipa datar pembuang air hujan			Talang atap datar terbuka			
			Kemiringan			Kemiringan			
mm	(inci)		1%	2%	4%	½%	1%	2%	4%
50	2	65							
65	2½	120							
80	3	200	75	105	150	15	20	30	40
100	4	425	170	245	345	30	45	65	90
125	5	800	310	435	620	55	80	115	160
150	6	1290	430	700	990	85	125	175	250
200	8	2690	1065	1510	2135	180	260	365	520
250	10		1920	2710	3845	330	470	665	945
300	12		3090	4365	6185				
375	15		5525	7800	11055				

Catatan :

Tabel ini berdasarkan pada curah hujan 100 mm per jam. Bila curah hujan setempat lebih besar, nilai luas pada tabel tersebut di atas harus disesuaikan dengan cara mengalikan nilai tersebut dengan 10 dibagi dengan kelebihan curah hujan dalam mm per jam.

Pipa tegak air hujan yang tidak berbentuk pipa, maka dapat berbentuk lain asalkan pipa tersebut dapat masuk kedalam pipa itu.

Talang atap yang tidak berbentuk setengah lingkaran harus mempunyai penampang luas yang sama.

Tabel 2 PIPA PEMBUANG AIR HUJAN
(HUJAN 500 mm / m² / JAM)

Pipa	Luas atap m ²
2"	75
2 1/2"	150
3"	250
4"	500
5"	1.000
6"	1.500
8"	3.000

8. PERHITUNGAN PRASARANA UTILITAS

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum. 1985. *Pedoman Plumbing Indonesia 1979*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

GRAFIK 1

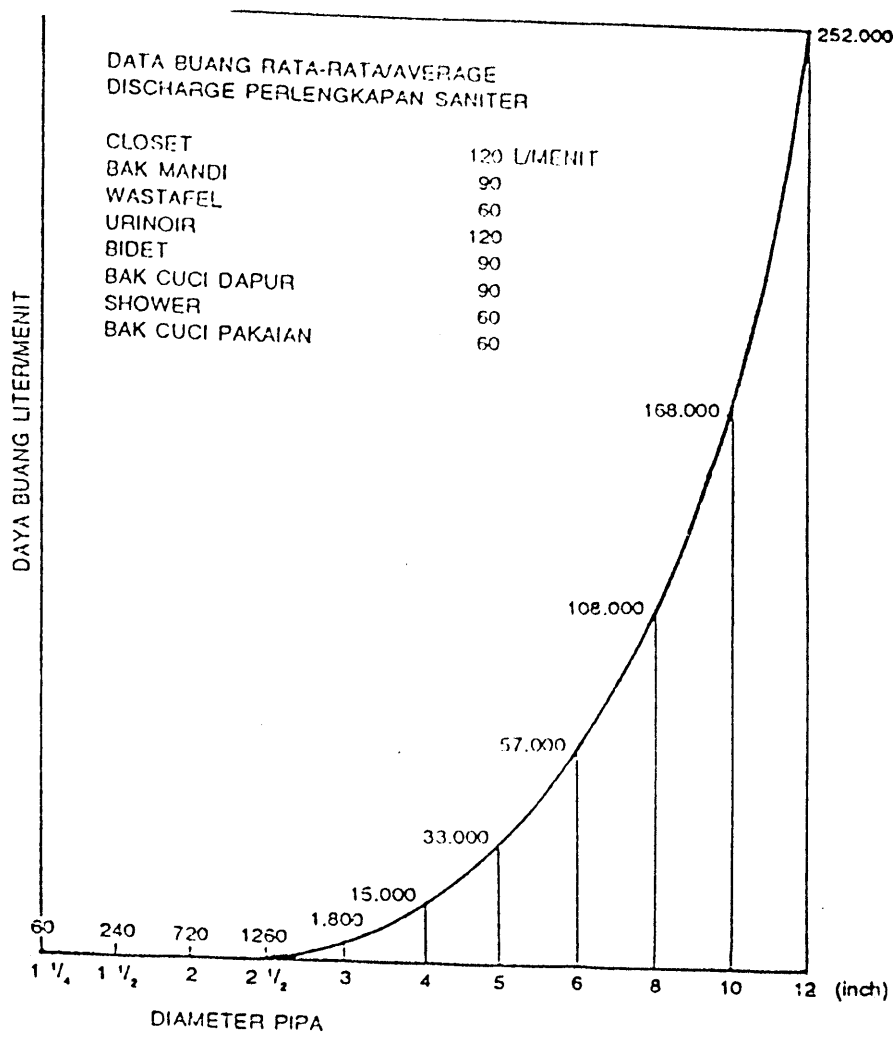


DIAGRAM PIPA PEMBUANG (DIAGRAM 1)

Lampiran 3

Tabel 3 Standar kualitas air minum di Indonesia.

No.	Unsur	Satuan	Standar Indonesia ¹⁾			Uraian
			Minimum yang diperoleh	Maksimum yang dianjurkan	Maksimum yang diperbolehkan	
I. Fisika:						Sumber: 1)Peraturan Menteri Kesehatan R.I. 01/BIRHUKMAS/1/ 1975
1	Temperatur	°C	—	—	= udara	
2	Warna	Pt-Co	—	5	50	
3	Bau	—	—	—	tidak bau	
4	Rasa	—	—	—	netral	
5	Kekeruhan	Silika	—	5	25	
II. Kimia:						
1	Nitrogen (sbg ammoniak)	mg/l	—	—	0	
2	Nitrogen (sbg NO ₂)	mg/l	—	—	0	
3	Nitrogen (sbg NO ₃)	mg/l	—	—	20	
4	Ion klorida	mg/l	—	200	600	
5	Zat organik (sbg KMnO ₄)	mg/l	—	—	10	
6	Ion sianida	mg/l	—	—	0,05	
7	Air raksa	mg/l	—	—	0,001	
8	Fosfor organik	mg/l	—	—	—	
9	Tembaga	mg/l	—	0,05	1,5	
10	Besi	mg/l	—	0,1	1	
11	Mangan	mg/l	—	0,05	0,5	
12	Seng	mg/l	—	1	15	
13	Timah hitam	mg/l	—	—	0,1	
14	Kromium valensi-6	mg/l	—	—	0,05	
15	Arsenik	mg/l	—	—	0,05	
16	Fluorida	mg/l	1	—	2	
17	Zat padat sisa peng-uapan	mg/l	—	500	1500	
18	Phenolik	mg/l	—	0,001	0,002	
19	Anionik aktif (sbg CaCO ₃)	mg/l	—	—	—	
20	Kadmium	mg/l	—	—	0,01	
21	Selenium	mg/l	—	—	0,01	
22	Magnesium	mg/l	—	30	150	
23	Ion belerang (sbg SO ₄)	mg/l	—	200	400	
24	Sulfida (sbg H ₂ S)	mg/l	—	—	0	
25	Karbon agresif (sbg CO ₂)	mg/l	—	—	0	
26	Kalsium (sbg Ca)	mg/l	—	75	200	
27	Oksigen (larut)	mg/l	—	—	—	
28	Berilium	mg/l	—	—	—	
29	Molibdenum	mg/l	—	—	—	
30	Poli-akriloamida	mg/l	—	—	—	

No.	Unsur	Satuan	Standar Indonesia ¹⁾			Uraian
			Minimum yang diperoleh	Maksimum yang dianjurkan	Maksimum yang diperbolehkan	
31	Strontium	mg/l	—	—	—	
32	Aluminium (sisa)	mg/l	—	—	—	
33	Asam Heksa Metafosforik	mg/l	—	—	—	
34	Asam Tri Polifosforik	mg/l	—	—	—	
35	Minyak mineral	mg/l	—	—	—	
36	Perak	mg/l	—	—	—	
37	Balium	mg/l	—	—	—	
38	Derajat keasaman	pH	6,5	—	9,2	
39	Kesadahan	derajat	5D	—	10D	
40	Kromatisitas	derajat	—	—	—	
III. Radioaktivitas:						
1	Sinar Alfa	uc/ml	—	—	0,00000001	
2	Sinar Beta	uc/ml	—	—	0,00000001	
3	Uranium alami dan U-238	—	—	—	—	
4	Radium 226	—	—	—	—	
5	Strontium 90	—	—	—	—	
6	Tritium	—	—	—	—	
IV. Mikrobiologik:						
1	Kuman parasitik	/100 ml	—	—	0	
2	Kuman patogenik	/100 ml	—	—	0	
3	Bakteri koli	/100 ml	—	—	0	
4	Bakteri, umum	/100 ml	—	—	—	

Sumber: Noerbambang, S.M. dan Morimura, T. 1987. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Lampiran 4

Table 4 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari.

	Jenis gedung	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
1	Perumahan mewah	250	8-10	42-45	Setiap penghuni
2	Rumah biasa	160-250	8-10	50-53	Setiap penghuni
3	Apartment	200-250	8-10	45-50	Mewah 250 liter Menengah 180 liter Bujangan 120 liter Bujangan
4	Asrama	120	8		
5	Rumah sakit	Mewah > 1000 Menengah 500-1000 Umum 350-500	8-10	45-48	(setiap tempat tidur pasien) Pasien luar: 8 liter Staf/pegawai: 120 liter Keluarga pasien: 160 liter
6	Sekolah dasar	40	5	58-60	Guru: 100 liter
7	SLTP	50	6	58-60	Guru: 100 liter
8	SLTA dan lebih tinggi	80	6		Guru/dosen: 100 liter
9	Rumah-toko	100-200	8		Penghuninya: 160 liter
10	Gedung kantor	100	8	60-70	Setiap pegawai
11	Toserba (toko serba ada, department store)	3	7	55-60	Pemakaian air hanya untuk kakus, belum termasuk untuk bagian restorannya.
12	Pabrik/industri	Buruh pria: 60 wanita: 100	8		Per orang, setiap giliran (kalau kerja lebih dari 8 jam sehari)
13	Stasiun/terminal	3	15		Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat)
14	Restoran	30	5		Untuk penghuni: 160 liter
15	Restoran umum	15	7		Untuk penghuni: 160 liter; pelayan: 100 liter; 70% dari jumlah tamu perlu 15 liter/orang untuk kakus, cuci tangan dsb.
16	Gedung pertunjukan	30	5	53-55	Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton. Jam pemakaian air dalam tabel adalah untuk satu kali pertunjukan.
17	Gedung bioskop	10	3		— Idem —
18	Toko pengecer	40	6		Pedagang besar: 30 liter/tamu, 150 liter/Staf atau 5 liter per hari setiap m ² luas lantai.
19	Hotel/penginapan	250-300	10		Untuk setiap tamu, untuk Staf 120-150 liter; penginapan 200 liter.
20	Gedung peribadatan	10	2		Didasarkan jumlah jemaah per hari.
21	Perpustakaan	25	6		Untuk setiap pembaca yang tinggal.
22	Bar	30	6		Setiap tamu
23	Perkumpulan sosial	30			Setiap tamu
24	Kelab malam	120-150			Setiap tempat duduk
25	Gedung perkumpulan	150-200			Setiap tamu
26	Laboratorium	100-200	8		Setiap Staf

Tabel 5 Pemakaian air tiap alat plambing, laju aliran airnya, dan ukuran pipa cabang pipa air.

	Nama alat plambing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran (liter/min)	Waktu untuk pengisian (detik)	Pipa sambungan alat plambing (mm)	Pipa cabang air bersih ke alat plambing (mm)	
							Pipa baja	Tembaga ⁴⁾
1	Kloset (dengan katup gelontor)	13,5-16,5 ¹⁾	6-12	110-180	8,2-10	24	32 ²⁾	25
2	Kloset (dengan tangki gelontor)	13-15	6-12	15	60	13	20	13
3	Peturasan (dengan katup gelontor)	5	12-20	30	10	13	20 ³⁾	13
4	Peturasan, 2-4 orang (dengan tangki gelontor)	9-18	12	1,8-3,6	300	13	20	13
5	Peturasan, 5-7 orang (dengan tangki gelontor)	22,5-31,5	12	4,5-6,3	300	13	20	13
6	Bak cuci tangan kecil	3	12-20	10	18	13	20	13
7	Bak cuci tangan biasa (lavatory)	10	6-12	15	40	13	20	13
8	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	15	6-12	15	60	13	20	13
9	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 20 mm	25	6-12	25	60	20	20	20
10	Bak mandi rendam (bath tub)	125	3	30	250	20	20	20
11	Pancuran mandi (shower)	24-60	3	12	120-300	13-20	20	13-20
12	Bak mandi gaya Jepang	Tergantung ukurannya		30		20	20	20

Catatan:

¹⁾ Standar pemakaian air untuk kloset dengan katup gelontor untuk satu kali penggunaan adalah 15 liter selama 10 detik.

²⁾ Pipa sambungan ke katup gelontor untuk peturasan biasanya adalah 13 mm, tetapi untuk mengurangi kerugian akibat gesekan dianjurkan memasang pipa ukuran 20 mm.

³⁾ Pipa sambungan ke katup gelontor untuk kloset biasanya adalah 25 mm, tetapi untuk mengurangi kerugian akibat gesekan dianjurkan memasang pipa ukuran 32 mm.

⁴⁾ Karena pipa tembaga kurang cenderung berkerak dibandingkan dengan pipa baja, maka ukurannya bisa lebih kecil. Pipa PVC bisa juga dipasang dengan ukuran yang sama dengan pipa tembaga.

Tabel 6 Tekanan yang dibutuhkan alat plambing.

Lampiran 6

Nama alat plambing	Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm ²)	Tekanan standar (kg/cm ²)
Katup gelontor kloset	0,7 ¹⁾	1,0
Katup gelontor peturasan	0,4 ²⁾	
Keran yang menutup sendiri, otomatis	0,7 ³⁾	
Pancuran mandi, dengan pancuran halus/tajam	0,7	
Pancuran mandi (biasa)	0,35	
Keran biasa	0,3	
Pemanas air langsung, dengan bahan bakar gas	0,25-0,7 ⁴⁾	

Catatan:

- 1) Tekanan minimum yang dibutuhkan katup gelontor untuk kloset dan urinal yang dimuat dalam tabel ini adalah tekanan statik pada waktu air mengalir, dan tekanan maksimumnya adalah 4 kg/cm².
- 2) Untuk keran dengan katup yang menutup secara otomatis, kalau tekanan airnya kurang dari yang minimum dibutuhkan maka katup tidak akan dapat menutup dengan rapat, sehingga air masih akan menetes dari keran.
- 4) Untuk pemanas air langsung dengan bahan bakar gas, tekanan minimum yang dibutuhkan biasanya dinyatakan.

Sumber: Noerbambang, S.M. dan Morimura, T. 1987. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Tabel 7. Faktor pemakaian (%) dan jumlah alat plambing.

Jumlah alat plambing Jenis alat plambing	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset, dengan katup gelontor	1	50 satu	50 2	40 3	30 4	27 5	23 6	19 7	17 7	15 8	12 9	10 10
Alat plambing biasa	1	100 dua	75 3	55 5	48 6	45 7	42 10	40 13	39 16	38 19	35 25	33 33

Lampiran 7

Tabel 8 • Unit alat plambing untuk penyediaan air dingin.¹⁾

Jenis alat plambing ²⁾	Jenis penyediaan air	Unit alat plambing ³⁾		Keterangan
		untuk pribadi ⁴⁾	untuk umum ⁵⁾	
Kloset	Katup gelontor	6	10	Gedung kantor, dsb. Untuk umum: hotel atau restoran, dsb.
Kloset	Tangki gelontor	3	5	
Peturasan, dengan tiang	Katup gelontor	—	10	
Peturasan terbuka (urinal stall)	Katup gelontor	—	5	
Peturasan terbuka (urinal stall)	Tangki gelontor	—	3	
Bak cuci (kecil)	Keran	0,5	1	
Bak cuci tangan	Keran	1	2	
Bak cuci tangan, untuk kamar operasi	Keran	—	3	
Bak mandi rendam (bath tub)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi (shower)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi tunggal	Keran pencampur air dingin dan panas	2	—	
Satuan kamar mandi dengan bak mandi rendam	Kloset dengan katup gelontor	8	—	
Satuan kamar mandi dengan bak mandi rendam	Kloset dengan tangki gelontor	6	—	
Bak cuci bersama	(untuk tiap keran)	—	2	
Bak cuci pel	Keran	3	4	
Bak cuci dapur	Keran	2	4	
Bak cuci piring	Keran	—	5	
Bak cuci pakaian (satu sampai tiga)	Keran	3	—	
Pancuran minum	Keran air minum	—	2	
Pemanas air	Katup bola	—	2	

Catatan: ¹⁾ Alat plambing yang airnya mengalir secara kontinyu harus dihitung secara terpisah, dan ditambahkan pada jumlah unit alat plambing.

²⁾ Alat plambing yang tidak ada dalam daftar dapat diperkirakan, dengan membandingkan dengan alat plambing yang mirip/terdekat.

³⁾ Nilai unit alat plambing dalam tabel ini adalah keseluruhan.

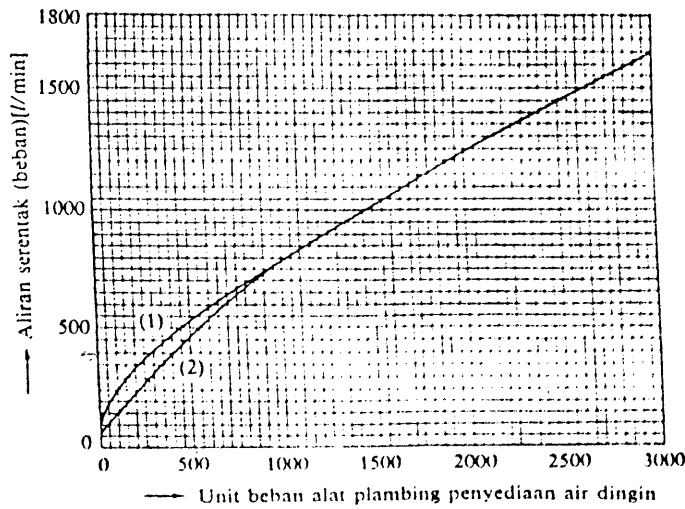
Kalau digunakan air dingin dan air panas, unit alat plambing maksimum masing-masing untuk air dingin dan air panas diambil tigaperempatnya.

⁴⁾ Alat plambing untuk keperluan pribadi dimaksudkan pada rumah pribadi atau *apartment*, di mana pemakaiannya tidak terlalu sering.

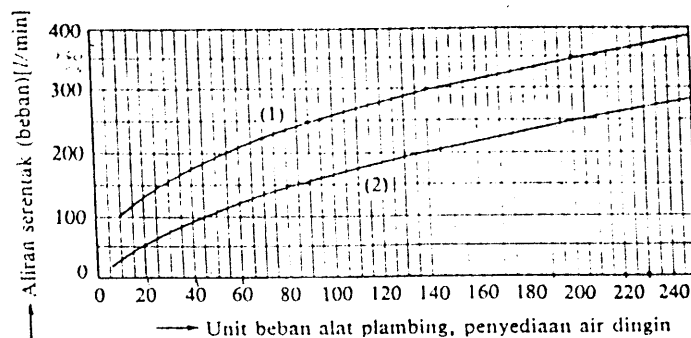
⁵⁾ Alat plambing untuk keperluan umum dimaksudkan yang dipasang dalam gedung kantor, sekolah, pabrik, dsb, di mana pemakaiannya cukup sering.

Sumber: Noerbambang, S.M. dan Morimura, T. 1987. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita.

GRAFIK 2



(a) Untuk unit beban sampai 3000



(b) Untuk unit beban sampai 250 (skala gambar diperbesar)

Hubungan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran.
 Kurva (1) untuk sistem yang sebagian besar dengan katup gelontor.
 Kurva (2) untuk sistem yang sebagian besar dengan tangki gelontor.

Tabel 9 Faktor kecepatan untuk berbagai jenis pipa.

C	Jenis pipa
140	Pipa baru: kuningan, tembaga, timah hitam, besi tuang, baja (dilas atau ditarik), baja atau besi dilapis semen. Pipa asbes-semen (selalu "licin" dan sangat lurus).
130	Pipa baja baru (lurus tanpa perlengkapan, dilas atau ditarik), pipa besi tuang baru (biasanya angka ini yang dipakai), pipa tua: kuningan, tembaga, timah hitam. Pipa PVC-keras.
110	Pipa dengan lapisan semen yang sudah tua, pipa keramik yang masih baik.
100	Pipa besi tuang atau pipa baja yang sudah tua.

Lampiran 9

Tabel 10 Standar temperatur air panas menurut jenis pemakaiannya.

	Jenis pemakaiannya	Temperatur (°C)
1	Minum	50-55
2	Mandi: dewasa	42-45
	anak-anak	40-42
3	Pancuran mandi	40-43
4	Cuci muka dan cuci tangan	40-42
5	Cuci tangan untuk keperluan pengobatan	43
6	Bercukur	46-52
7	Dapur:	
	*macam-macam keperluan	45
	*untuk mesin cuci:	
	proses pencucian	45-60
	proses pembilasan	70-80
8	Cuci pakaian:	
	*macam-macam pakaian	60
	*bahan sutra dan wol	33-49
	*bahan linen dan katun	49-60
9	Kolam renang	21-27
10	Cuci mobil (di bengkel)	24-30

Tabel 11 Pemakaian air panas menurut jenis penggunaan gedung (air panas pada temperatur 60°C).

Jenis penggunaan gedung	Setiap orang tiap hari (l/orang, hari)	Maksimum per jam untuk pemakaian sehari (l/jam)	Jangka waktu pemakaian puncak (jam)	Kapasitas tangki penyimpanan untuk pemakaian sehari (liter)	Kapasitas pemanasan untuk pemakaian sehari
	q_d	q_h	(h)	V	r
Rumah pribadi, rumah susun, hotel ^{1),2)}	7,5-150	1/7	4 ³⁾	1/5	1/7
Rumah sakit (per tempat tidur) ¹⁾	130	1/10	4	1/10	1/10
Kantor	7,5-11,5	1/5	2	1/5	1/6
Pabrik	20	1/3	1	2/5	1/8
Restoran				1/10	1/10
Restoran (3 x makan sehari)		1/10	8	1/5	1/10
Restoran (1 x makan sehari)		1/5	2	2/5	1/6
Kamar mandi umum (1 x mandi per orang)	30				

Catatan:

¹⁾ Untuk rumah pribadi atau rumah susun kalau ada mesin cuci piring ditambah 60 (l/hari) setiap unit, dan mesin cuci pakaian 150 (l/hari) setiap unit.

²⁾ Untuk hotel, jumlah pemakaian air seras perubahannya dalam satu hari tergantung pada jenis dan kelas hotel itu. Pada hotel kelas tinggi (misalnya "bintang 5"), pemakaian air puncaknya relatif rendah tetapi jumlah pemakaian air dalam sehari relatif besar. Sedang pada hotel "komersial", pemakaian air puncaknya tinggi tetapi jumlah pemakaian air dalam sehari relatif kecil.

³⁾ Ada hotel-hotel yang mempunyai ruang serba-guna yang besar. Kalau ruangan seperti ini digunakan untuk konferensi, kongres atau sejenisnya, maka sore hari pada akhir acara setiap hari akan banyak orang menggunakan kamar mandi, sehingga mengakibatkan pemakaian air puncak sangat tinggi tetapi jangka waktu puncaknya singkat.

⁴⁾ Pada beberapa rumah sakit ada yang menggunakan kolam berendam untuk fisioterapi. Untuk ini harus dihitung terpisah sesuai ukuran kolam, jumlahnya, dan berapa kali digunakan dalam sehari.

Lampiran 10

Tabel 12. Pemakaian air panas pada alat plambing.

Alat plambing	Jumlah air panas sekali pakai (liter)	Jumlah pemakaian per jam (/jam)	Pemakaian air panas per jam (liter/jam)	Keterangan
Bak cuci tangan pribadi	7,5	1	7,5	
Bak cuci tangan untuk umum	5	2-8	10-40	
Bak mandi rendam (<i>bath tub</i>)	100	1-3	100-300	
Pancuran mandi (<i>shower</i>)	50	1-6	50-300	
Bak cuci, dapur (<i>kitchen sink</i>)	15	3-5	45-75	Untuk rumah pribadi dan rumah susun saja.
Bak cuci kecil, dapur (<i>pantry sink</i>)	10	2-4	20-40	
Bak cuci pakaian (<i>laundry sink</i>)	15	4-6	60-90	Kalau untuk mesin cuci, ter- gantung kebutuhan mesin cuci.
Bak cuci pel (<i>slop sink</i>)	15	3-5	45-75	

Catatan: Faktor pemakaian alat plambing untuk

Rumah sakit, hotel 25%

Rumah pribadi, rumah susun dan kantor 30%

Pabrik, sekolah 40%

Sumber: Noerbambang, S.M. dan Morimura, T. 1987. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Tabel 13. Pemakaian air panas tiap alat plambing menurut jenis penggunaan gedung.
Jumlah air panas (liter/jam) yang dialirkan ke tiap alat plambing, dengan temperatur akhir 60(°C).

	Rumah susun	Klub	Olah raga	Rumah sakit	Hotel	Pabrik	Kantor	Rumah pribadi	Sekolah	Penginapan pemuda
Bak cuci tangan (pribadi)	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
Bak cuci tangan (untuk umum)	15	23	30	23	30	45	23	—	57	30
Bak mandi rendam (bath tub)	76	76	114	76	76	—	—	76	—	114
Mesin cuci piring ¹⁾	57	190-570	—	190-570	190-760	76-380	—	57	76-380	76-380
Bak rendam kaki	11,4	11,4	45	11,4	11,4	45	—	11,4	11,4	45
Bak cuci, dapur (kitchen sink)	38	76	—	76	114	76	76	38	76	76
Bak cuci kecil, dapur (pantry sink)	19	38	—	38	38	—	38	19	38	38
Bak cuci pakaian (laundry sink)	76	106	—	106	106	—	—	76	—	106
Bak cuci pel	76	76	—	76	114	76	76	57	76	76
Pancuran mandi	114	570	852	284	284	852	114	114	852	852
Untuk terapi/pengobatan:										
Pancuran mandi	—	—	—	1500	—	—	—	—	—	—
Bak rendam badan	—	—	—	2300	—	—	—	—	—	—
Bak rendam batang kaki	—	—	—	380	—	—	—	—	—	—
Bak rendam lengan	—	—	—	132	—	—	—	—	—	—
Bak rendam duduk	—	—	—	114	—	—	—	—	—	—
Bak rendam dengan air mengalir	—	—	—	625	—	—	—	—	—	—
Bak cuci bulat	—	—	—	76	76	114	76	—	114	—
Bak cuci setengah-bulat	—	—	—	38	38	57	38	—	57	—
Faktor pemakaian	0,30	0,30	0,40	0,25	0,25	0,40	0,30	0,30	0,40	0,40
Koefisien kapasitas penyimpanan ²⁾	1,25	0,90	1,00	0,60	0,80	1,00	2,00	0,70	1,00	1,00

Catatan:

¹⁾ Kalau merk dan tipe mesin cuci diketahui, jumlah air harus sesuai dengan yang ditentukan oleh pabrik pembuatnya.
²⁾ Yang dimaksud dengan koefisien kapasitas penyimpanan adalah perbandingan antara kapasitas tangki penyimpanan dengan laju aliran maksimum air panas dalam liter/jam.

Mata Kuliah MEKTAN

PRAKTEK

IKIP NEGERI MALANG

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II PETUNJUK PRAKTIKUM MEKANIKA TANAH	
2.1. Pengambilan contoh tanah dengan bor tangan	2
2.2. Pemeriksaan kadar air tanah	6
2.3. Pemeriksaan berat isi tanah	10
2.4. Pemeriksaan berat jenis tanah	14
2.5. Pemeriksaan gradasi tanah dengan saringan	19
2.6. Pemeriksaan batas cair tanah	25
2.7. Pemeriksaan batas plastis tanah	29
2.8. Pemeriksaan batas susut tanah	31
2.9. Pondasi	34
2.10. Tes geser langsung	36
BAB III PENYEBARAN TEGANGAN DALAM TANAH	
3.1. Perhitungan tegangan dalam tanah akibat beban terpusat vertikal	54
3.2. Tegangan vertikal	60
3.3. Tegangan vertikal akibat beban garis	64
3.4. Tegangan akibat beban lajur	65
3.5. Tegangan vertikal akibat beban terbagi rata persegi panjang	67
3.6. Tegangan vertikal akibat beban trapesium	72
3.7. Tegangan vertikal akibat beban terbagi rata bentuk sembarang	74
BAB IV FLOW NETS (JARING-JARING ARUS)	
4.1. Dasar-dasar perhitungan dan penyusunan flow nets	80
4.2. Tekanan ke atas pada dasar bangunan	84
4.3. Piping dan angka keamanan	89
DAFTAR KEPUSTAKAAN	96
LAMPIRAN : FORMAT LAPORAN HASIL PRAKTIKUM MEKANIKA TANAH	97

BAB I PENDAHULUAN

Buku Mekanika Tanah dan Pondasi ini disusun dengan tujuan utamanya adalah untuk membantu mahasiswa agar lebih mudah dalam mengikuti perkuliahan teori maupun melakukan praktikum di Laboratorium.

Buku ini berisi materi pokok, yaitu ;

1. Petunjuk praktikum mekanika tanah (Bab II) yang hanya meliputi 10 macam pengujian tanah dengan rincian : (a). Pengujian sifat fisik terdiri ; pengambilan contoh tanah dengan bor, kadar air, berat isi, berat jenis, ukuran butir dengan saringan dan batas-batas konsistensi; (b). pengujian sifat mekanik tanah yang terdiri dari ; sondir dan tes geser langsung. Walaupun sebenarnya pengujian tanah yang ideal ada 20 macam yang harus dilakukan oleh mahasiswa, sehingga akan memberikan bekal yang cukup nantinya untuk bekerja. Namun, dengan adanya keterbatasan-keterbatasan terutama tentang jumlah dan macam peralatan, tentunya hal ini merupakan tantangan bagi kita untuk mencari jalan keluarnya dalam bentuk lain. Misalnya melaksanakan kunjungan (KKL) ke perguruan tinggi yang memiliki fasilitas lebih lengkap.
- Materi pengayaan teknik pondasi (Bab III dan Bab IV) yang menguraikan dua hal pokok yaitu :
 - a. Penyebaran tegangan tanah, yang menguraikan tentang macam-macam pembebanan yang bekerja pada tanah dan tegangan yang timbul akibat dari beban tersebut serta contoh-contoh perhitungan yang lebih praktis, baik untuk pembebanan terpusat, pembebanan merata dan bentuk-bentuk pembebanan sembarang lainnya.
 - b. Jaring-jaring arus air dalam tanah (Bab IV), yang menguraikan tentang bentuk aliran air (jaring-jaring) akibat adanya suatu bangunan (pondasi, bendung, dinding penahan) serta contoh-contoh perhitungan secara praktis dan cara menggambar jaring-jaring arus.

BAB II
PETUNJUK PRAKTIKUM MEKANIKA TANAH

FPTK IKIP MALANG	MK : MEKTAN DAN PONDASI	LEMBAR KERJA
JURUSAN : P T B	TOPIK : PENGAMBILAN CONTOH	NO : MTP-01
PROGRAM : S1/D3	TANAH DENGAN BOR TANGAN	TGL :

A. PERTANYAAN AWAL :

1. Apa tujuan dilakukan pengambilan contoh tanah ?
2. Sebutkan macam-macam alat yang digunakan untuk pengambilan contoh tanah dengan bor tangan ?
3. Jelaskan fungsi dari macam-macam alat tersebut ?

B. TUJUAN PENGAJARAN :

1. Mahasiswa dapat menyebutkan macam-macam alat serta fungsinya untuk pengambilan contoh tanah dengan bor tangan.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan cara pengambilan contoh tanah dengan bor tangan.
3. Mahasiswa dapat melaksanakan pengambilan contoh tanah dengan prosedur yang benar.
4. Mahasiswa dapat menganalisa hasil pengambilan contoh tanah dan membuat laporan.

C. TEKNIK UMUM

1. Bacalah seluruh lembaran kerja ini dengan teliti.
2. Jawablah pertanyaan awal dan sebelum bekerja dan pertanyaan akhir setelah bekerja.
3. Ikutilah langkah kerja dalam Job-sheet secara berurutan.
4. Ikutilah petunjuk Instruktur dan bertanyalah apabila ada keragu-raguan selama bekerja.

D. Peralatan yang digunakan :

1. Bor jenis Jarret diameter 10 cm dengan mata bor spiral
2. Bor jenis Iwan diameter 10 cm dengan mata bor helical
3. Kepala pengambil contoh 6,8 cm dengan kuncinya.
4. Satu set stang bor

5. Tabung contoh ukuran diameter 6,8 cm dan panjang 40 cm
6. Pemutar stang bor.
7. Satu set pipa pelindung (casing) dengan sepatu dan dongkrak pencabut pipa.
8. Kantong plastik.
9. Lilin atau parafin.
10. Pisau pemotong contoh tanah
11. Kunci pipa dan obeng
12. Pita ukur
13. Pensil dan tabel data
14. Alas terpal untuk tempat contoh tanah.

E. KESELAMATAN KERJA :

1. Pusatkan perhatian pada pekerjaan
2. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya

F. LANGKAH KERJA

1. Tentukan letak titik pemboran, kedalaman yang diharapkan, jenis contoh yang dikehendaki dan macam bor yang akan digunakan.
2. Setelah lubang untuk pemeriksaan dibuat dan dibersihkan, kemudian bor dimasukkan ke dalam tanah dengan memutar stang bor hingga terisi penuh dan selanjutnya stang ditarik ke atas. Tanah dalam mata bor dibersihkan dan dimasukkan dalam kantong plastik.
3. Cara pengambilan contoh tanah tidak asli (disturb) :
Untuk contoh ini dapat diambil dari contoh tanah dengan bor. Tanah yang diambil adalah contoh dari setiap lapisan yang ditentukan dengan pemeriksaan visual.
Contoh tanah kemudian dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label.
4. Cara pengambilan contoh tanah asli (undisturb) :
 - a. Untuk cara ini diperlukan tabung contoh dengan ukuran 6,8 cm dan panjang 40 cm.
 - b. Tabung contoh dimasukkan kedalam lubang bor dan

diteman pelan-pelan sampai sedalam 40 cm.

- c. Untuk memudahkan pemeriksaan di lab, minimal 60% tabung berisi tanah.
- d. Stang bor kemudian diputar dengan arah terbalik sehingga contoh tanah terlepas dari kelilingnya dan contoh dapat diangkat ke atas.
- e. Setelah tabung contoh diangkat keluar, dilepas dari kepala tabung. Ujung tanah diratakan dan dibersihkan kemudian diberi lilin / parafin pada ujung ujungnya sebagai isolator.
- f. Setelah lilin / parafin mengering contoh tanah diberi label dan ditempatkan pada tempat yang terlindung.

Contoh label ditulis sebagai berikut :

BT-I/1
0,40 - 0,80

Keterangan :

- BT : Bor tangan
- I : Nomor titik /lubang, lubang yang dibor
- 1 : Nomor contoh tanah kedalaman tertentu
0,40-0,80 :Kedalaman contoh yang diambil.

G. ANALISA DATA :

Lihat tabel data.

H. PERTANYAAN AKHIR :

1. Jelaskan cara kerja pengambilan contoh tanah dengan bor tangan ?
2. Jelaskan analisa data hasil percobaan ini ?

I. TABEL ANALISA DATA :

Contoh :

Hasil pemeriksaan tanah dengan bor tangan.

PROYEK
LOKASI
BOR NO
LOKASI BOR
ELEVASI

B 1

DIKERJAKAN OLEH:
TANGGAL

KEDALAMAN	PROFIL BOR	DESKRIPSI	KETERANGAN
0.00			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00			
5.00			
6.00			
7.00			
8.00			
9.00			
10.00			

FPTK IKIP MALANG	MK : MEKTAN DAN PONDASI	LEMBAR KERJA
JURUSAN : P T B	TOPIK : PEMERIKSAAN KADAR	NO : MTP-02
PROGRAM : S1	AIR TANAH	TGL :

A. PERTANYAAN AWAL :

1. Apa tujuan dilakukan pemeriksaan kadar air tanah ?
2. Sebutkan macam-macam alat yang digunakan untuk pemeriksaan kadar air tanah ?
3. Jelaskan fungsi dari macam-macam alat tersebut ?

B. TUJUAN PENGAJARAN :

1. Mahasiswa dapat menyebutkan macam dan fungsi dari alat untuk pemeriksaan kadar air tanah.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja pemeriksaan kadar air tanah.
3. Mahasiswa dapat melaksanakan pemeriksaan kadar air tanah dengan prosedur yang benar.
4. Mahasiswa dapat menganalisa data hasil pemeriksaan kadar air tanah dan membuat laporan.

C. PETUNJUK UMUM :

1. Bacalah seluruh lembaran kerja ini dengan teliti.
2. Jawablah pertanyaan awal sebelum bekerja dan pertanyaan akhir setelah bekerja.
3. Ikutilah langkah kerja dengan berurutan.
4. Ikutilah petunjuk Instruktur dan bertanyalah apabila ada hal-hal yang kurang jelas.

D. PERALATAN YANG DIGUNAKAN :

1. Oven sampai suhu 110° C
2. Cawan ketap udara
3. Neraca dengan ketelitian 0,001 gr
4. Desikator

E. KESELAMATAN KERJA :

1. Pusatkan perhatian pada pekerjaan.
2. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya.

F. LANGKAH KERJA :

1. Tanah yang akan diperiksa ditempatkan dalam cawan yang bersih, kering dan telah diketahui beratnya (tanah

dari hasil pengambilan contoh, lihat MTP-01).

2. Cawan dan isinya kemudian ditimbang dan beratnya dicatat.
3. Ovenlah hingga mencapai berat kering konstan.
4. Cawan dan isinya ditutup, kemudian didinginkan dalam desikator.
5. Setelah dingin ditimbang dan beratnya dicatat.

G. PERHITUNGAN :

1. Berat cawan + tanah basah = W1 gram
2. Berat cawan + tanah kering = W2 gram
3. Berat cawan kosong = W3 gram
4. Berat tanah kering = (W2-W3) gram
5. Berat air = (W1-W2) gram
6. Kadar air = $\frac{(W1-W2)}{(W2-W3)} \times 100\%$

H. PERTANYAAN AKHIR :

1. Jelaskan cara kerja pemeriksaan kadar air tanah ?
2. Jelaskan hasil analisa data pemeriksaan ?

I. TABEL ANALISA DATA :

Contoh :

Tabel 1. Analisa data pemeriksaan kadar air tanah :

No	Lokasi : Diara gedung E3 FPTK Oleh : Kelompok I / Iwan Anggraito Tgl : 24 Maret 1990			
	Sampel	I	II	III
1	Kedalaman (cm)	20	20	20
2	Berat cawan + tanah basah (W1 gram)	21,24	23,75	24,715
3	Berat cawan + tanah kering (W2 gram)	19,54	21,00	22,16
4	Berat cawan (W3 gram)	13,625	13,625	13,625
5	Berat tanah kering (W2-W3) gram	1,7	2,75	2,555
6	Berat air (W1-W2) gram	5,915	7,375	8,535
7	Kadar air (%)	28,74	37,29	29,94
8	Kadar air rata-rata	31,99 %		

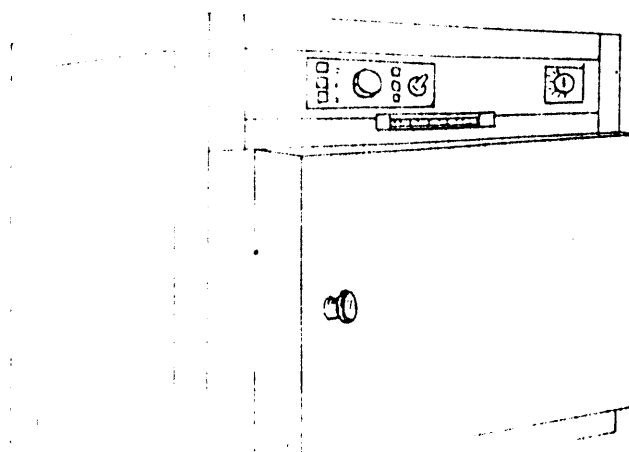
J. Faktor Penghambat :

1. Pengambilan contoh tanah tidak sesuai petunjuk praktikum
2. Faktor pengeringan belum pada kondisi kering oven

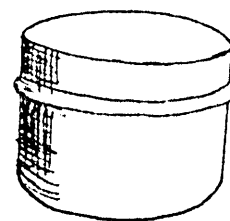
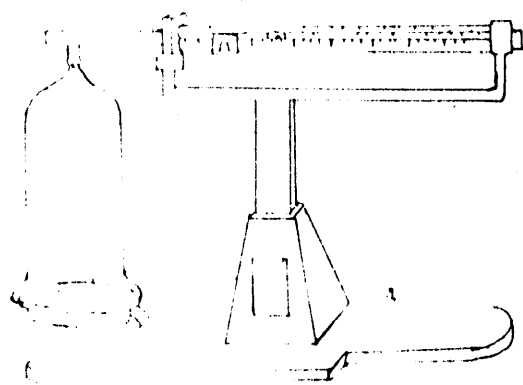
K. Faktor Pendukung :

1. Dekatnya lokasi pengambilan contoh tanah dengan laboratorium sehingga mempercepat pelaksanaan praktikum.

b. Gambar alat-alat yang dipergunakan :



a. Oven pengering
dengan suhu 110°C



c. Alat ukur dengan ketelitian
0,001 gram

c. Cawan kedap udara

FPTK IKIP MALANG	MK : MEKTAN DAN PONDASI	LEMBAR KERJA
JURUSAN : P T B	TOPIK : PEMERIKSAAN BERAT	NO : MTP-03
PROGRAM : S1	ISI TANAH	TGL :

A. PERTANYAAN AWAL :

1. Apa tujuan pemeriksaan berat isi tanah ?
2. Sebutkan macam-macam alat yang digunakan untuk pemeriksaan berat isi tanah ?
3. Jelaskan fungsi dari macam-macam alat tersebut !

B. TUJUAN PENGAJARAN :

1. Mahasiswa dapat menyebutkan macam dan fungsi alat untuk pemeriksaan berat isi tanah.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja pemeriksaan berat isi tanah.
3. Mahasiswa dapat melaksanakan pemeriksaan berat isi tanah dengan prosedur yang benar.
4. Mahasiswa dapat menganalisa data hasil pemeriksaan berat isi tanah dan membuat laporan.

C. PETUNJUK UMUM :

1. Bacalah lembaran kerja ini dengan teliti.
2. Jawablah pertanyaan awal sebelum bekerja dan pertanyaan akhir setelah bekerja.
3. Ikutilah langkah kerja dalam Job-sheet secara berurutan.
4. Ikutilah petunjuk Instruktur dan tanyakan apabila dalam bekerja ada yang meragukan.

D. PERALATAN YANG DIGUNAKAN :

1. Cincin uji dengan \varnothing 6 cm dan tinggi 2 cm.
2. Pisau pemotong contoh.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

E. KESELAMATAN KERJA :

1. Pusatkan perhatian pada pekerjaan.
2. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya

F. LANGKAH KERJA :

1. Cincin dalam keadaan bersih ditimbang (W1).

2. Benda uji disiapkan dengan menekan cincin pada tabung contoh sampai terisi penuh.
3. Ratakan kedua permukaan dan bersihkan cincin sebelah luar.
4. Timbang cincin dan contoh dengan ketelitian 0,01 gram (W_2).
5. Hitung volume tanah dengan mengukur ukuran dalam cincin dengan ketelitian 0,01 gram.

G. PERHITUNGAN :

$$1. \text{ Berat isi basah} = \frac{W_2 - W_1}{V} \text{ gr/cm}^3$$

$$2. \text{ Berat isi kering} = \frac{(W_3 - W_1)}{V} \text{ gr/cm}^3$$

H. PERTANYAAN AKHIR :

1. Jelaskan cara kerja pemeriksaan berat isi tanah ?
2. Jelaskan proses perhitungan data pemeriksaan berat isi tanah ?

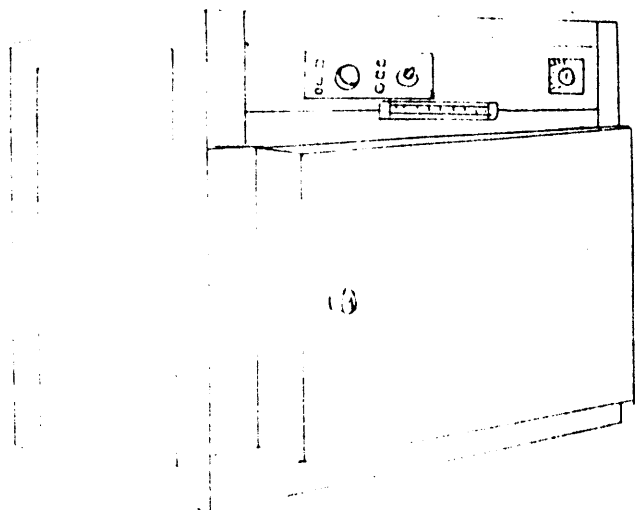
I. TABEL ANALISA DATA :

Keterangan : W_3 = berat cincin + tanah kering oven

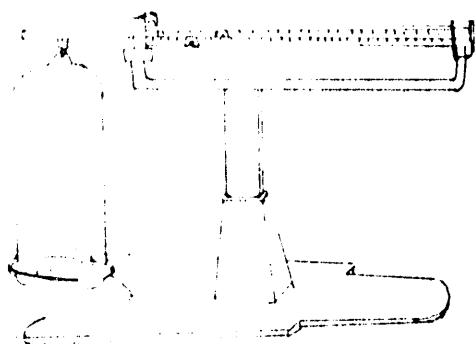
Contoh : Analisa data berat isi tanah

No	Lokasi : sebelah selatan gedung FPMIPA			
	Kelompok : I			
	Tanggal : 27 Pebruari 1990			
	No. Contoh	Cawan A	Cawan B	Cawan C
1.	Kedalaman (cm)	20	20	20
2.	Berat cawan + tanah basah (W1 gram)	97,24	89,07	93,15
3.	Berat cawan + tanah kering (W2 gram)	80,2	78,8	73,5
4.	Berat cawan kosong (W3 gram)	13,625	13,625	13,625
5.	Volume cincin/silinder	62,8	62,8	62,8
6.	Berat tanah basah (W1-W3) gram	83,615	75,445	79,525
7.	Berat tanah kering (W2-W3) gram	66,575	65,175	59,875
8.	Berat isi tanah basah W1 - W3	1,33	1,20	1,27
	V			
9.	Berat isi tanah kering = W2 - W3	1,18	1,04	0,95
10.	Rata-rata berat isi basah = $\frac{A + B + C}{3}$ (gram)	1,27		
11.	Rata-rata berat isi kering = $\frac{A + B + C}{3}$ (gram)	1,06		

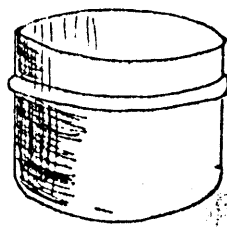
1. Gambar Alat-alat yang dipergunakan :



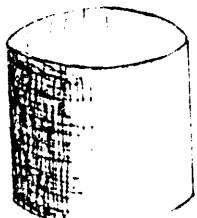
a. Oven pengering dengan suhu 110°C



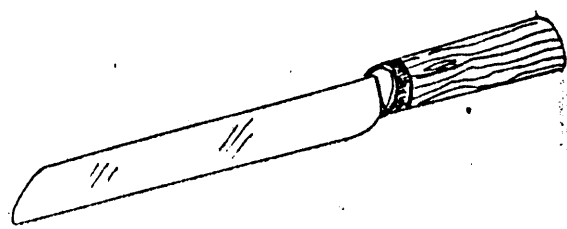
b. Timbangan dengan ketelitian 0.001 gram



c. Cawan kedap udara



d. Silinder/ cincin



e. Pisau

FTTK IKIP MALANG	MK : MEKTAN DAN PONDASI	LEMBAR KERJA
JURUSAN : P T B	TOPIK : PEMERIKSAAN BERAT	NO : MTP-04
PROGRAM : S1/D3	JENIS TANAH	TGL :

A. PERTANYAAN AWAL :

1. Apa tujuan dilakukan pemeriksaan berat jenis tanah ?
2. Sebutkan macam-macam alat yang digunakan untuk pemeriksaan berat jenis tanah ?
3. Jelaskan fungsi dari macam-macam alat tersebut ?

B. TUJUAN PENGAJARAN :

1. Mahasiswa dapat menyebutkan macam dan fungsi dari alat untuk pemeriksaan berat jenis tanah.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja pemeriksaan berat jenis tanah.
3. Mahasiswa dapat melaksanakan pemeriksaan berat jenis tanah dengan prosedur yang benar.
4. Mahasiswa dapat menganalisa data hasil pemeriksaan berat jenis tanah dan membuat laporan.

C. PETUNJUK UMUM :

1. Bacalah lembaran kerja ini dengan teliti.
2. Jawablah pertanyaan awal sebelum bekerja dan pertanyaan akhir setelah bekerja.
3. Ikutilah langkah kerja dalam Job-sheet secara berurutan.
4. Ikutilah petunjuk Instruktur dan bertanyalah apabila ada keraguan/raguan selama bekerja.

D. PERALATAN YANG DIGUNAKAN :

1. Piknometer kapasitas 100 ml.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
3. Desikator.
4. Oven.
5. Termometer 0 - 50°C.

E. KESELAMATAN KERJA :

1. Pusatkan perhatian pada pekerjaan.
2. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya.

F. LANGKAH KERJA :

1. Kalibrasi Piknometer :

- a. Timbanglah piknometer dalam keadaan bersih dan kering (W_1).
- b. Isilah piknometer dengan air suling dalam suhu ruang, kemudian timbanglah beratnya (W_2) dan ukur suhu air tersebut (t_a).

$$W_t = k \times (W_2 - W_1) + W_1.$$

Dimana :

W_t = berat piknometer dan air pada suhu t .

W_2 = berat piknometer dan air pada suhu T_a

W_1 = berat piknometer

k = Perbandingan kerapatan air pada suhu standar dibanding kerapatan air pada suhu tertentu (suhu ruang).

2. Benda uji : berupa contoh tanah dari MTP-01) .

- a. Timbang contoh tanah sebanyak ± 25 gram dan kemudian keringkan dalam oven.
- b. Timbang contoh tanah tersebut (W_0).
- c. Rendam contoh tanah dalam air suling selama 12 jam
- d. Masukkan contoh tanah dalam piknometer dan tambahkan air suling sampai sebatas leher piknometer
- e. Didihkan contoh tanah tersebut untuk menghilangkan udara yang terperangkap dalam contoh tanah atau dengan menghisap udara yang terperangkap dengan pompa vakum.
- f. Dinginkan piknometer sampai mencapai suhu konstan dan tambahkan air suling sampai batas leher. Bersihkan bagian luar piknometer dan keringkan, kemudian timbang (W_3).

G. PERHITUNGAN :

$$W_0$$

$$W_0 + (W_2 - W_3)$$

I. PERTANYAAN AKHIR :

1. Jelaskan cara kerja pemeriksaan berat jenis tanah ?
2. Jelaskan proses perhitungan data hasil pemeriksaan ?

J. TABEL ANALISA DATA :

Contoh : Analisa data berat jenis tanah

No.	Sample	I	II
1.	Berat piknometer (W1) gram	133,29	133,29
2.	Berat tanah kering yang telah diayak (gram)	25	25
3.	Berat piknometer + tanah (W2) gram	158,29	158,29
4.	Berat piknometer + tanah + air (W3) gram	430	430
5.	Berat piknometer + air (W4) gram	410,25	412
6.	Tinggi air dalam piknometer (ml)	283	283
7.	Suhu ruangan °C	26	26
8.	Faktor koreksi	0,9997	0,9997
9.	Berat tanah kering = W2 - W1	25	25
10.	W4 dikoreksi	410,13	411,88
11.	Berat air : Berat air I Berat air II	276,96 271,71	278,71 271,71
12.	Berat jenis tanah	4,76	3,57
13.	Rata-rata = sample (I + II) 2	$\frac{4,76 + 3,57}{2}$ $= 4,165$	

TABEL FAKTOR KOREKSI T

No.	Suhu °C	Faktor Koreksi (K)	No.	Suhu °C	Faktor Koreksi (K)
1.	18	1,0016	8.	25	1,000
2.	19	1,0014	9.	26	0,9997
3.	20	1,0012	10.	27	0,9995
4.	21	1,0010	11.	28	0,9992
5.	22	1,007	12.	29	0,9989
6.	23	1,005	13.	30	0,9986
7.	24	1,003	14.	31	0,9983

FAKTOR PENGHAMBAT.

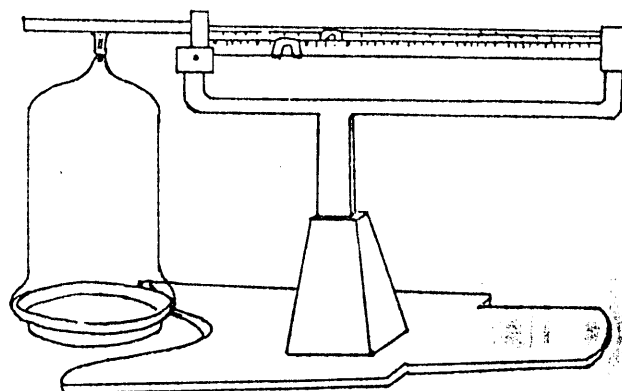
- Tidak ada persediaan air suling sehingga dipergunakan air biasa, tentu saja hal ini berpengaruh dalam pengujian, mungkin air biasa ini tidak sebersih air suling sehingga data yang diperoleh kurang baik.
- Penumbuhan masih menggunakan tenaga manusia sehingga membutuhkan banyak waktu.
- Penimbangan yang kurang teliti mempengaruhi pendataan.

FAKTOR PENDUKUNG.

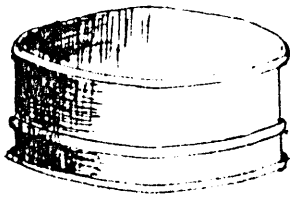
- Bahan tanah yang diuji sudah tersedia, sehingga sangat membantu dalam mendapatkan tanah yang kering benar.
- Alat-alat yang dipergunakan dalam pengujian cukup memadai. Peranan bapak dosen dalam membimbing selama praktikum berlangsung, sangat membantu siswa dalam melakukan pengujian.



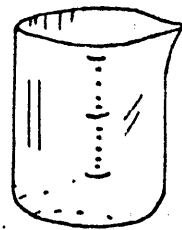
a. piknometer kapasitas 100 ml



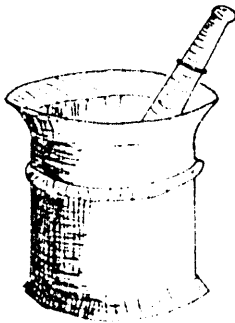
b. neraca/timbangan dengan ketelitian 0,01 gram



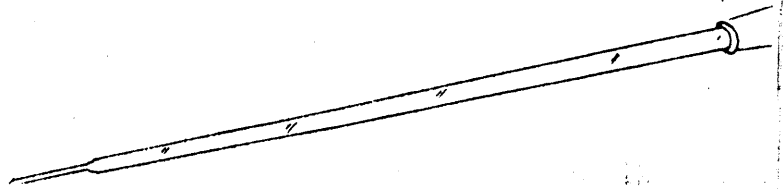
c. ayakan dengan diameter tertentu



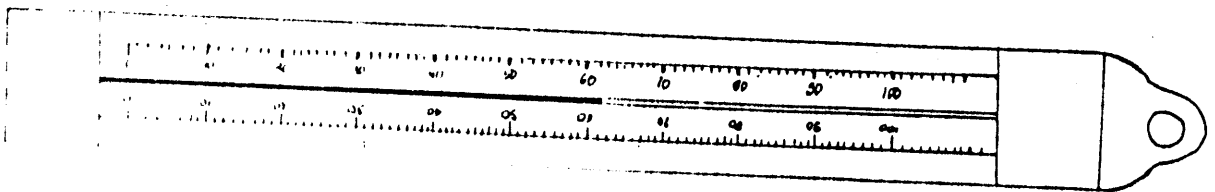
d. gelas ukur kapasitas 100 ml



e. penumbuk tanah



f. pipet air



g. termometer

FPTK IKIP MALANG	MK : MEKTAN DAN PONDASI	LEMBAR KERJA
JURUSAN : P T B	TOPIK : PEMERIKSAAN GRADASI	NO : MTP-05
PROGRAM : S1	TANAH DENGAN SARINGAN	TGL :

A. PERTANYAAN AWAL :

1. Apa tujuan dilakukan pemeriksaan gradasi tanah dengan saringan ?
2. Sebutkan macam - macam alat yang digunakan untuk pemeriksaan gradasi tanah dengan saringan ?
3. Jelaskan fungsi dari macam-macam alat tersebut ?

B. TUJUAN PENGAJARAN :

1. Mahasiswa dapat menyebutkan macam dan fungsi alat pemeriksaan gradasi tanah dengan saringan.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja pemeriksaan gradasi tanah dengan saringan.
3. Mahasiswa dapat melaksanakan pemeriksaan gradasi tanah dengan prosedur yang benar.
4. Mahasiswa dapat menganalisa data hasil pemeriksaan gradasi dan membuat laporan dengan benar.

C. PETUNJUK UMUM :

1. Bacalah lembar kerja ini dengan teliti.
2. Jawablah pertanyaan awal sebelum bekerja dan pertanyaan akhir setelah bekerja.
3. Ikutilah langkah kerja dalam Job-sheet secara berurutan.
4. Ikutilah petunjuk Instruktur dan tanyakan apabila ada keraguan maupun selama bekerja.

D. PERALATAN YANG DIGUNAKAN ;

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
2. satu set saringan dengan ukuran : 1,5", 1", 3/4", 3/8", No : 4, No : 8, No: 30: No: 50: No: 100 dan No: 200.
3. Oven dengan pengatur suhu sampai 110°C.
4. Alat pemisah contoh.
5. Mesin pengguncang saringan.

6. Talam talam.

7. Kuas, sikat, kuringan, sendok dll.

E. KESELAMATAN KERJA :

1. Pusatkan perhatian pada pekerjaan.
2. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya.

F. LANGKAH KERJA :

1. Benda uji keringkan dalam Oven.
2. Saringlah benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin getar selama 15 menit.
3. Benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang.

G. PERHITUNGAN :

1. Jumlah berat tertahan untuk masing-masing saringan secara kumulatif.
2. Jumlah prosentase berat benda uji tertahan dihitung terhadap berat total secara akumulatif.
3. Jumlah prosentase berat benda uji yang melalui masing-masing saringan dihitung.

H. PERTANYAAN AKHIR :

1. Jelaskan cara kerja pemeriksaan gradasi dengan saringan ?
2. Jelaskan proses analisa data pemeriksaan gradasi ?

I. TABEL ANALISA DATA :

Contoh : Analisa Data Gradasi Butir Tanah

No.	Ø Saringan	Berat				% tanah yang terta han	% tanah yang lolos
		Saring- an + ta nah ter tahan (gram)	Saring- an (gram)	Tanah yang terta- han (gram)	Tanah yang lolos (gram)		
1.	4,75 mm	1160	450	710	290	71	29
2.	3,35 mm	532,8	430	102,8	187,2	10,3	18,7
3.	2,36 mm	445,75	400	45,75	141,45	4,6	14,1
4.	2,00 mm	417,9	400	17,9	123,55	1,8	12,3
5.	1,18 mm	385,1	370	15,1	108,45	1,5	10,8
6.	850 µ	386,6	370	16,6	91,85	1,7	9,1
7.	600 µ	327,1	320	7,1	84,75	0,71	8,4
8.	300 µ	311,5	300	11,5	73,25	1,2	7,3
9.	180 µ	292	285	7	66,25	0,7	6,6

Presentase yang lolos ke 60 -----> $D_{60} = \frac{60}{100} \times 29 = 17,4 \%$

Presentase yang lolos ke 30 -----> $D_{30} = \frac{30}{100} \times 29 = 8,7 \%$

Presentase yang lolos ke 10 -----> $D_{10} = \frac{10}{100} \times 29 = 2,9 \%$

Menentukan diameter (Ø) saringan :

$$D_{30} = 3,35 - \frac{(18,7 - 17,4)}{(18,7 - 14,1)} \times (3,35 - 2,36) = 3,07 \text{ mm}$$

$$D_{60} = 850 - \frac{(9,1 - 8,7)}{(9,1 - 8,4)} \times (850 - 600) = 707 \text{ µm}$$

$$= 0,707 \text{ mm}$$

Untuk D_{10} diambil Ø saringan yang terkecil.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{3,07}{0,18} = 17,05$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}} = \frac{(0,707)^2}{3,07 \times 0,18}$$

$$= \frac{0,499849}{0,5526}$$

$$= 0,904 \checkmark = 1$$

Keterangan :

- Tanah yang baik $C_u = \pm 1$
- Tanah kerikil $C_c = 4$
- Tanah pasir $C_c = 5 - 6$
- Tanah biasa $C_c = 1 - 3$

Kesimpulan :

- Dari tabel perhitungan diketahui besarnya $C_u = 17.05$ berarti tanah digolongkan sebagai tanah yang jelek.
- Juga dari tabel perhitungan diketahui besarnya $C_c = 0.904 \approx 1$, hal ini berarti tanah tergolong pada tanah biasa.

LOCK → menjaga keamanan data.

UNLOCK → Buka kunci.

CLOCK → mengizinkan jam.

Abort = menghentikan perintah.

Retry = mencoba lagi.

Ignore = mengabaikan masalah.

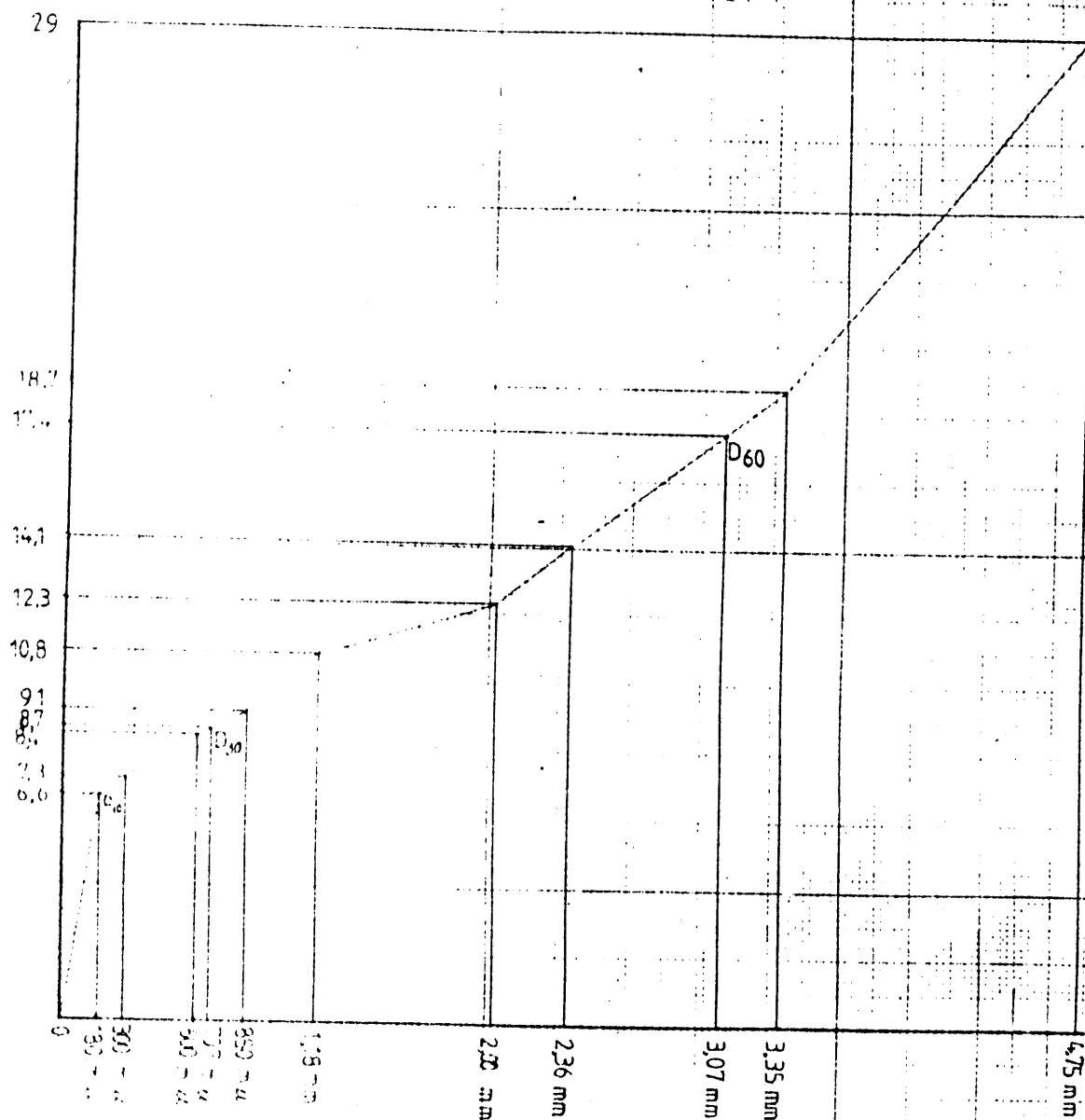
Jenis Extension

- COM → bahasa mesin
- FOR → Fortran.
- PAS → Pascal
- COB → COBOL.
- BAS → BASIC.
- BAT → perintah yg akan dilaksanakan berurutan.
- EXE → bhs mesin.
- BAK → Cadangan.
- DOC → Dokumen.
- DBF → data base.
- C → C
- PIC → gambar
- SYS → konfigurasi system.
- PRN → Printer
- WKJ → kerja.

GRAFIK DISTRIBUSI GRADA SI TANAH :

PROSESITSE BUTIRAN YANG LOLOS

SKALA 1 : 2%

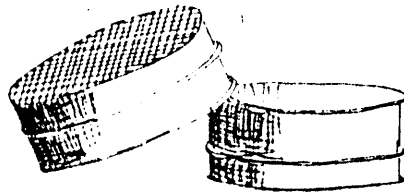


DIAMETER SARINGAN

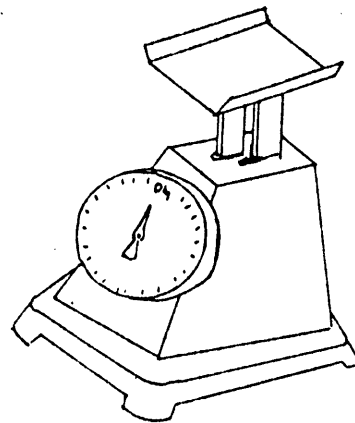
SKALA 1 : 0.03 mm

GAMBAR ALAT ALAT YANG DIPERGUNAKAN.

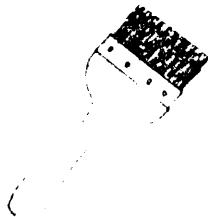
1). Ayakan



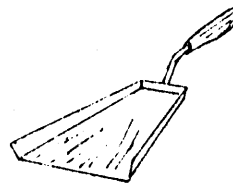
2). Timbangan



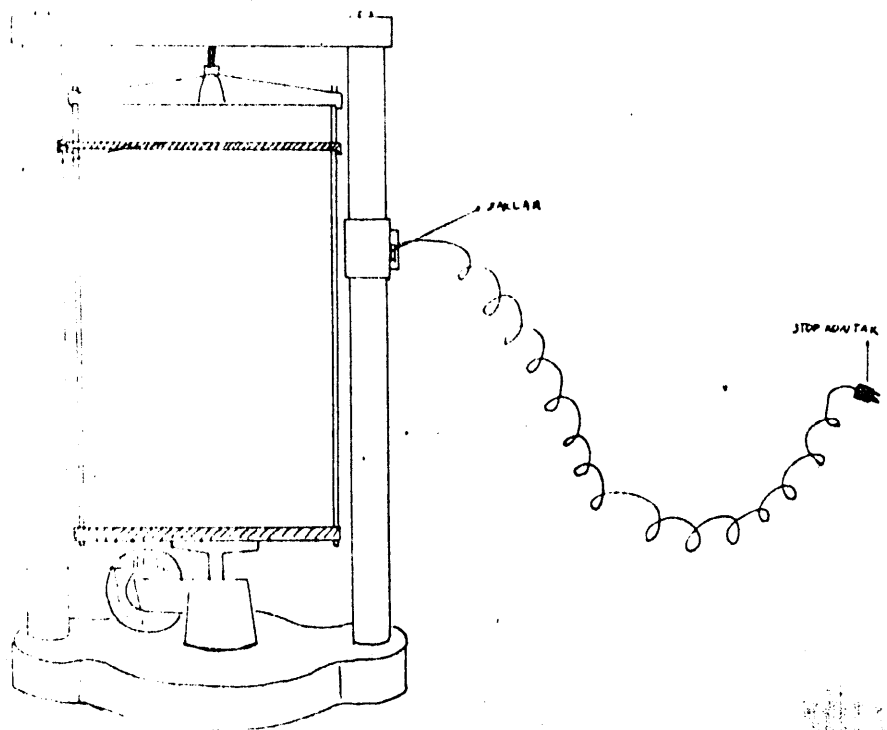
3). Kuas pembersih



4). Sendok tanah



5). Alat penggetar ayakan



FPTK IKIP MALANG	MK : MEKTAN DAN PONDASI	LEMBAR KERJA
JURUSAN : P T B	TOPIK : PEMERIKSAAN BATAS	NO : MTP-06
PROGRAM : S1/D3	CAIR	TGL :

A. PERTANYAAN AWAL :

1. Apa tujuan pemeriksaan batas cair tanah ?
2. Sebutkan macam-macam alat yang digunakan untuk pemeriksaan batas cair tanah ?
3. Jelaskan fungsi dari macam-macam alat tersebut ?

B. TUJUAN PENGAJARAN :

1. Mahasiswa dapat menyebutkan macam dan fungsi alat pemeriksaan batas cair tanah.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja pemeriksaan batas cair tanah.
3. Mahasiswa dapat melaksanakan pemeriksaan batas cair tanah.
4. Mahasiswa dapat menganalisa data hasil pemeriksaan batas cair dan membuat laporan.

C. PETUNJUK UMUM.

1. Bacalah lembaran kerja ini dengan teliti.
2. Jawablah pertanyaan awal sebelum bekerja dan pertanyaan akhir setelah bekerja.
3. Ikutilah langkah kerja dalam Job-sheet secara berurutan.
4. Ikutilah petunjuk Instruktur dan tanyakanlah apabila ada keragu-raguan selama bekerja.

D. PERALATAN YANG DIGUNAKAN :

1. Cawan porselin, Ø 115 mm untuk mencampur tanah dengan air.
2. Spatula dengan panjang 75 mm dan lebar 20 mm.
3. Alat batas cair.
4. Air yang terdamp.
5. Cawan pengkuap.
6. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
7. Oven dengan suhu 110°C.

E. KESELAMATAN KERJA :

1. Pasatkan perhatian pada pekerjaan
2. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya

F. LANGKAH KERJA :

1. Ambil contoh tanah + 150 - 200 gram.
2. Tempatkan pada cawan porselin dan campurlah dengan air sebanyak 15 - 20 ml.
3. Ambil contoh tanah yang telah tercampur dengan homogen dan taruh dalam cawan batas cair.
4. Ratakan permukaan contoh dalam cawan sehingga sejajar dengan alas.
5. Buat alur pada contoh tanah tersebut dengan menggunakan grooving tool. Cara membuat alur adalah dengan memegang alat grooving tool tegak lurus permukaan contoh.
6. Dengan bantuan alat pemutar, angkat dan turunkan cawan tersebut dengan kecepatan 2 putaran / detik.
7. Benturkan putaran tersebut jika alur sudah tertutup sepanjang 0,125 cm dan hitung berapa ketukan yang dibutuhkan.
8. Ambil contoh tersebut sebagian untuk diperiksa kadar airnya.
9. Ulangi percobaan di atas dengan kadar air yang berbeda.

G. PERHITUNGAN :

1. Buatlah grafik dimana absis adalah jumlah ketukan (N) dan ordinat adalah kadar air contoh tanah yang bersangkutan.
2. Yang dimaksud dengan BATAS CAIR adalah kadar air dimana $N = 25$.

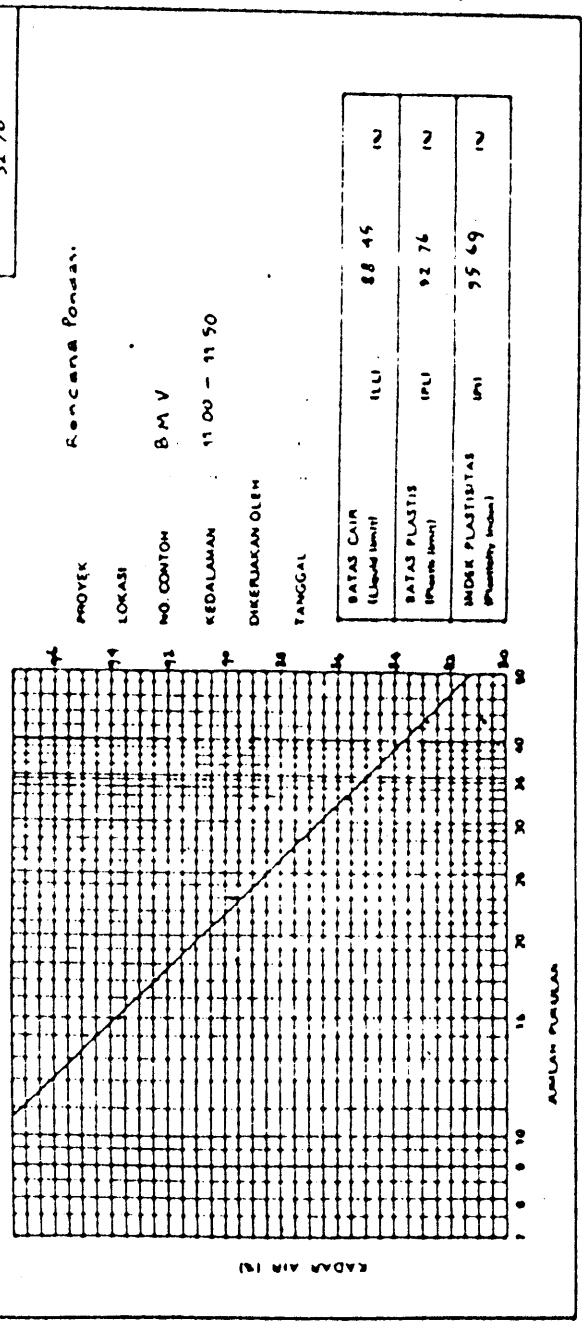
H. PERTANYAAN AKHIR :

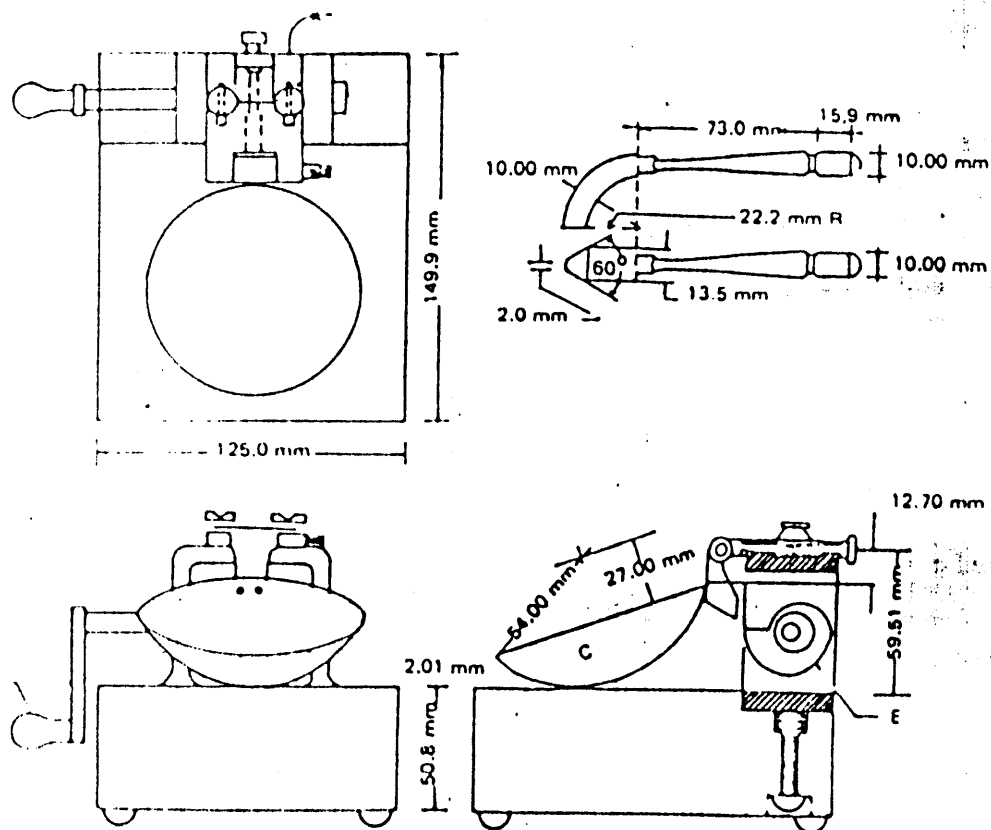
1. Jelaskan cara kerja pemeriksaan batas cair tanah ?
2. Jelaskan proses perhitungan data pemeriksaan batas cair tanah ?

I. TABEL ANALISA DATA :

LABORATORIUM TEKNIK TANAH
PEMERIKSAAN BATAS CAIR
ACM 0423-424
REQUISIT TEST

AMBIAN PUKULAN	1	2	3	4
NO. 1118				43
BERAT CANGKAM - TANAH BASAH	49.85	51.92	42.83	51.89
BERAT CANGKAM - TANAH KERING	32.60	33.82	33.25	34.50
BERAT AIR	17.25	18.11	9.58	17.39
BERAT KRUS	14.20	15.62	15.87	15.49
BERAT TANAH KERING	18.40	20.20	19.38	21.01
KADAR AIR	91.75	89.65	85.55	82.77
				32.76





GAMBAR : ALAT PEMERIKSAAN BATAS CAIR

FPTR IKIP MALANG	MK : MEKTAN DAN PONDASI	LEMBAR KERJA
JURUSAN : P T B	TOPIK : PEMERIKSAAN BATAS	NO : MTP-07
PROGRAM : SI/D3	PLASTIS TANAH	TGL :

A. PERTANYAAN AWAL :

1. Apa tujuan dilakukan pemeriksaan batas plastis tanah ?
2. Sebutkan macam-macam alat yang digunakan untuk pemeriksaan batas plastis tanah ?
3. Jelaskan fungsi dari macam-macam alat tersebut ?

B. TUJUAN PENGAJARAN :

1. Mahasiswa dapat menyebutkan macam dan fungsi alat pemeriksaan batas plastis tanah .
2. Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja pemeriksaan batas plastis tanah.
3. Mahasiswa dapat melaksanakan pemeriksaan batas plastis tanah dengan prosedur yang benar.
4. Mahasiswa dapat menganalisa data hasil pemeriksaan batas plastis tanah.

C. PETUNJUK UMUM :

1. Bacalah lembaran kerja ini dengan teliti.
2. Wacilah pertanyaan awal sebelum bekerja dan pertanyaan akhir setelah bekerja
3. Ikutilah langkah kerja dalam Job-sheet secara berurutan.
4. Ikutilah petunjuk Instruktur dan bertanyalah apabila ada keragu-raguan selama bekerja.

D. PERALATAN YANG DIGUNAKAN :

1. Cawan penguap.
2. Spatula.
3. Pelat kaca.
4. Cawan pencampur.
5. Oven.

E. KESELAMATAN KERJA :

1. Pusatkan perhatian pada pekerjaan.
2. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya.

F. LANGKAH KERJA :

1. Ambil contoh tanah kering (dari No : MTP-01) dan campur dengan air suling sampai merata dengan bantuan spatula.
2. Jika tanah sudah homogen, ambil contoh ± 8 gram dan buat gulungan tanah di atas pelat kaca sampai mencapai batangan-batangan dengan $\varnothing 3$ mm. Contoh tanah yang tepat pada $\varnothing 3$ mm mulai menunjukkan retak-retak, menunjukkan tanah dalam keadaan batas plastis. Ambil contoh tanah tersebut dan periksa kadar airnya (sesuai No : MTP-04).
3. Jika batangan tanah belum mencapai $\varnothing 3$ mm sudah menunjukkan retak, maka tanah tersebut terlalu kering dan percobaan harus diulang dengan menambahkan air. Sebaliknya jika batangan tanah sudah mencapai $\varnothing 3$ mm dan belum menunjukkan retak, maka tanah terlalu basah dan perlu dikeringkan dengan jalan didiamkan / diaduk-dikuk dalam wadah pencampur.

G. PEMBAHASAN :

Tentukan dan periksa kadar airnya dimana pada kadar air tersebut merupakan harga batas plastis (prosedur No : Mtp-04).

H. PERTANYAAN AKHIR :

1. Jelaskan cara kerja pemeriksaan batas plastis ?
2. Apa hambatan yang terjadi selama pemeriksaan ?

FTEK IKIP MALANG	MK : MEKTAN DAN PONDASI	LEMBAR KERJA
JURUSAN F T F	TOPIK : PEMERIKSAAN BATAS	NO : MTF-08
PROGRAM S1/DB	SUSUT TANAH	TGL :

A. PERTANYAAN AWAL :

1. Apa tujuan dilakukan pemeriksaan batas susut tanah ?
2. Sebutkan macam-macam alat yang digunakan untuk pemeriksaan batas susut tanah ?
3. Jelaskan fungsi dari macam-macam alat tersebut ?

B. TUJUAN PENGAJARAN :

1. Mahasiswa dapat menyebutkan macam dan fungsi alat pemeriksaan batas susut tanah.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja pemeriksaan batas susut tanah.
3. Mahasiswa dapat melaksanakan pemeriksaan batas susut tanah dengan prosedur yang benar.
4. Mahasiswa dapat menganalisa data hasil pemeriksaan batas susut dan membuat laporan.

C. PETUNJUK UMUM :

1. Bacalah lembaran kerja ini dengan teliti.
2. Jawablah pertanyaan awal sebelum bekerja dan pertanyaan akhir setelah bekerja
3. Ikutilah langkah kerja dalam Job-sheet secara berurutan.
4. Ikutilah petunjuk Instruktur dan bertanyalah apabila ada keragu-raguan selama bekerja.

D. PERALATAN YANG DIGUNAKAN :

1. Cawan pencampur.
 2. Cawan pengukur dengan \varnothing 150 mm.
 3. Spatula.
 4. Cawan porselin dengan dasar rata \varnothing 45 mm dan tinggi 12,5 mm.
 5. Mistar pelurus baja.
 6. Cawan gelas \varnothing 50 mm, tinggi 15 mm.
- Pelat transparan

8. Gelas ukur kapasitas 25 ml dengan pembagian tiap 0,2 ml
9. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
10. Air raksa (Hg)
11. Oven.

E. KESELAMATAN KERJA :

1. Perhatikan perhatian pada pekerjaan.
2. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya.

F. LANGKAH KERJA :

1. Tempatkan contoh tanah \pm 100 gram dalam cawan dan campur dengan air suling sehingga contoh tanah jenuh dan tidak terdapat lagi gelembung udara. Kadar air yang dibutuhkan minimal sama dengan kadar air batas cair.
2. Lapisi bagian cawan dengan vaselin untuk mencegah tanah menempel pada dinding cawan. Tempatkan contoh tanah sampai kira-kira $\frac{1}{3}$ bagian cawan dan ketuk-ketuk perlahan-lahan sehingga seluruh cawan terisi. Isi lagi $\frac{1}{3}$ bagiannya dan ketuk-ketuk kembali. Terakhir isi sampai penuh dan sampai ada yang tertumpah keluar.
3. Ratakan permukaan tanah dengan mistar sehingga permukaan tanah benar-benar rata.
4. Timbanglah contoh tanah dan cawan.
5. Biarkan tanah dalam suhu udara sampai warnanya berubah lebih muda, kemudian masukkan dalam oven sampai kering.
6. Timbanglah tanah dalam keadaan kering dan kemudian keluarkan tanah dari cawan tersebut.
7. Ukur volume cawan dengan menuangkan air raksa sampai penuh dan rata serta tuang isi air raksa tersebut dalam gelas ukur.
8. Tempatkan cawan gelas dalam cawan penguap dan isi cawan gelas dengan air raksa sampai penuh rata permukaan.

8. Tutuplah cawan gelas dengan pelat kaca, sehingga kelebihan air raksa akibat dimasukkannya contoh tanah akan tumpah dalam cawan.

9. Tuangkan air raksa yang kelebihan dalam gelas ukur yang menunjukkan volume tanah kering.

G. PERHITUNGAN :

$$SL = \frac{V_1 - V_2}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

SL = batas susut

w = kadar air tanah

V1 = isi tanah basah

V2 = isi tanah kering

W = berat tanah kering.

H. PERTANYAAN AKHIR :

1. Jelaskan cara kerja pemeriksaan batas susut tanah ?

2. Jelaskan proses perhitungan data pemeriksaan batas susut ?

FPTK IKIP MALANG	MK : MEKTAN DAN PONDASI	LEMBAR KERJA
JURUSAN : P T B	TOPIK :	NO : MTP-09
PROGRAM : S1	SONDIR	TGL :

A. PERTANYAAN AWAL :

1. Jelaskan tujuan dilakukan percobaan sondir ?
2. Sebutkan bagian-bagian dari alat sondir Dutch Penetrometer type Bagemman ?
3. Jelaskan fungsi dari bagian-bagian alat tersebut ?
4. Sebutkan alat bantu lain untuk percobaan sondir ini ?
5. Jelaskan perbedaan konus dan bikonus ?

B. TUJUAN PENGAJARAN :

1. Mahasiswa dapat menyebutkan bagian-bagian serta fungsi alat percobaan sondir.

2. Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja percobaan sondir.
3. Mahasiswa dapat melakukan percobaan sondir dengan prosedur yang benar.
4. Mahasiswa dapat menganalisa data hasil percobaan sondir dan membuat laporan.

C. PETUNJUK UMUM :

1. Bacalah seluruh lembaran kerja ini dengan teliti dan seksama.
2. Jawablah pertanyaan awal sebelum melakukan percobaan dan pertanyaan akhir setelah melakukan percobaan.
3. Ikutilah langkah kerja secara berurutan.
4. Ikutilah petunjuk dari Instruktur dan bertanyalah apabila ada keragu-raguan selama bekerja.
5. Percobaan sondir ini bertujuan untuk mendapatkan data penetrasi konus dan hambatan lekat tanah.

D. PERALATAN YANG DIGUNAKAN :

1. Satu set alat sondir merek MBT kapasitas maksimal 250 kg/cm² dengan perlengkapan :
 - a. Mesin : kerangka seondir
 - b. Satu set (20 buah) stang sondir lengkap dengan stang dalam yang panjangnya masing-masing 1 meter.
 - c. Manometer dua buah :
 - Kapasitas : 0 - 60 kg/cm²
 - Kapasitas : 0 - 250 kg/cm²
 - d. Ujung konus :
 - Satu set konus tunggal (gambar 6 b)
 - Satu buah bikonus (gambar 6 a)
 - e. Satu set angker dan mur (4 buah)
2. Peralatan bantu lainnya :
 - a. Bantalan dari papan ukuran 3/30 cm panjang 1 m, 2 bh
 - b. Bantalan balok 8/12 cm panjang 1 m, 2 buah.
 - c. Papan kayu penyetel 4 buah.
 - d. Profil baja 4 buah.

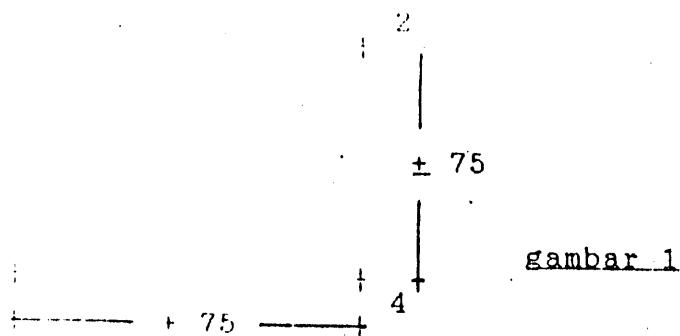
- e. Waterpass aluminium panjang 120 cm.
- f. Meteran
- g. Kunci pipa 2 buah
- h. Kunci Inggris
- i. Kunci plunyer
- j. Kunci angker 2 buah
- k. Palu kayu
- l. Cangkul
- m. Minyak hidrolik (SAE 10)
- n. Ballpoint dan spidol
- o. Tabel data

F. PETELAMATAN KERJA :

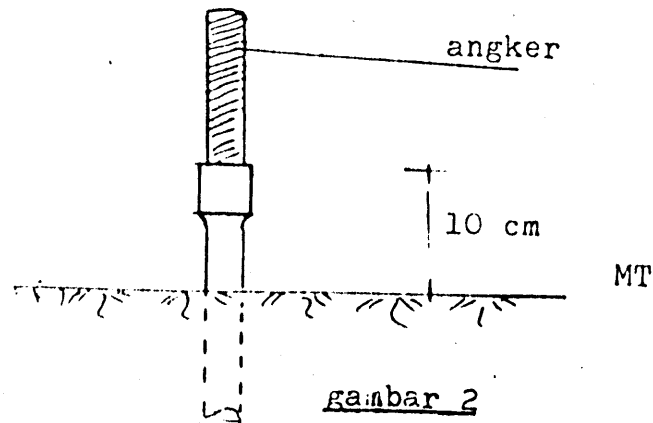
1. Buatlah perhatian pada pekerjaan
2. Letakkan semua peralatan pada tempat yang aman dan
3. Pastikan alat sesuai dengan fungsinya.

F. LANGKAH KERJA

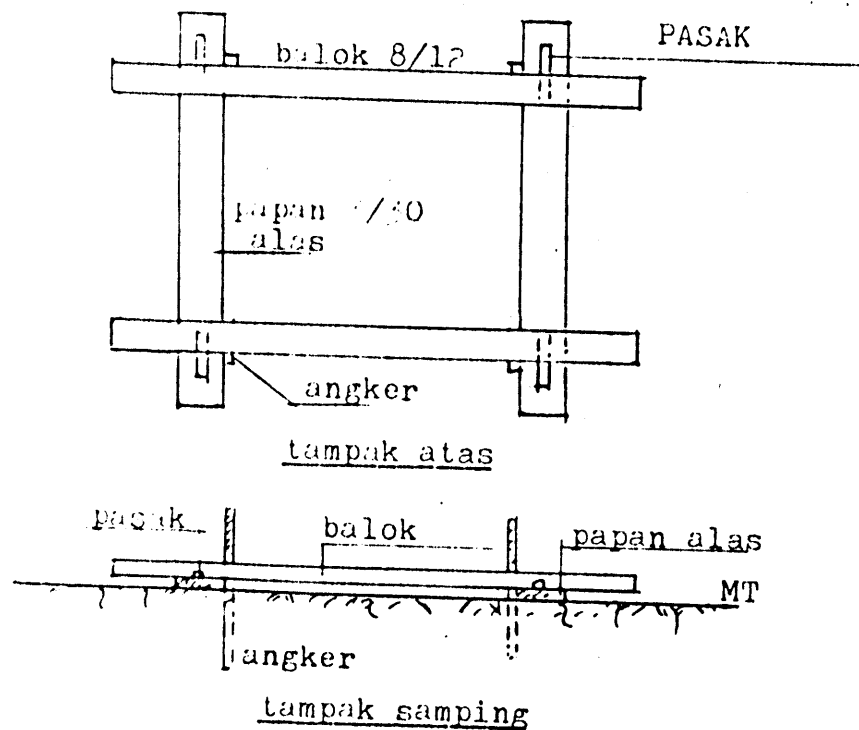
1. Bersihkan dan ratakan lokasi yang akan ditempati untuk percobaan sondir.
2. Tentukan 4 buah titik dengan jarak masing-masing ± 75 cm dan buatlah siku siku (gambar 1)



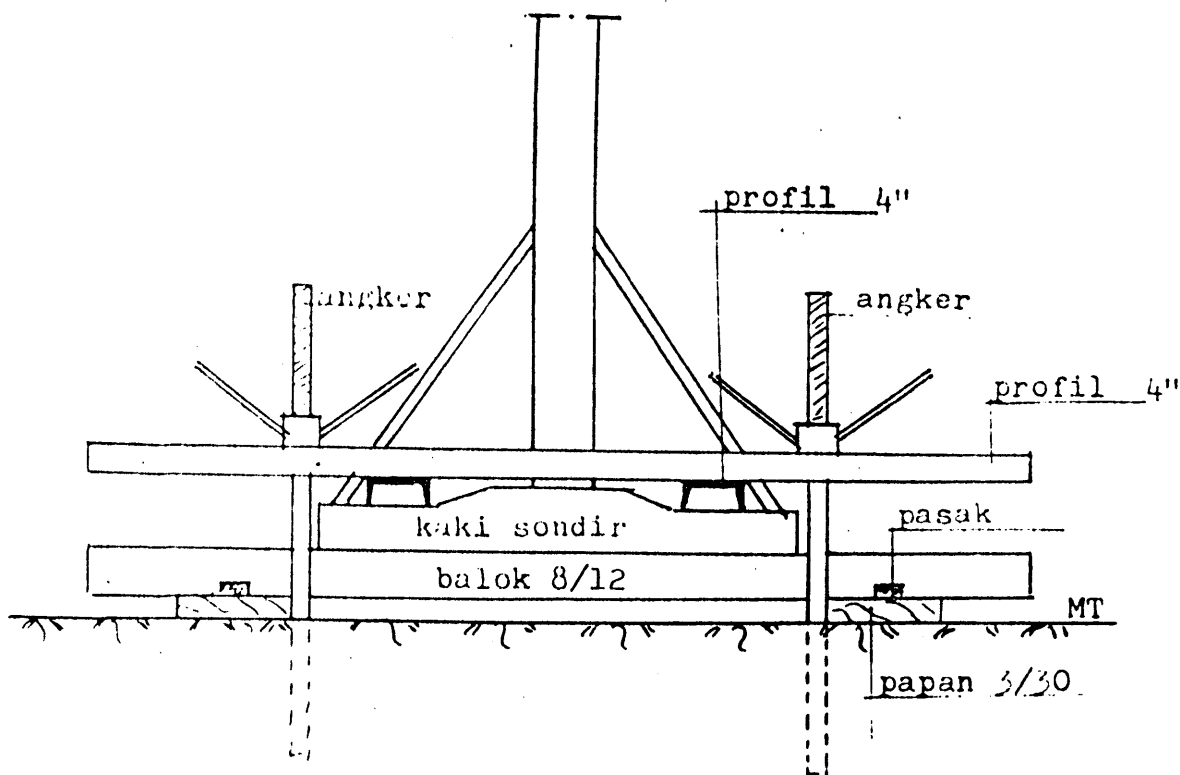
3. Masukkan kedalam tanah keempat angker pada titik-titik tersebut dengan bantuan kunci angker sampai kepala angker tersisa dipermukaan tanah ± 10 cm.



4. Pasanglah bantalan papan dengan arah sejajar merapat pada bagian luar jangkar, kemudian pasang juga balok kayu melintang tegak lurus terhadap bantalan papan pada sisi dalam jangkar. Selanjutnya keempat pasak kayu dimasukkan kedalam takikan balok kayu.



5. Pasanglah mesin sondir dengan kaki menumpang sejajar pada balok kayu, kemudian pasang 2 profil baja menyilang di atas kaki sondir dan 2 profil baja yang lain menumpang menyilang pada profil pertama, dengan kedua ujungnya mengait masuk kepada keempat kepala jangkar. Dan selanjutnya pasanglah keempat mur anker, dengan menyetel tempat kedudukan mesin sondir tegak lurus dengan cara memukul pasak kayu, dan kontrollah dengan waterpass.



6. Pengisian minyak hidrolik pada tabung hidrolis harus bebas dari gelembung udara.
7. Pasanglah konus atau bikonus (sesuai kebutuhan), pada ujung pipa sondir pertama.

8. Pasangilah rangkaian pipa/stang sondir pertama bersana konus (gambar 7) pada mesin sondir.
9. Tekanlah pipa tersebut dengan cara memutar engkol pada kedalaman 20 cm.
10. Selanjutnya penekanan stang dalam untuk mengukur perlawanan penetrasi PK dan JPK :
 - a. Apabila digunakan bikonus, maka penetrasi ini pertama kali akan menggerakkan ujung konus ke tanah sedalam 4 cm, dan bacalah manometer sebagai perlawanan penetrasi konus (PK). Penekanan kedua akan menggerakkan konus beserta selubung (mantel) kebawah sedalam 8 cm, bacalah manometer sebagai hasil jumlah perlawanan konus (JPK).
 - b. Apabila dipergunakan konus tunggal, maka pembacaan manometer hanya dilakukan pada penekanan pertama, yaitu hanya mendapatkan data perlawanan konus (PK).
11. Tekanlah pipa (stang sondir) sampai kedalaman berikutnya yang akan diukur (biasanya pada setiap kedalaman 20 cm).
12. Setiap tahap pengukuran, jarum manometer harus menunjukkan angka nol.
13. Perhatian :
 - a. Setiap penggunaan alat sondir harus dilakukan kalibrasi dan pemeriksaan perlengkapan :
 - 1) Manometer harus masih dalam keadaan baik sesuai standar yang berlaku.
 - 2) Ukuran konus/bikonus harus sesuai standar
 - b. Apabila angka manometer sudah mendekati 60 kg/cm², maka manometer kapasitas 0 - 60 kg/cm² harus dimatikan (kran ditutup), dan membuka kran manometer kapasitas 0 - 250 kg/cm², sehingga pembacaan selanjutnya pada manometer kedua.
 - c. Apabila alat sondir mulai terangkat, sedangkan tekanan manometer belum mencapai angka 250 kg/cm², maka alat sondir harus diberi pemberat.

d. Apabila pembacaan manometer tiga kali berturut-turut menunjuk angka 250 kg/cm^2 , maka pekerjaan sondir harus dihentikan.

G. ANALISA DATA :

1. Hambatan letak (HL) tanah (bikonus) dihitung dengan rumus :

$$HL = JPK - PK$$

JPK = jumlah perlawanan konus

PK = Perlawanan penetrasi konus

2. Jumlah hambatan lekat (JHL) :

$$JHL_i = HL$$

i = kedalaman lapisan yang ditinjau

3. Grafik yang dibuat :

a. Grafik PK pada setiap kedalaman

b. Grafik JHL pada setiap kedalaman

H. KERUGIAN DAN KEUNTUNGAN ALAT SONDIR :

1. Kerugian/kelemahan :

a. Jika terdapat batuan lepas bisa memberikan indikasi lapisan tanah keras yang salah.

b. Tidak dapat mengetahui jenis tanah secara langsung

c. Jika pipa (stang) tidak lurus dan konus tidak bekerja dengan baik, maka hasil yang diperoleh bisa meragukan.

2. Keuntungan :

a. Dapat dengan cepat menentukan lapisan tanah keras.

b. Dapat diperkirakan perbedaan lapisan tanah.

c. Dengan rumus empiris hasilnya dapat digunakan untuk menghitung daya dukung tanah.

d. Cukup baik untuk digunakan pada lapisan tanah berbutir halus.

I. PERTANYAAN AKHIR :

1. Jelaskan cara kerja percobaan sondir, khususnya pada saat mengambil data dengan bikonus ?

2. Apa saja hambatan yang timbul selama percobaan sondir?

3. Jelaskan apa yang dimaksud PK dan JPK ?

4. Jelaskan proses menggambar grafik PK dan JHL ?

J. CONTOH ANALISA DATA :

1. Tabel analisa data :

PENYELIDIKAN LAPANGAN PENYONDIRAN

PROYEK : DIKERJAKAN OLEH : NO. :
 LOKASI : ELEVASI : ± 0.00 TITIK :
 TANGGAL : MUKA AIR TANAH : - 3.00 m 12

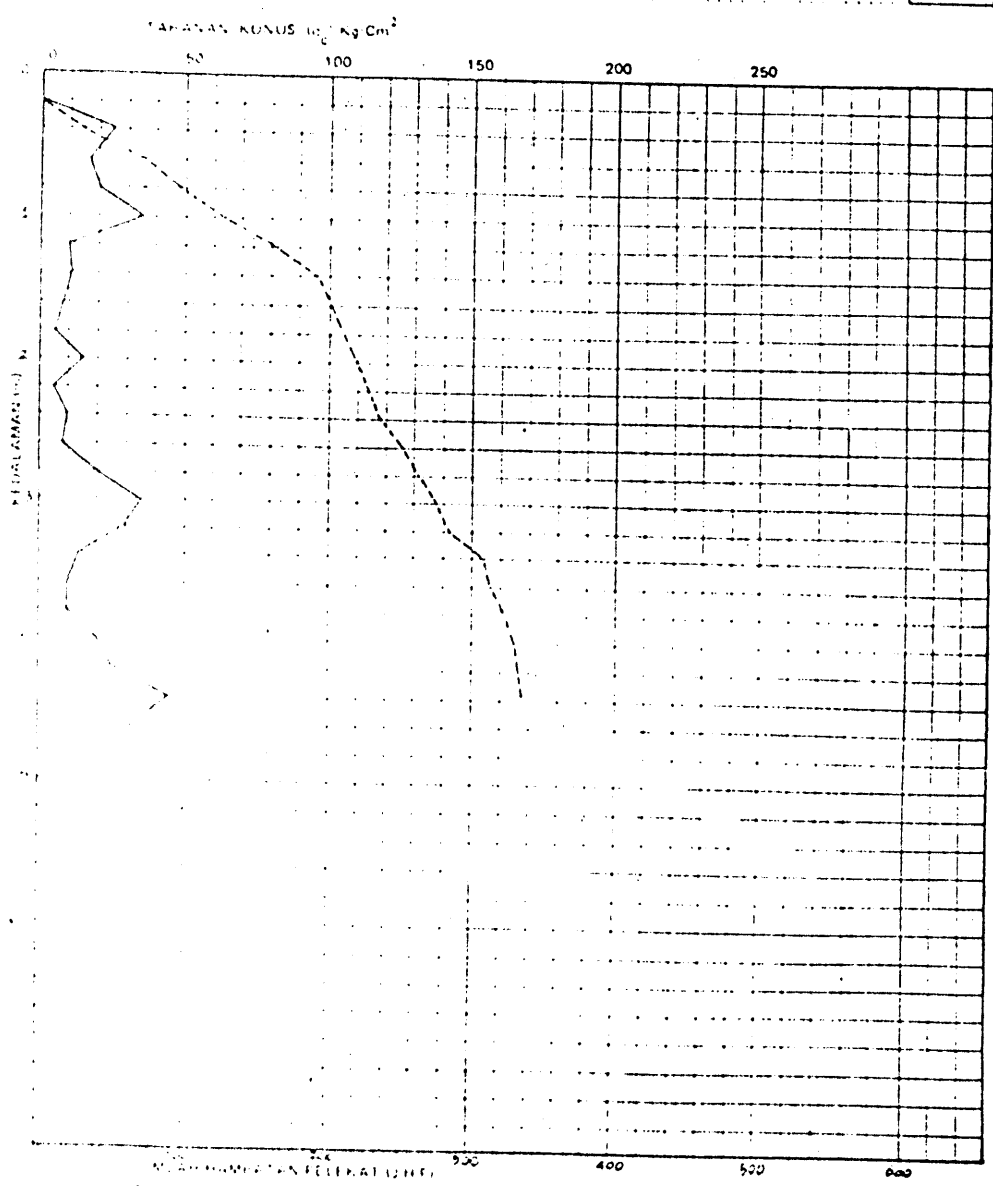
(1) KEDALAMAN (m)	(2) q_c (Kg/cm ²)	(3) JUMLAH PER- LAWANAN (Kg/Cm ²)	(4) PERLAWANAN GESEK (Kg/Cm ²) (3) - (2)	(5) HAMBATAN PELEKAT (Kg/Cm) (4) × 20/10	(6) J. H. P. (Kg/Cm) ÷ (5)	HAMBATAN SETAN (Kg/Cm) 20/10
00						
20						
40	25	45	15	30	30	1.5
60	17	35	18	36	66	1.8
80	20	36	16	32	98	1.6
100	35	48	13	26	124	1.3
20	10	29	19	38	162	1.6
40	11	17	6	12	174	0.6
60	8	12	4	8	182	0.4
80	5	10	5	10	192	0.9
100	15	22	7	14	206	0.7
20	5	11	6	12	218	0.6
40	10	15	5	10	228	0.5
60	8	17	9	18	246	0.9
80	20	28	8	16	262	0.8
100	35	42	7	14	276	0.7
20	29	33	4	8	284	0.4
40	14	24	10	20	304	1.0
60	10	15	5	10	314	0.5
80	10	14	4	8	322	0.4
100	20	25	5	10	332	0.9
20	25	35	10	20	352	1.0
40	45	50	5	10	362	0.8
60	32	50	18	36	398	1.8
80						

2. Gambar grafik PK dan JHL :

PENYELIDIKAN LAPANGAN
GRAFIK SONDIR

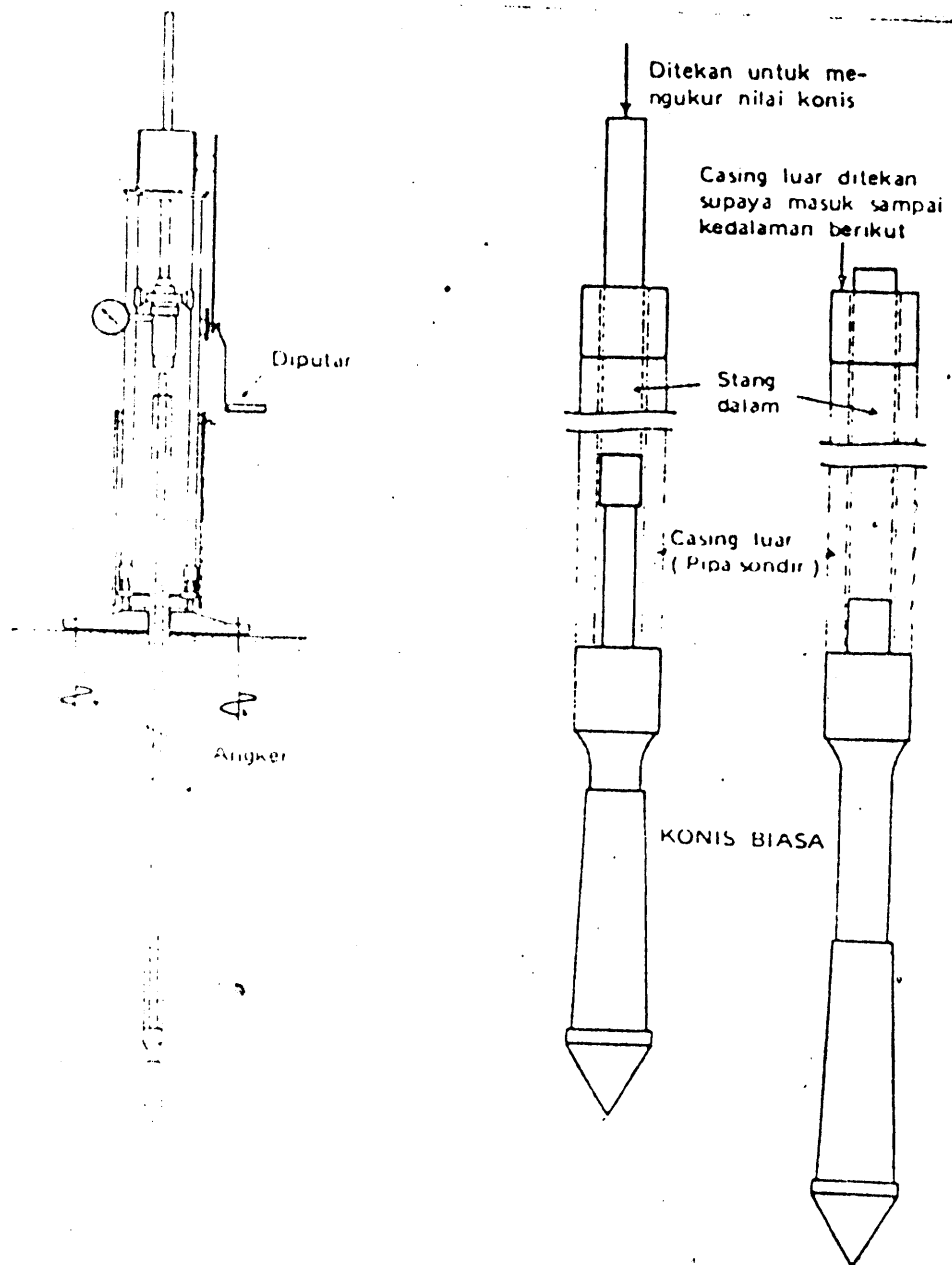
PROJEK :
LOKASI :
TANGGAL :
DIKERJAKAN OLEH :
ELEVASI : ± 0.00
MUKA AIR TANAH : $- 3.00 \text{ m}$

NO.
TITIK
S 2

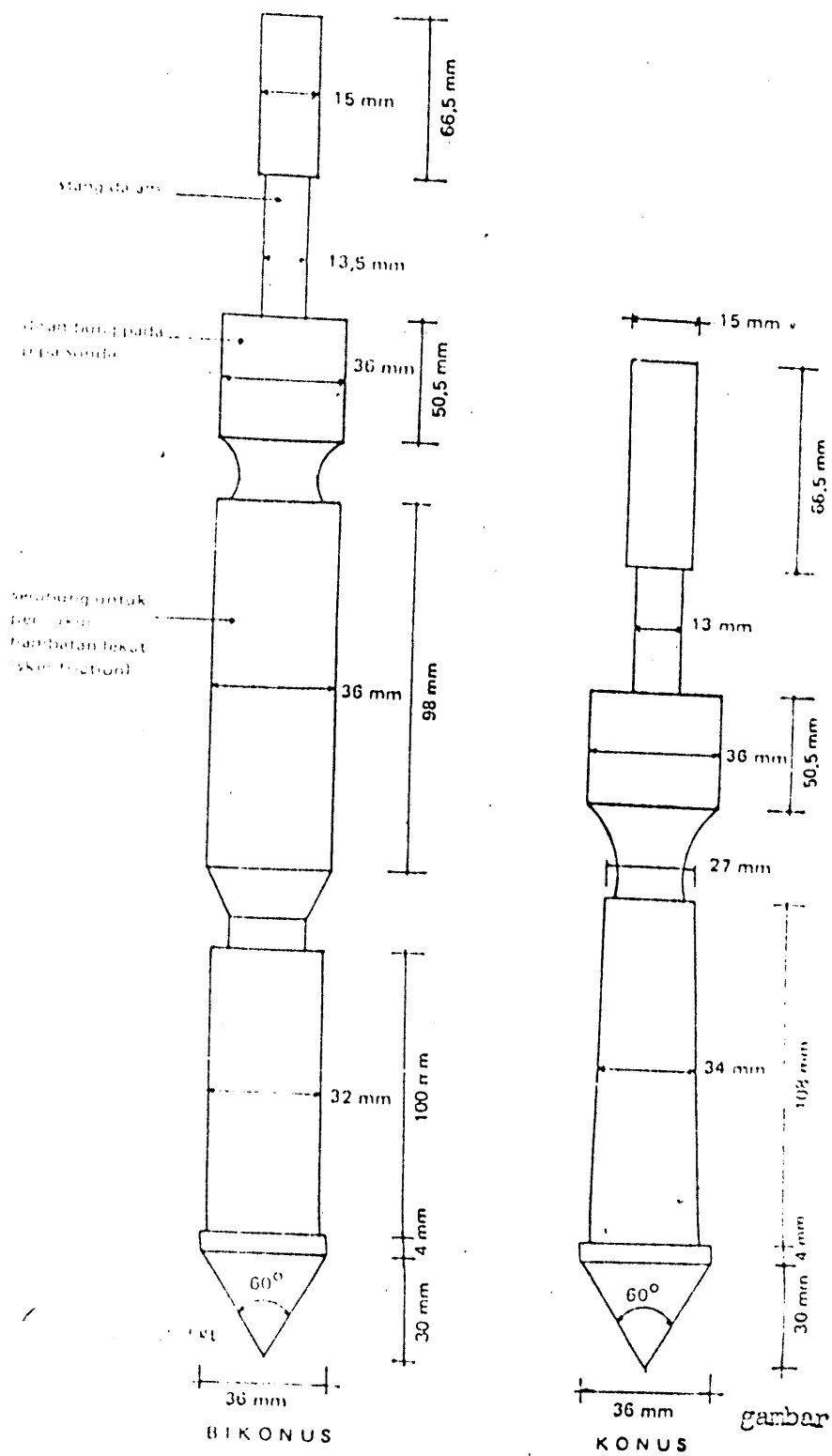


Keterangan : ————— = PK
 - - - - - = JHL

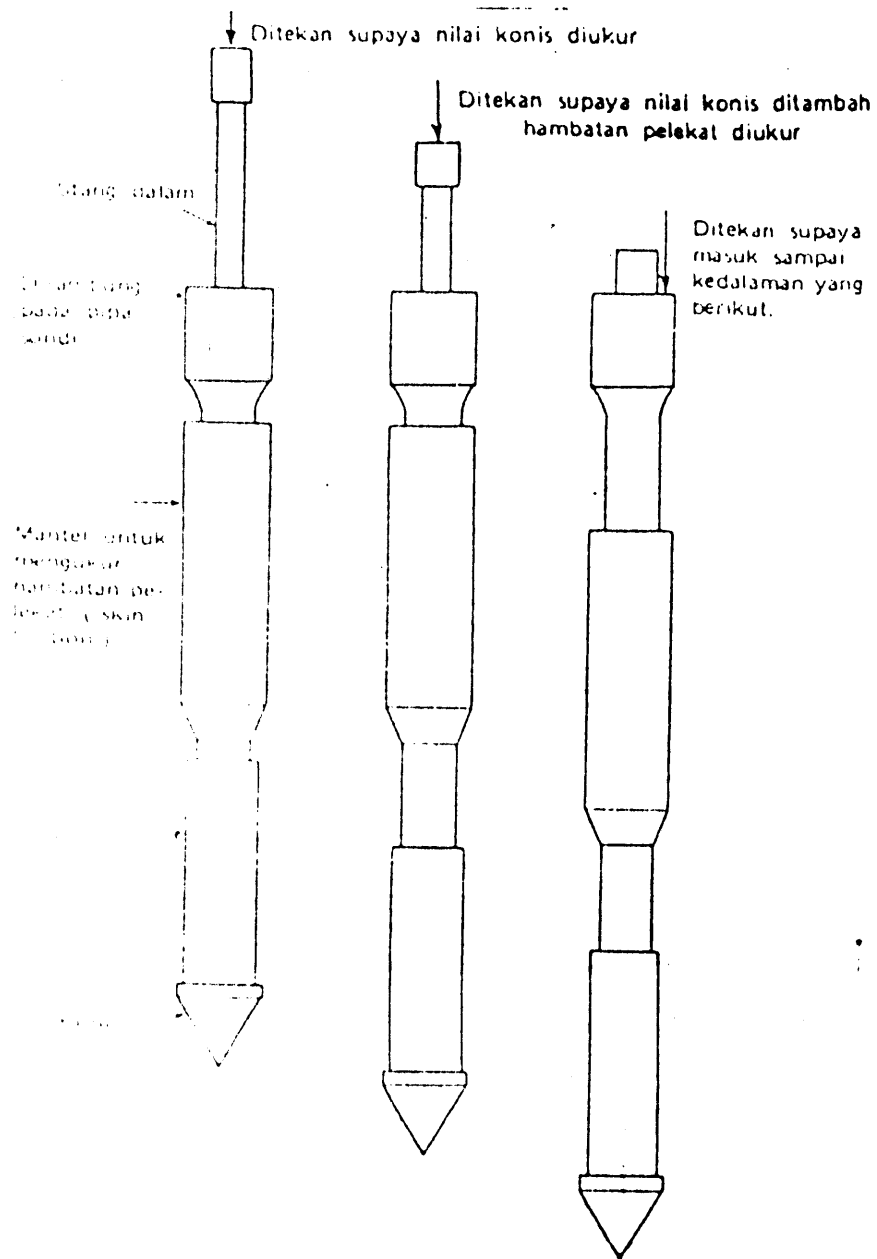
K. GAMBAR ALAT SONDIR :



gambar 5



GAMBAR : PERLENGKAPAN SONDIR



gambar 7

FTE IKIP MALANG	MK : MEKTAN DAN PONDASI	LEMBAR KERJA
JURUSAN : P T B	TOPIK : TES GESER LANGSUNG	NO : MTP-10
PROGRAM : S 1		TGL :

A. PERTANYAAN AWAL :

1. Apa itu dan dilakukan pengujian geser langsung ?
2. Jelaskan fungsi dari bagian-bagian alat geser langsung ?
3. Sebutkan alat bantu kerja tes geser langsung ?

B. TUJUAN PENGAJARAN :

1. Mahasiswa dapat menjelaskan tujuan pengujian geser langsung.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja pengujian geser langsung.
3. Mahasiswa dapat melaksanakan pengujian geser langsung dengan prosedur yang benar.
4. Mahasiswa dapat menganalisis data hasil observasi dan membuat laporan.

C. PETUNJUK UMUM :

1. Bacalah seluruh lembaran kerja ini dengan teliti.
2. Jawablah pertanyaan awal sebelum bekerja dan pertanyaan akhir setelah bekerja.
3. Ikutilah langkah kerja dalam job-sheet secara berurutan.
4. Ikutilah petunjuk Instruktur dan tanyakan apabila ada hal-hal yang kurang jelas.

D. PERALATAN YANG DIGUNAKAN :

1. Alat geser langsung terdiri dari :
 - a. Setang pemekan dan pemberi beban.
 - b. Alat penggeser lengkap dengan cincin penguji (Proving ring) dan 2 buah arloji geser (exentianmeter)
 - c. Cincin pemeriksa yang terbagi dua dengan penguncinya dalam kotak.
 - d. Besi beban
 - e. Dua buah batu pori

2. Alat pengeluar benda uji dan pisau pemotong
3. Cincin cetak benda uji
4. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
5. Oven dengan pengatur suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$

E. BENDA UJI :

1. Jumlah benda uji minimal 3 buah
2. Tebal minimum benda uji 1,3 cm

F. KESELAMATAN KERJA :

1. Pakailah pakaian kerja yang lengkap
2. Puntukkan perhatian pada pekerjaan
3. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya

G. LANGKAH KERJA :

Pengujian ini tidak dikonsolidasikan terlebih dahulu.

1. Masukkan benda uji kedalam cincin geser.
2. Stang penekan dipasang vertikal untuk memberi beban normal pada benda uji dan diatur sehingga beban yang diterima oleh benda uji sama dengan beban yang diberikan pada stang tersebut.
3. Penggeser benda uji dipasang pada arah mendatar untuk memberikan beban mendatar pada bagian atas cincin pemeriksaan.

Ataslah jarum arloji menunjuk angka nol.

4. Berikan beban normal pertama sesuai dengan beban yang diperlukan. selanjutnya penggeseran dapat dilakukan dengan pembacaan arloji pada setiap waktu 15 detik atau 30 detik. Penggeseran dihentikan apabila angka arloji 3 kali berturut-turut menunjuk angka yang sama. (penggeseran dengan kecepatan putaran engkol 1 putaran/1 detik).
5. Lepas benda uji pertama (no.4), selanjutnya masukkan benda uji kedua dengan beban normal 2 kali beban normal pertama dan penggeseran dilakukan lagi seperti no. 4. dan lakukan pula untuk benda uji ketiga dengan beban normal 2 kali beban normal kedua.

H. PERHITUNGAN :

Tegangan normal :

N
 0 A gr/cm² menghasilkan : σ_1, σ_2 dan σ_3

Tegangan geser :

S = angka arloji x kalibrasi proving ring

0 A gr/cm² menghasilkan : τ_1, τ_2 dan τ_3

Keterangan :

N = beban normal 1, 2 dan 3

A = luas benda uji ($1/2\pi d^2$)

Selanjutnya buat grafik pada salib sumbu dan hubungkan dengan τ :

Cohesi (C) = perpotongan grs geser pada sb.Y x skala
 Sudut geser (θ) = sudut yang dibentuk grs geser terhadap garis horizontal (diukur dengan penggaris busur).

PERTANYAAN AKHIR :

1. Jelaskan cara kerja pengujian geser langsung ?
2. Jelaskan cara menganalisa data hasil observasi ?

$$\tau_a = \frac{3}{2} \frac{P}{t \cdot b} \quad \tau_{t2} = \frac{wP}{F}$$

$$\tau = \frac{0.7}{t \cdot s} = \frac{0.7 w P}{\frac{1}{2} b t} = \frac{2 w P}{b t}$$

Kolom Tegangan

dimensi kolom:

$$I_x = \text{Cantoh}$$

$$I_y = P = \dots 25$$

$$F = \bar{F} = \dots 25 \text{ cm}^2$$

$$F = \frac{P}{\bar{F}} = \dots \text{cm}^2$$

$$F_{lity} < F_{fakel}$$

F real. (perletan perbandingan)

Korelasi data

$$r_{mx} = \frac{\sum x}{\sqrt{\sum x^2}}$$

$$r_x = \frac{\sum x}{\sum x}$$

$$r_y = \frac{\sum y}{\sum y}$$

terhas
 terhas

$$\sigma_{tx} = \frac{w_x \cdot P}{F} < \bar{\sigma}$$

$$\sigma_{ty} = \frac{w_y \cdot P}{F} < \bar{\sigma}$$

Pengaruh moment

$$\sigma_n = \frac{P \cdot e \cdot y}{I_x}$$

$$M = P \cdot e$$

$$w = \frac{I_x}{X}$$

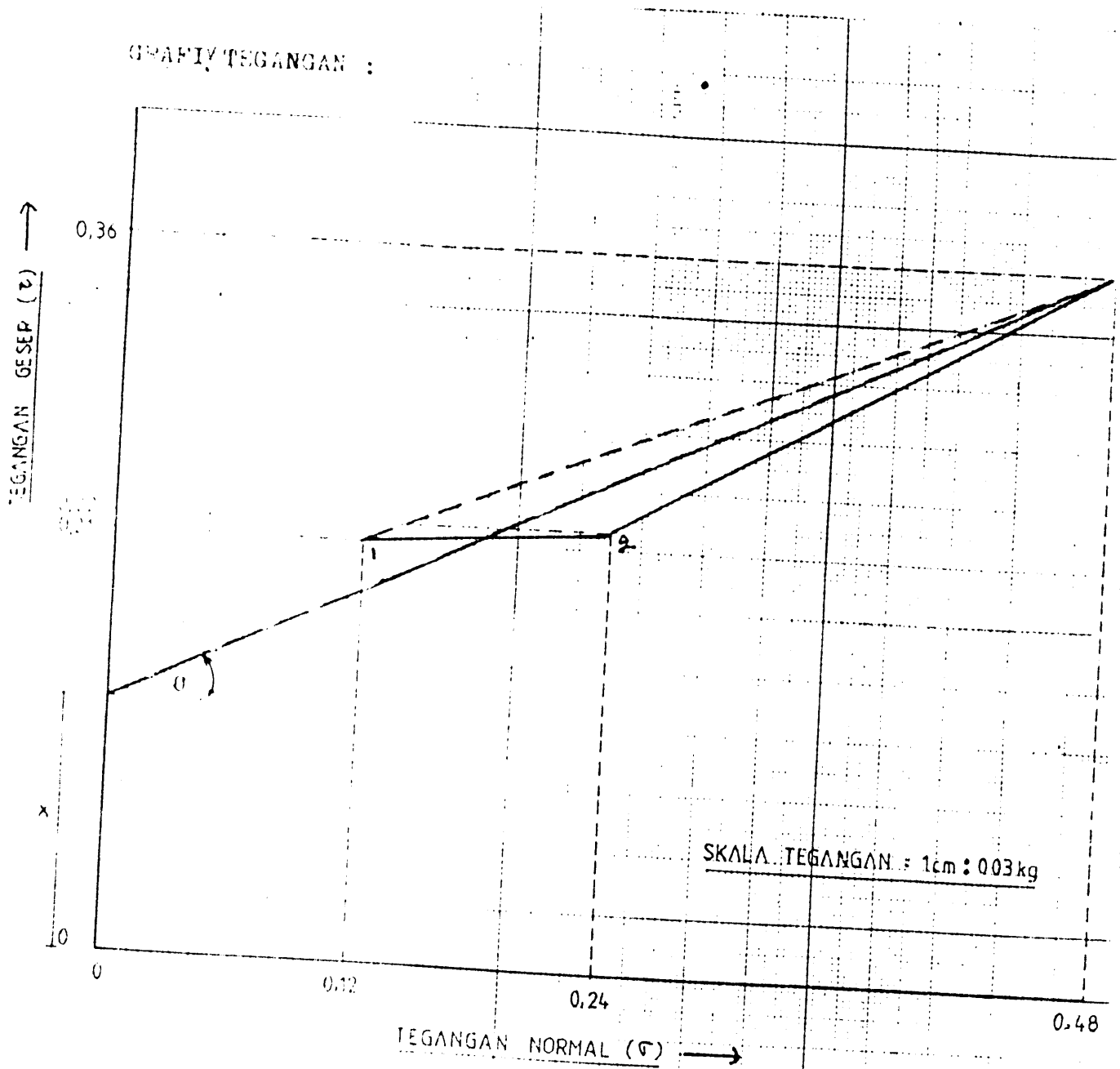
4. LABEL ANALISA DATA :

konten : Analisa data test geser langsung

Lokasi : sebelah kanan gedung E ₃ FPTK													
Pelapor : II (dua)/Iwan Anggraito													
Tanggal : 10 April 1990													
Waktu	I		II		III		$\sigma = \frac{N}{A}$			$\tau = \frac{S}{A}$			A
	N ₁ = 1800		N ₂ = 7600		N ₃ = 15200		σI	σII	σIII	τI	τII	τIII	
	Arloji	S ₁	Arloji	S ₂	Arloji	S ₃							
0°	36	3,405	31	2,926	77	7,234				0,11	0,09	0,23	31,16
60°	67	6,498	67	6,314	103	9,626				0,21	0,20	0,31	
90°	75	7,05	91	8,522	128	11,926	0,12	0,24	0,48	0,23	0,27	0,38	
120°	80	7,51	91	8,522	144	13,398				0,24	0,27	0,43	
150°	80	7,51	91	8,522	150	13,950				0,24	0,27	0,45	
Σ							0,12	0,24	0,48	1,03	1,1	1,8	
Rata-rata tegangan							0,12	0,24	0,48	0,21	0,22	0,36	

$\frac{N}{A}$

GRAFIK TEGANGAN :



$$\theta = 26^\circ$$

$$C = 4.2 \times 0.03$$

$$= 0.126 \text{ kg/cm}^2$$

KET

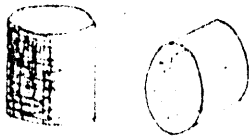
C • KOHESI TANAH
 θ • SUDUT GESEK DALAM

GAMBAR ALAT ALAT YANG DIPERGUNAKAN

a. Alat pengambil contoh tanah



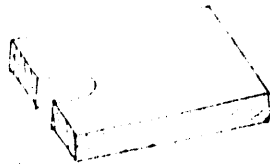
b. Cincin/silinder



c. Pisau



d. Bahan pemberat :

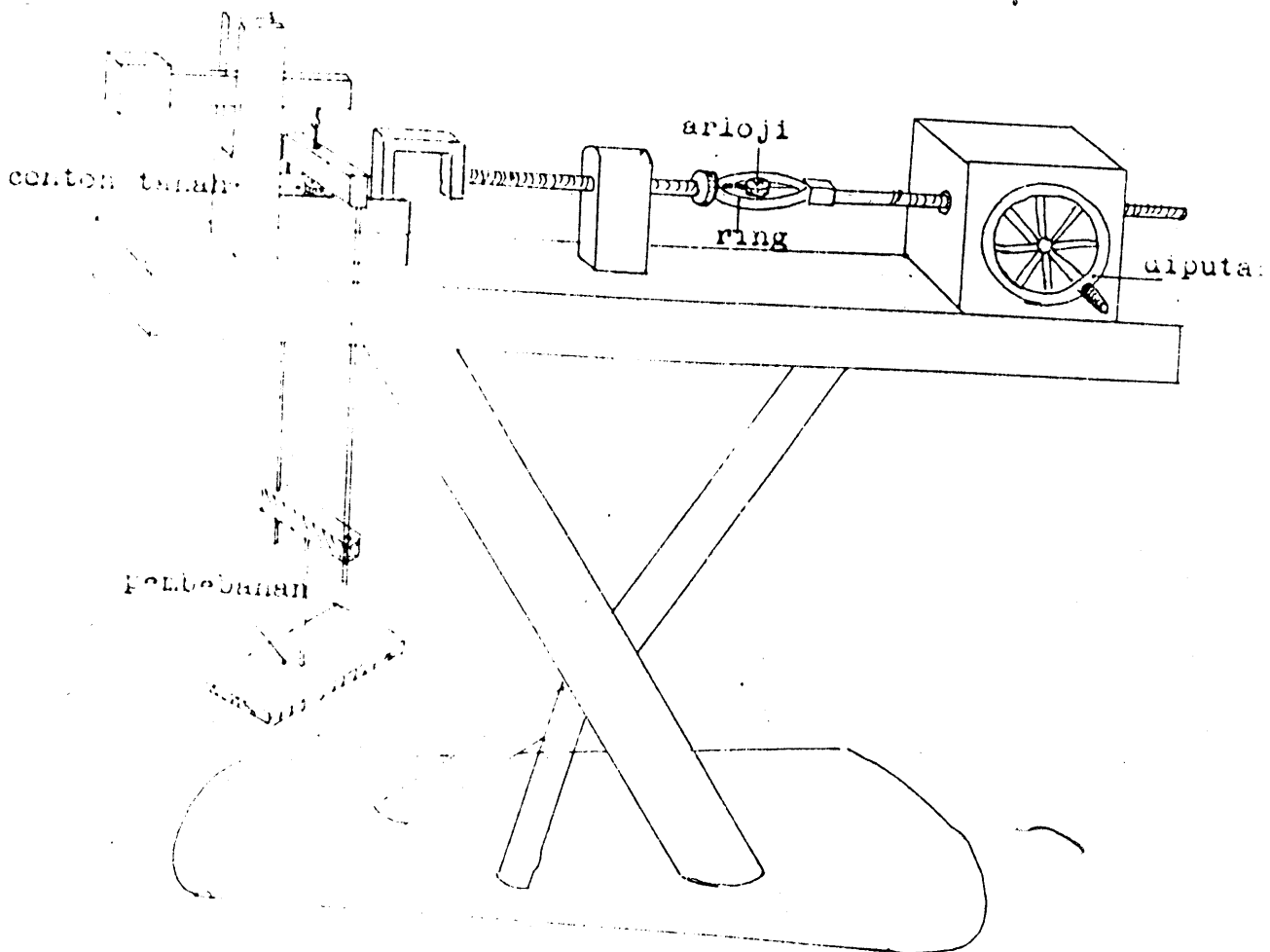


1 = 3800 gram

2 = 7600 gram

3 = 15200 gram

e. Alat test geser



Laporan No. : V9/90/19 - A
Komoditi : PROVING RING
Dibuat untuk : PT MELTAN BABAKAN TUJUH
Jl Raya Cimareme NO. 340A Cimahi

52

Diterima tanggal : 7 Februari 1990

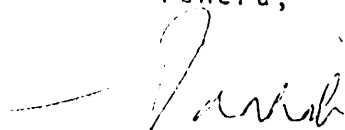
LAPORAN PENERAAN SEMENTARA

Alat yang ditera : PROVING RING NO. 25-73141
Dial 0,01-5 mm, MERK : TECLOCK, TYPE : TM-3
NO. 73141
Alat penera : LEAD WEIGHT

HASIL PENERAAN

Penunjukan Dial (x 0,01mm)	Harga Tera (Kg)
25	2,75
50	5,55
75	8,30
100	11,05
125	13,80
150	16,50
175	19,25
200	22,00
225	24,70

Balai Besar Bahan Dan Barang Teknik
Penera;



Laporan No. : V9/00/19-B
 Komoditi : PROVING RING
 Dibuat untuk : PT. MEKTAH BARAKAH TUJUH
 Jl Raya Cimareme NO. 340A Cimahi

Diterima tanggal : 7 Februari 1990

LAPORAN PENERAAN SEMENTARA

Alat yang ditera : PROVING Ring NO. 25-73352
 Dial 0.01-5mm, Model: TECLOCK. TYPE: TAI-35
 NO. 73352.
 Alat penera : DEAD WEIGHT

HASIL PENERAAN

Penunjukan Dial (x 20mm)	Harga Tera (kg)
25	2.35
50	4.75
75	7.05
100	9.35
125	11.65
150	13.95
175	16.25
200	18.50
225	20.75
250	23.05

Balai Besar Bahan Dan Barang Teknik
 Penera;

[Signature]

Am
Posed
(Kegate Sufos)

Tabel 1

5

Table Approximate compressive strengths (N/mm²) of concrete mixed with a free-water/cement ratio of 0.5

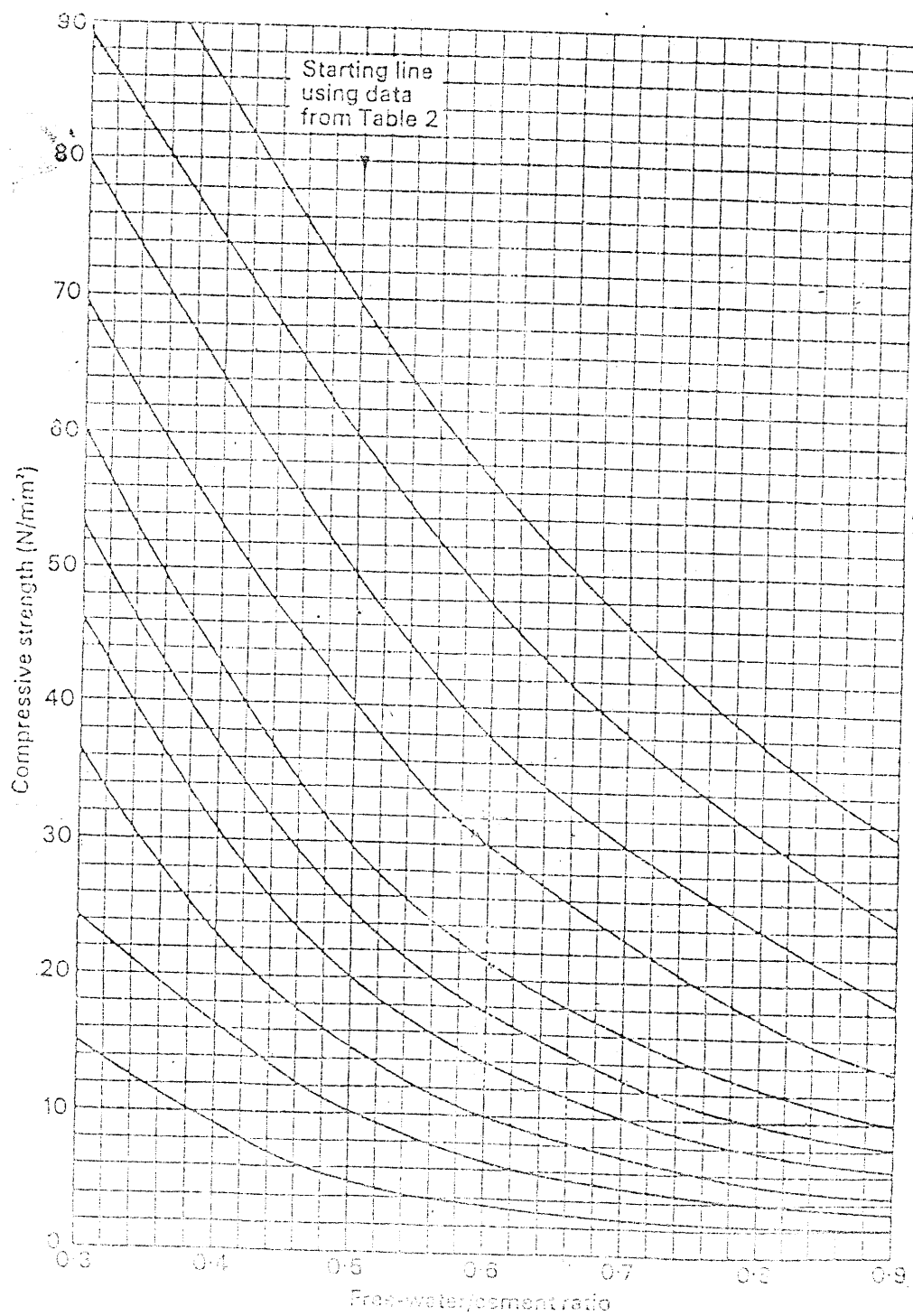
Type of cement	Type of coarse aggregate	Compressive strengths (N/mm ²)				Type of Indonesian Cement
		3	Age (days)		91	
Ordinary Portland (OPC) or sulphate-resistant	Uncrushed	20	28	41	46	OPC S550
		18	27	40	48	
	Crushed	23	32	47	53	OPC S475
		23	33	47	55	
		13	19	31	42	
Rapid-hardening Portland (RHPC)	Uncrushed	25	34	46	53	
	Crushed	30	40	53	60	

1 N/mm² = 1 MPa

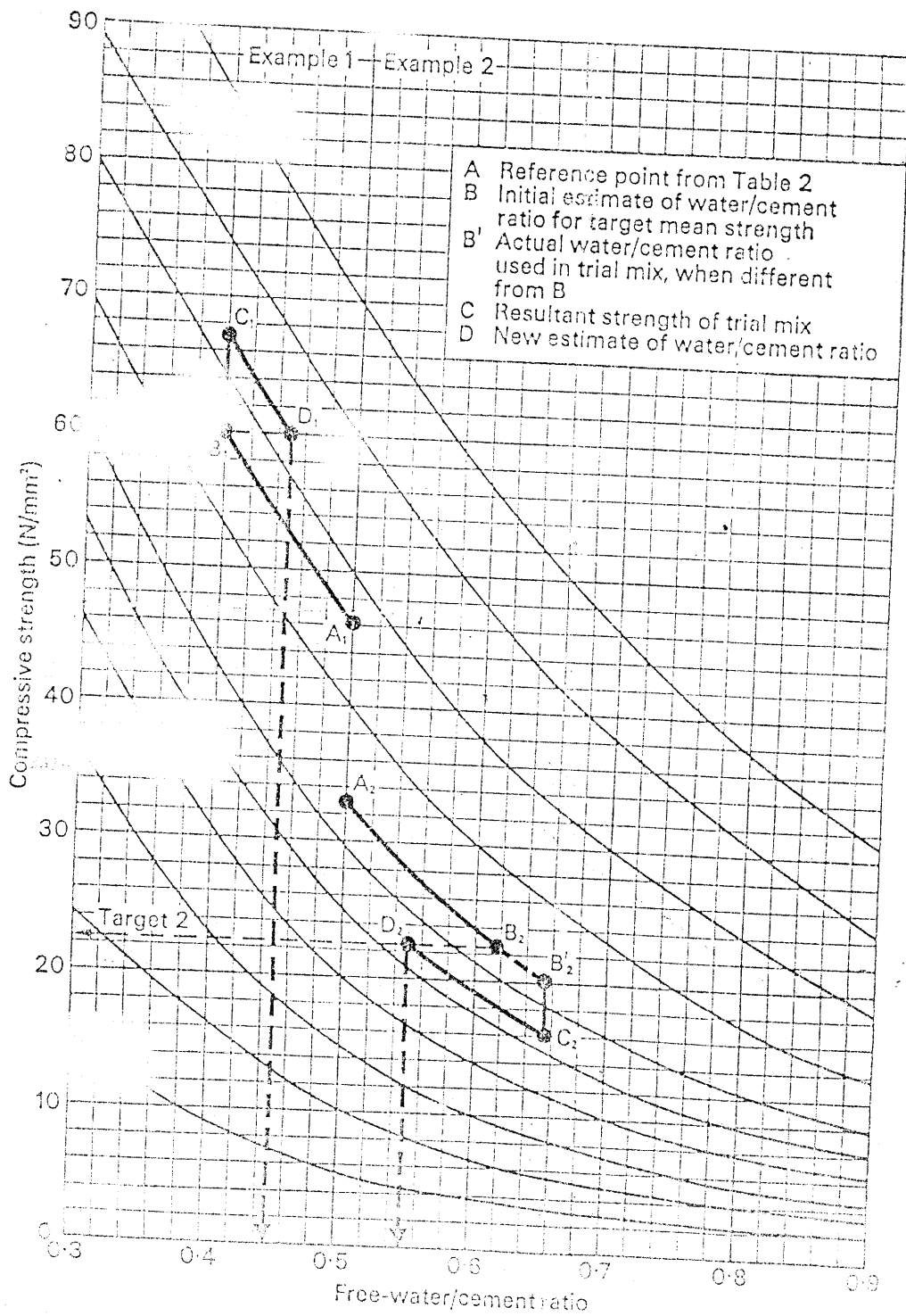
1 N/mm² = 1 MN/m² = 1 MPa (see footnote on page 8).

Table Approximate free-water contents (kg/m³) required to give various levels of workability

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
V-B (s)		>12	6-12	3-6	0-3
Maximum size of aggregate (mm)	Type of aggregate				
10	Uncrushed	150	180	205	225
	Crushed	180	205	230	250
20	Uncrushed	135	160	180	195
	Crushed	170	190	210	225
40	Uncrushed	115	140	160	175
	Crushed	155	175	190	205



Gambar 1.b.



Langkah 3 : Menentukan jumlah semen

Dari langkah I dan langkah II kita dapatkan jumlah semen.

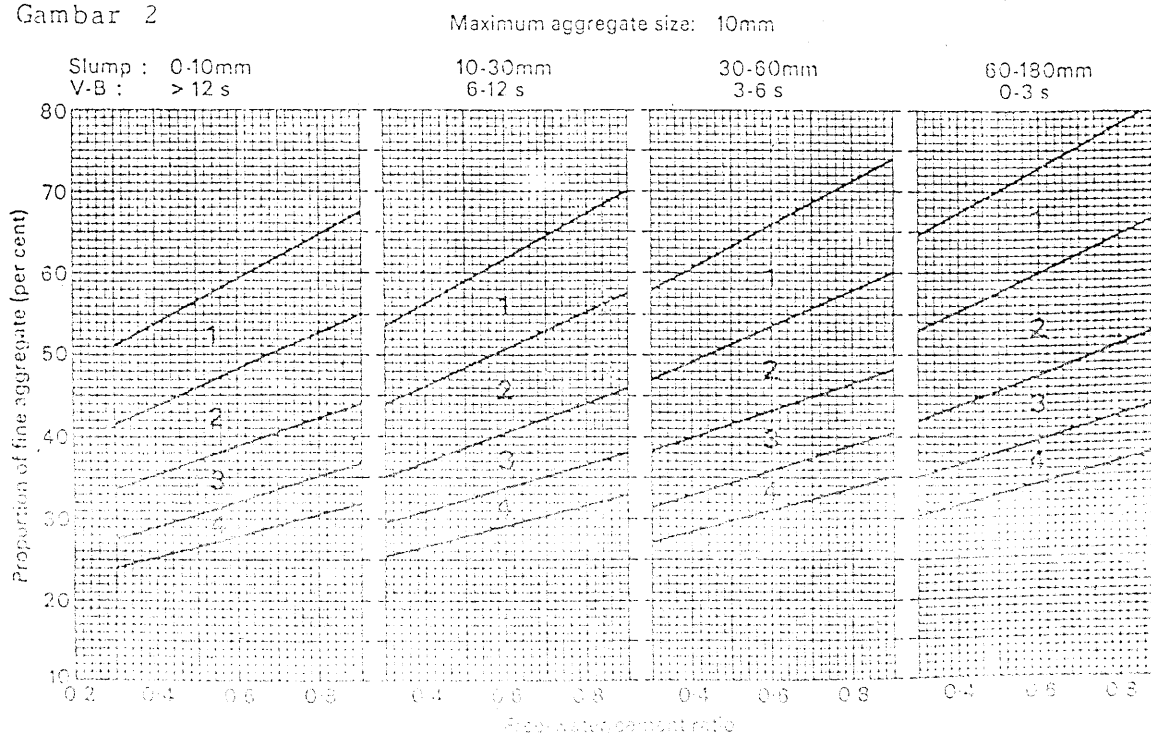
$$\text{jumlah semen} = \frac{\text{air yang dibutuhkan}}{\text{faktor air semen}}$$

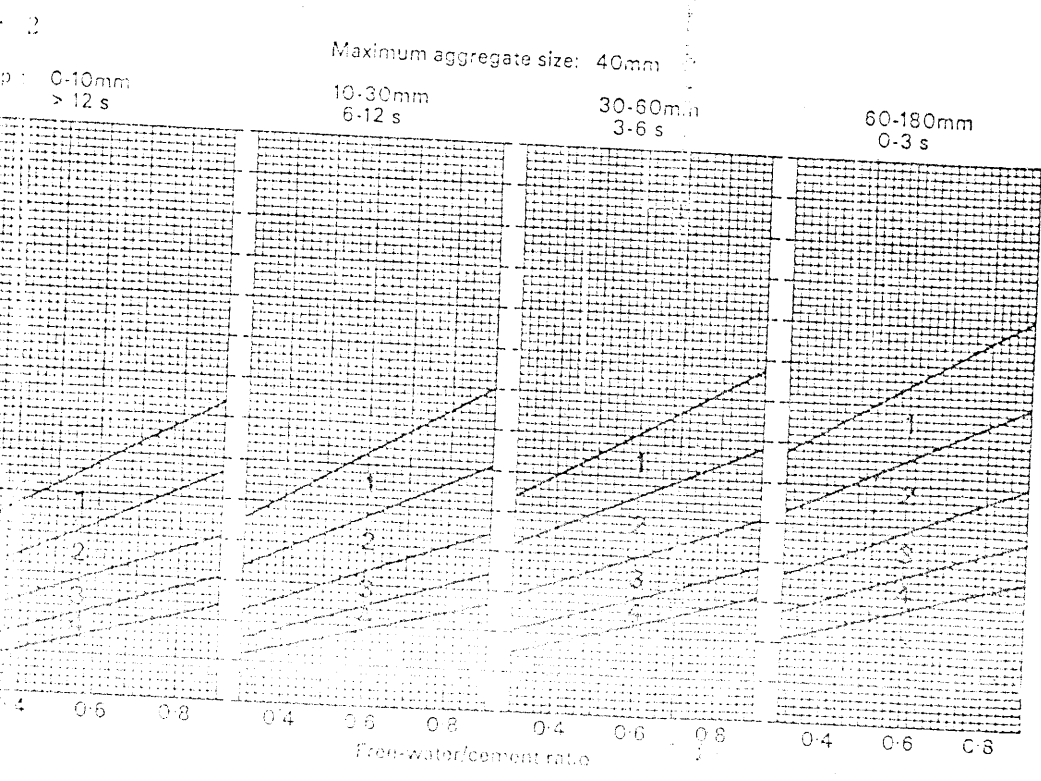
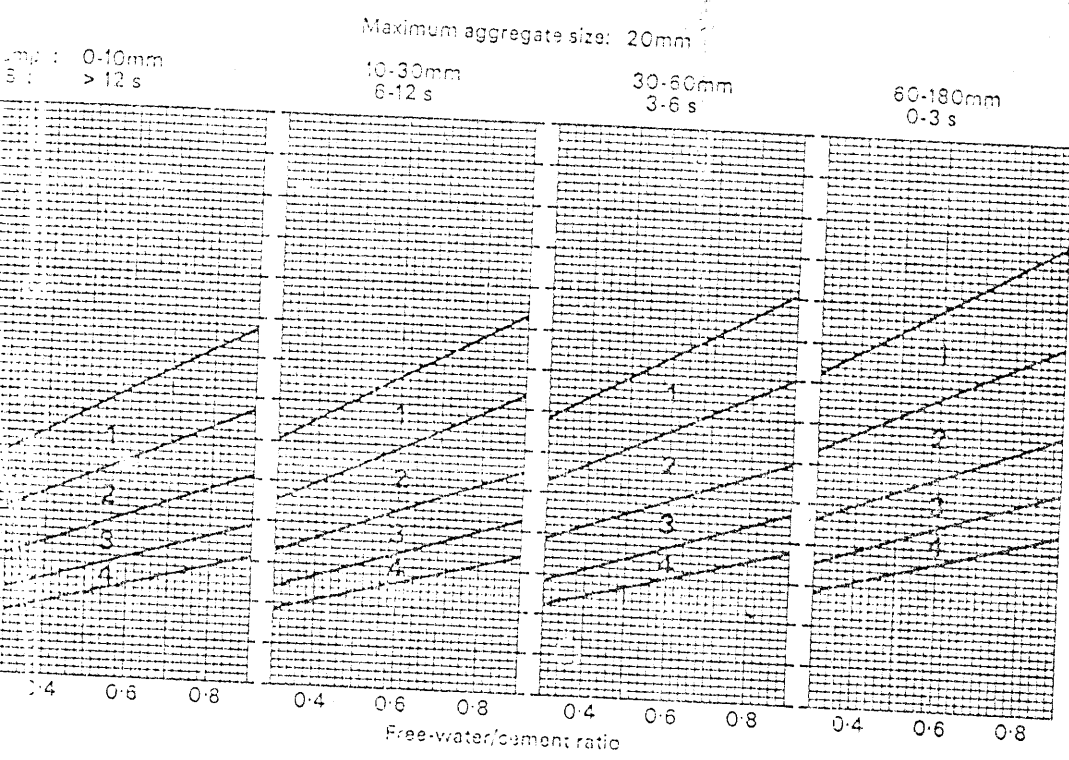
Dimana jumlah semen tersebut dikontrol dengan jumlah semen maximum dan minimum yang diijinkan.

Langkah 4 : Menentukan perbandingan agregat halus dan agregat kasar

Dari gambar 3 dapatlah ditentukan persentasi agregat halus yang tergantung dari diameter maximum agregat, slump atau V-B, gradasi/zone agregat halus serta jumlah semennya. Sedangkan persentasi dari agregat kasarnya adalah 100 % dikurangi persentasi agregat halusnya.

Gambar 2





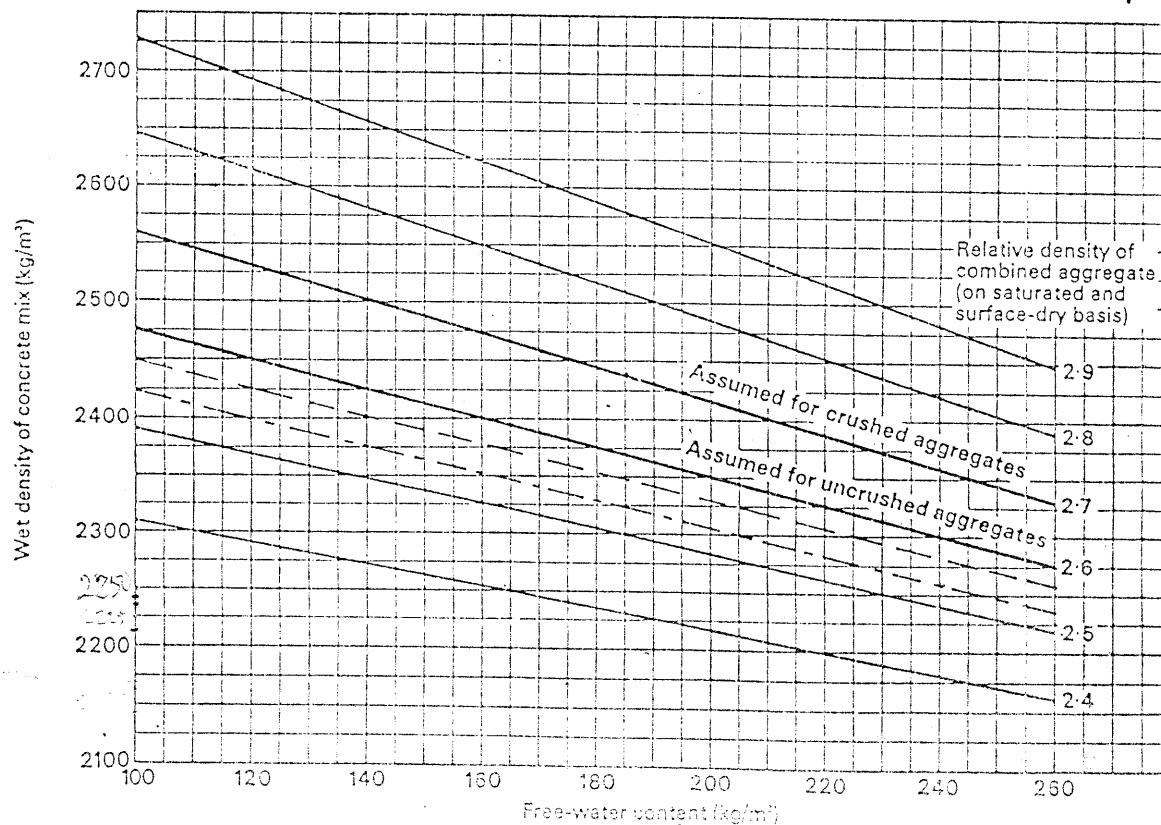
Langkah 5 : Menentukan jumlah agregat total

Darigambar 3 dapatlah ditentukan berat volume beton basah yang tergantung dari spesific gravity campuran dan jumlah air yang dibutuhkan.

Sehingga didapatkan jumlah agregat totalnya yaitu

$$\text{agregat total} = \text{Berat Volume beton basah} - \text{berat semen} - \text{berat air}$$

Gambar 3



— — — — — average for combine sand + crushed coarse aggregate
 - - - - - average for combine sand + natural coarse aggregate

BAB I

PENGUJIAN BATA MERAH

A. Pengujian Tampak Luar

1. Tujuan

Untuk mengetahui bentuk (kerataan, kekuatan rusuk, kesikuan rusuk) dan warna dari bata merah.

2. Alat dan Bahan

- Mistar
- Penggores (kapur tulis)
- Timbangan dengan ketelitian 1 gram
- Jangka sorong
- Gergaji besi
- Bata merah sebanyak 10 sampel (diambil secara acak)

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti prosedur dan petunjuk dari instruktur (dosen).
- Melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

a. Pemeriksaan Bentuk Luar

1) Keretakan

Dilakukan dengan pengamatan dengan mata biasa, apakah pada bagian luar bata itu terdapat retak-retak atau tidak.

2) Kerataan

- Ambil satu bata merah dan mistar siku,
- Letakkanlah salah satu mistar siku menempel dan sejajar dengan bata merah,
- Kemudian gerakkanlah siku tersebut dari salah satu ujungnya bata merah ke ujung yang lain, kemudian lihat apakah antara siku dan bata terdapat bayangan cahaya. Apabila tidak ada berarti rata dan bila ada berarti tidak

rata dan bila ada berarti tidak rata,

- Catat hasil dan ulangi untuk sampel lain.

3) Kesikuan

- Siapkan alat dan bahan,
- Ambil satu bata merah dan mistar siku,
- Letakkan siku pada rusuk-rusuk bata merah, yaitu minimal 3 kali pengambilan (di tepi kiri, ditengah, dan tepi kanan secara bergantian),
- Bila salah satu sisi bata merah berimpit dengan salah satu mistar siku juga tegak lurus dengan sisi yang lain berarti bata merah siku, begitu sebaliknya.

4) Kekuatan rusuk

- Siapkan alat dan bahan,
- Ambil satu bata merah, kemudian tekan salah satu rusuk dari bata merah tersebut dengan ibu jari dengan tekanan yang sama,
- Catat apakah rusuk dari bata merah itu kuat atau tidak,
- Amati dengan cara yang sama untuk bata merah yang lain.

b. Pengujian Warna Bata Merah

- Siapkan alat dan bahan, yaitu gergaji besi dan 10 bata merah, alat penulis dan kertas.
- Dengan gergaji besi, gergajilah bata tersebut dengan arah melintang pada bata dengan jarak $\frac{1}{2}$ panjang bata sedalam 10 cm pada keempat sisi bata merah.
- Kemudian tekan bata merah tersebut sehingga terputus menjadi dua bagian.
- Catat dan amati warna pada bagian yang telah dipotong.

c. Berat Bata Merah

- Siapkan 10 bata merah dalam keadaan kering dan timbang dengan ketelitian 1 gram.
- Timbang bata merah itu, catat hasilnya.
- Ulangi untuk bata merah yang lain dengan cara yang sama.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 1.1 hasil pemeriksaan bentuk luar

No Sampel	Bentuk			
	Retak	Rata	Siku	Kuat Rusuk
1	-	-	-	*
2	-	*	*	*
3	-	*	*	*
4	-	-	-	*
5	*	-	-	*
6	*	*	*	-
7	*	-	*	-
8	*	-	-	*
9	*	*	-	-
10	*	-	-	-

Keterangan : - = tidak
 * = ya

Tabel 1.2 pengujian warna bata merah

No Sampel	Warna		
	Merah tua	Merah muda	Kuning-kuningan
1	-	*	-
2	-	-	*
3	-	*	-
4	-	-	*
5	-	*	-
6	-	-	*
7	-	-	*
8	-	*	-
9	-	-	*
10	-	-	*

Keterangan : - = tidak
* = ya

Tabel 1.3 berat bata merah

No sampel	Berat kering (gr)
1	1287,9
2	1266,8
3	1310,08
4	1315,9
5	1300,06
6	1298,4
7	1350
8	1273,7
9	1306,3
10	1296,8

6. Analisa Data

- a. Retak Retak = 6
 Tidak retak = 4 Bata retak
- b. Rata Rata = 4
 Tidak rata = 6 Bata tidak rata
- c. Siku Siku = 4
 Tidak siku = 6 Bata tidak siku
- d. Kuat rusuk Kuat = 6
 Tidak kuat = 4 Bata Kuat
- e. Warna
- Merah tua = 0
 - Merah muda = 4 Dominan =
 - Kuning-kuningan = 6 Kuning-kuningan
- f. Berat

$$\begin{array}{lcl} \text{Berat} & = & 1287,9 + 1266,8 + 1310,08 + 1315,9 + 1300,06 + \\ \text{rata-rata} & & \underline{1298,4 + 1350 + 1273,7 + 1306,3 + 1296,8} \end{array}$$

10

$$= 1300,594 \text{ gram}$$

7. Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dan perhitungan maka dapat ditarik kesimpulan, bahwa bata mengalami "keretakan", permukaan tidak rata, tidak siku tetapi kuat, dan warna yang paling dominan kuning-kuningan". Berat bata merah rata-rata 1300,594 gram per biji.

8. Hambatan-hambatan

- a. Bata yang digunakan praktek adalah bata dengan mutu yang rendah.
- b. Jumlah mahasiswa dalam kelas terlalu banyak, sedangkan alat yang ada sangat terbatas.
- c. Jumlah mahasiswa dalam satu kelompok terlalu banyak yaitu 7 mahasiswa, sehingga banyak yang menganggur.

B. Pemeriksaan Ukuran Bata Merah

1. Tujuan

- Untuk mengklasifikasikan kualitas bata merah berdasarkan penyamping ukuran.

2. Alat dan Bahan

- Mistar atau jangka sorong
- Penyiku
- Penggores
- Bata merah sebanyak 10 buah

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti prosedur dan petunjuk instruktur (dosen).
- Melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

- a. Siapkan alat dan bahan.
- b. Ambil salah satu bata merah secara acak dan alat mistar atau penyiku.
- c. Memberi nomor pada tiap-tiap bata merah sebagai ciri.
- d. Memberi garis-garis pada bata merah dengan penggores (kapur tulis) menjadi 3 pengukuran yaitu pengukuran arah memanjang, arah melebar, dan sisi tebal bata.
- e. Mengukur garis-garis yang dibuat menggunakan mistar dengan cermat.
- f. Catat hasil pengukuran dan ulangi untuk bata yang lain.

5. Hasil Pengamatan

(lihat tabel 1.4)

Tabel 1.4 hasil pengukuran bata merah

No sampel	Lebar (cm)				Panjang (cm(Tebal (cm)				
	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	
1	11,1	11,2	11,2	11,250	22,4	22,7	22,6	22,56	3,90	4,1	3,8	3,93	
2	11,0	11,0	11,2	11,250	22,4	22,7	22,8	22,63	3,70	3,6	3,8	3,70	
3	11,2	11,0	11,0	11,060	22,5	22,7	22,7	22,63	3,90	3,7	3,6	3,73	
4	11,5	11,0	11,0	11,160	23,0	22,8	23,0	22,93	3,80	3,8	4,0	3,80	
5	10,5	10,5	10,7	10,570	22,5	22,7	22,7	22,63	3,90	3,9	4,1	3,96	
6	11,2	11,3	11,5	11,330	23,0	22,8	22,8	22,86	3,90	4,1	4,1	4,03	
7	11,1	11,3	11,5	11,300	23,2	23,5	23,4	23,36	3,60	3,7	3,5	3,60	
8	10,9	11,0	11,3	11,060	22,8	22,6	22,5	22,63	4,00	4,1	4,0	4,03	
9	11,0	11,1	11,1	11,060	22,8	22,9	22,8	22,83	4,00	4,5	4,3	4,26	
10	11,1	11,0	11,0	11,030	22,5	22,4	22,5	22,46	3,90	4,0	3,8	3,90	
				11,087					22,752				
										3,894			

6. Analisa Data

Rumus:

$$\frac{\bar{y} - \bar{x}}{\bar{x}} \times 100\% < \text{penyimpangan maximum}$$

Ukuran standart bata merah (\bar{x})

Panjang = 23 cm

Lebar = 11 cm

Tebal = 4 cm

Penyimpangan maximum:

Panjang 3%

Lebar 4%

Tebal 5%

Sehingga prosentase penyimpangan:

$$\text{Panjang} = \frac{22,752 - 23}{23} \cdot 100\% = -1,08\% < 3\%$$

$$\text{Lebar} = \frac{11,087 - 11}{11} \cdot 100\% = 0,79\% < 4\%$$

$$\text{Tebal} = \frac{3,894 - 4}{4} \cdot 100\% = -2,65\% < 5\%$$

7. Kesimpulan

Dari segi ukuran, sampel masih memenuhi standar karena penyimpangan masih memenuhi, yaitu

Panjang $-1,08\% < 3\%$

Lebar $0,79\% < 4\%$

Tebal $-2,65\% < 5\%$

8. Hambatan-hambatan

- a. Bata yang digunakan praktek adalah bata dengan mutu yang rendah.
- b. Penyimpanan bata merah pada ruang terbuka sehingga bisa menimbulkan kerusakan pada bata merah karena suhu.

C. Pengujian Daya Serap Bata Merah

1. Tujuan

Untuk mengetahui kemampuan atau daya serap bata merah terhadap air ($\text{gr/dm}^2/\text{menit}$).

2. Alat dan Bahan

- Timbangan/neraca dengan ketelitian 0,01 gram
- Bejana air
- Plat besi
- Gelas ukur
- Stopwatch
- Penggaris/meteran
- Bata merah sebanyak 10 buah

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti prosedur dan petunjuk dari instruktur (dosen).
- Melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

- a. Siapkan alat dan bahan.
- b. Keringkan bata merah tersebut pada suhu $\pm 110 \pm 5^\circ\text{C}$ hingga beratnya konstan.
- c. Timbanglah berat masing-masing bata merah tersebut satu persatu dan catat hasilnya.
- d. Isilah bejana tersebut dengan air dan masukkanlah plat siku pada bejana. Kontrolah ketinggian air dalam bejana tersebut setinggi ± 1 cm dari plat siku.
- e. Masukkan bata merah dalam bejana dalam posisi tegak, kemudian timbanglah bata tersebut dan hitung tinggi resapan setelah mencapai 1 menit.
- f. Catat hasil pengukuran tersebut dan cek ketinggian air dari plat siku supaya tetap ± 1 cm.
- g. Ulangi langkah diatas (percobaan c) sebanyak 3 kali dan begitu juga untuk bata yang lain.

D. Pengujian Kadar Garam Bata Merah

1. Tujuan

Untuk mengetahui kadar garam yang dikandung oleh bata merah.

2. Alat dan Bahan

- Bejana
- Alat penyiku
- Meteran
- Bata merah sebanyak 10 sampel
- Air

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti prosedur dan petunjuk dari instruktur (dosen).
- Melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

- a. Siapkan bejana air dan plat siku, kemudian taruh baja siku tersebut ditengah-tengah didalam bejana.
- b. Tuangkan air kedalam bejana setinggi ± 1 cm dari baja siku.
- c. Letakkan bata merah pada bejana secara berdiri pada bagian sisi lebar atau pada sisi memanjang.
- d. Biarkan bata merah tersebut sampai seluruh permukaan rata/basah terkena air dengan sendirinya.
- e. Kemudian setelah semua permukaan terkena air, ambil dan letakkan pada daerah yang mempunyai sirkulasi udara yang baik.
- f. Ulangi dengan cara yang sama untuk bata yang lain.
- g. Setelah 7 hari, amati permukaan bata dan hitung luas permukaan dari bata yang timbul bintik-bintik putih.
- h. Catat hasil pengamatan.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 1.7 hasil pengujian kadar garam

No sampel	Luas Bidang (cm ²)						Luas Bercak (cm ²)
	I	II	III	IV	V	VI	
1	77	4	8,8	4,5	0	0	94,3
2	1,5	0	0	0	0	0	1,5
3	11	6	2,6	0	0	0	19,6
4	15	10	2,3	10,5	0,1	0	37,9
5	0	0	4,3	0	0	0	4,3
6	6,5	4	2,4	0,5	0	0	13,4
7	2	2	0	0	0	0	4,0
8	4,3	4	4,3	1,9	0	0	14,5
9	0,5	10	0	0	0	0	10,5
10	26	12	2,3	14	4	0	58,3
rata-rata							25,83

6. Analisa Data

Rumus:

$$\text{Kadar garam} = \frac{\text{Luas Bercak}}{\text{Luas total}} \cdot 100\% < 50\% \quad (\text{menurut SII})$$

$$\begin{aligned} \text{Luas total} &= \text{Luas permukaan bata} \\ &= 2(22,752 \cdot 11,087) + 2(22,752 \cdot 3,894) + \\ &\quad 2(11,087 \cdot 3,894) \\ &= 768 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga

$$\text{Kadar garam} = \frac{25,83}{768} \cdot 100\% = 3,36\% < 50\%$$

7. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kadar garam $3,36\% < 50\%$ maka bata merah tidak berbahaya.

8. Hambatan-hambatan

- a. Pada waktu pengukuran tidak bisa pasti, karena bentuk permukaan bercak terlalu berkelok-kelok.
- b. Bentuk bercak tidak bisa dipastikan, apakah itu bercak atau kotoran yang berwarna hampir sama dengan bercak bata merah.

E. Pengujian Kuat Tekan Bata Merah

1. Tujuan

Untuk mengklasifikasikan kualitas bata merah (kg/cm^2).

2. Alat dan Bahan

- Kubus beton
- Papan, ceto, ember, bak untuk mencampur
- Ayakan, rol meter
- Mesin uji tekan
- Mesin uji tekan
- Bata merah sebanyak 4 buah
- Pasir
- Semen
- Air

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti prosedur dan petunjuk instruktur (dosen).
- Melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

Dalam hal ini prosedur pelaksanaan dibagi menjadi 2 bagian:

a. Persiapan bahan

- Siapkan saringan pasir dengan diameter 0,3-0,15 mm yang mana pasir yang dipakai adalah yang lolos diameter saringan 0,3 mm dan tertahan pada diameter 0,15 mm.
- Siapkan bata merah, kemudian dengan gergaji potonglah bata merah tersebut dengan panjang setengah panjangnya.

b. Prosedur pelaksanaan

- Siapkan bahan benda uji dalam keadaan siap kerja.
- Buatlah spesi dengan campuran 1 pc : 3 pasir.
- Timbanglah berat air dengan besar 0,6 dari berat PC (semen portland).

- Masukkanlah air, pasir, dan PC dalam alat pengaduk dan kemudian gabungkan ketiga bahan tersebut hingga menjadi homogen.
- Celup terlebih dahulu bata merah dan buatlah benda uji sesuai dengan gambar, gunakan tebal spesi sebesar 6 mm.
- Diamkanlah benda yang telah jadi tersebut pada tempat dengan sirkulasi udara yang baik dan diamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam kemudian rendamlah benda uji selama 24 jam.
- Setelah direndam 24 jam kemudian tiriskan dan benda uji siap di uji tekan.
- Catat hasil pengujian tersebut.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 1.8 hasil uji kuat tekan bata merah

No Sampel	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	2280	126,5	18,02
2	2000	126,5	15,81

Keterangan: ukuran 11,5 x 11 cm

6. Analisa Data

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan} &= \frac{18,02 + 15,81}{2} \\
 &= 16,915 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

7. Kesimpulan

Kuat tekan sampel rata-rata 16,915 kg/cm² termasuk batu bata kelas paling rendah (batas 25 kg/cm²).

8. Hambatan-hambatan

Tidak ada

BAB II

PENGUJIAN GENTENG

A. Pengujian Ketahanan Genteng Terhadap Rembesan

1. Tujuan

Untuk menentukan ketahanan genteng terhadap rembesan air.

2. Alat dan Bahan

- Bejana dari seng ukuran \pm 10 x 20 cm
- Kompur
- Panci
- Sendok/spatula
- Genteng sebanyak 3 buah
- Air
- Lilin

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti prosedur dan petunjuk instruktur (dosen).
- Melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

- a. Menyiapkan alat dan bahan.
- b. Merekatkan bejana pada permukaan genteng dengan lilin yang telah dicairkan terlebih dahulu diatas kompor yang panasnya sedang.
- c. Mengisi bejana dengan air setinggi 5 cm.
- d. Mengamati pada bagian bawah bejana selama 3 jam, untuk melihat apakah ada rembesan atau kebocoran yang ditimbulkan oleh genteng.
- e. Bila dalam waktu 2 jam, dibagian bawah 3 buah genteng tidak terjadi rembesan maka perlu diberikan catatan untuk itu.
- f. Bila pada 3 buah genteng itu ternyata 2 diantaranya menetes air maka pengujian perlu diulang di

mana jumlah sampelnya ditambah 10 buah.

- g. Jika dari hasil pengujian itu ada 2 buah genteng yang menetes air lagi maka dapat disimpulkan bahwa genteng itu tidak rapat air.

5. Hasil Pengujian

Tabel 2.1 uji tahan genteng terhadap rembesan

No Sampel	Ketahanan Rembesan
1	Tidak merembes
2	Tidak merembes
3	Tidak merembes

6. Analisa Data

Genteng tidak mengalami perembesan.

7. Kesimpulan

Ketiga sampel dari genteng ketahanan terhadap air baik atau genteng yang rapat air..

8. Hambatan-hambatan

- a. Bila cara menempelkan lilin pada genteng salah atau lilin kurang cair maka akan timbul perembesan pada lilin tersebut.

B. Pengujian Ketepatan Ukuran Genteng

1. Tujuan

Untuk menentukan ketepatan ukuran dari 10 buah genteng.

2. Alat dan Bahan

- Mistar (meteran)
- Susunan usuk (reng)
- Siku-siku
- 10 buah genteng

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti prosedur dan petunjuk dari instruktur (dosen).
- Melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

a. Penentuan Panjang dan Lebar Genteng

- Menyiapkan alat dan bahan.
- Menata genteng secara memanjang sesuai susunan usuk.
- Mengamati secara seksama dengan melakukan pengukuran.
- Menata genteng secara memendek (melebar) sesuai cara memanjang (pertama).
- Masukkan dalam tabel.

b. Penentuan Panjang dan Lebar Berguna

- Menata genteng sebanyak 24 buah pada susunan usuk (reng).
- Mengukur panjang susunan dari atas ke bawah.

Mengukur lebar susunan dari atas ke bawah.

5. Hasil Pengujian

(lihat tabel 2.2)

Tabel 2.2 hasil ketepatan ukuran genteng

No Sampel	Lebar (cm)			Panjang (cm)		
	1	2	\bar{x}	1	2	\bar{y}
1	20,50	20,50	20,500	29,0	29,0	29,00
2	19,95	20,00	19,98	28,7	28,5	28,60
3	20,10	20,00	20,05	28,4	28,7	28,55
4	19,70	19,90	19,80	28,8	28,4	28,60
5	19,85	20,00	19,95	28,6	28,3	28,45
6	20,10	19,75	19,93	28,4	28,6	28,48
7	19,95	20,35	20,15	28,9	28,65	28,78
8	19,25	19,70	19,48	28,4	28,4	28,40
9	20,10	20,10	20,10	28,9	29,10	28,99
10	20,10	19,90	20,00	28,9	28,50	28,70
rata-rata			19,992	28,665		

6. Analisa Data

Panjang berguna = 229,5 cm (hasil pengukuran)

Lebar berguna = 172,5 cm (hasil pengukuran)

Sehingga

Penyimpangan Panjang Berguna = $\frac{229,5}{10} = 22,95$ cm

Penyimpangan Lebar Berguna = $\frac{172,5}{10} = 17,25$ cm

7. Kesimpulan

Panjang genteng rata-rata = 19,992 cm dan lebar genteng rata-rata = 28,665 cm, sedangkan penyimpangan panjang berguna 22,95 cm dan penyimpangan lebar berguna 17,25 cm (genteng besar).

8. Hambatan-hambatan

- Setiap kelompok mempunyai 12 genteng, sedangkan untuk menyusun diperlukan 24 genteng sehingga harus digabung, merek genteng tidak sama, ukuran tidak sama.

C. Pengujian Ketepatan Bentuk Genteng

1. Tujuan

Untuk mengetahui kelengkungan genteng terhadap bidang datar.

2. Alat dan Bahan

- Baji
- Meteran/siku-siku
- Genteng sebanyak 10 buah

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti prosedur dan petunjuk dari instruktur (dosen)
- Melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

a. Genteng lengkung

- Meletakkan genteng dalam keadaan tertelungkup di atas bidang datar.
- Menekan salah satu sudutnya dengan komposisi seimbang.
- mengatur lengkungan berdasarkan selisih bidang datar dengan bagian yang terangkat.

b. Genteng datar

- Meletakkan genteng dalam keadaan terlentang.
- Menekan salah satu sudutnya.
- Mengatur lengkungan berdasarkan tinggi salah satu bidang datar tadi yang diukur dengan baji pengukuran dan dinyatakan dalam % terhadap panjang berguna.

5. Hasil Pengujian

(lihat tabel 2.3)

Tabel 2.3 uji ketepatan bentuk

No Sampel	Selisih lengkung
1	2,00 cm
2	2,00 cm
3	1,50 cm
4	1,70 cm
5	0,80 cm
6	1,50 cm
7	0,95 cm
8	2,00 cm
9	1,50 cm
10	1,90 cm

6. Analisa Data

Rumus:

$$\frac{x}{\text{panjang berguna}} \times 100\%$$

dimana : x = benda uji yang terbesar

Sehingga:

Panjang berguna = 229,5 cm (lihat hal. 21)

$$\frac{2,0}{229,5} \times 100\% = 0,87\% < 3\% \text{ (menurut SII dengan kelengkungan 333 cm)}$$

7. Kesimpulan

Untuk lengkung genteng rata $0,87\% < 3\%$ memenuhi syarat artinya tidak terjadi kelengkungan pada genteng.

8. Hambatan-hambatan

-

D. Pengujian Tampak Luar

1. Tujuan

Untuk mengetahui kualitas genteng yang meliputi permukaan genteng, keretakan, dan kenyaringan.

2. Alat dan Bahan

- Genteng sebanyak 10 buah
- Rangkah usuk/reng
- Timbangan
- Mistar

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti prosedur dan petunjuk dari instruktur (dosen).
- Melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

a. Permukaan

Dilakukan dengan meraba permukaan genteng dengan telapak tangan, apakah licin atau tidak.

b. Keretakan

Ada atau tidak adanya retakan pada permukaan genteng dengan cara menekan pada permukaan genteng, apabila ditekan ada retak maka genteng tersebut mengalami keretakan.

c. Susunan di atas

Dilakukan dengan mengamati apakah bila genteng disusun, genteng satu dengan yang lain kelihatan rapi dan lurus.

d. Bunyi

Dilakukan dengan cara mengetuk pada permukaan genteng, nyaring atau tidak.

e. Berat

- Ambil sebuah genteng keadaan kering.
- Timbang pada neraca/timbangan dan catat.
- Ulangi dengan genteng yang lain.

5. Hasil Pengujian

Tabel 2.4 uji tampak luar genteng

No Sampel	Pengamatan Luar					Berat (gram)
	Permukaan	Keretakan	Susunan diatas		Bunyi	
			A	B		
1	Tdk licin	Retak kcl	*	*	Nyaring	1430
2	Licin	Retak kcl	*	*	Nyaring	1577
3	Tdk licin	Retak Kcl	*	*	Nyaring	1345,5
4	Tdk Licin	Retak kcl	*	*	Nyaring	1271
5	Tdk licin	Retak kcl	*	*	Nyaring	1365,5
6	Tdk licin	Rtk kecil	*	*	Nyaring	1355
7	Tdk licin	Rtk kecil	*	*	Nyaring	1387
8	Tdk licin	Rtk besar	*	*	Nyaring	1239
9	Tdk licin	Rtk besar	*	*	Nyaring	1435
10	Licin	Rtk kecil	*	*	Nyaring	1349
rata-rata						1375,4

Keterangan: A = memanjang
 B = melintang
 * = tidak baik

6. Analisa Data

- a. Permukaan Licin = 2 permukaan tidak licin
 Tidak licin = 8
- b. Keretakan Retak kecil = 8 retak kecil
 Retak besar = 2
- c. Susunan di atas
 Baik = 10 susunan diatas baik
 Tidak baik = 0
- d. Bunyi Nyaring = 10 bunyi nyaring
 Tidak nyaring = 0
- e. Berat rata-rata 1375,4 kg

7. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang ditinjau dari berbagai aspek maka dapat ditarik kesimpulan, untuk pengujian permukaan tidak licin, mengalami retak kecil, susunan diatas atap tidak baik, dan bunyinya nyaring, maka genteng tersebut tidak baik dipakai. Sedangkan berat rata-rata 1375,4 kg.

8. Hambatan-hambatan

- a. Genteng yang diuji adalah genteng dengan merek yang berbeda.

BAB III

PENGUJIAN KAPUR

A. Pengujian Mematikan Kapur

1. Tujuan

Untuk mengetahui kecepatan reaksi kemurnian kapur, makin tinggi kemurnian kapur, makin besar pula daya reaksinya terhadap air.

2. Alat dan Bahan

- Wadah dari seng
- Wadah dari kayu (kotak kayu)
- Neraca/timbangan
- Kapur
- Serbuk sisa penggergajian
- Air

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti petunjuk dan prosedur dari instruktur (dosen).
- melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

- a. Menimbang kapur seberat 5 kg.
- b. Memasukkan kapur kedalam wadah dari seng.
- c. Mengisi wadah kayu dengan serbuk sisa penggergajian setinggi \pm 5 cm.
- d. Mengisinya terletak pada daerah samping empat sisi dari wadah seng yang telah dimasukkan ke dalam wadah kayu. Serbuk sisa penggergajian tersebut dipadatkan.
- e. Kemudian mengisi air pada kapur yang ada dalam wadah seng sebanyak $\frac{1}{3}$ dari 5 kg kapur (1,67 kg = 1670 cc).
- f. Menutup kedua wadah sampai rapat.
- g. Membiarkannya dalam keadaan seperti itu selama

Salunggu baru dibuka.

5. Hasil Pengujian

Berat kapur sebelum dimatikan = 5,05 kg

Berat kapur sesudah dimatikan = 6,25 kg

Kapur kasar (sebelum diayak) = 3,45 kg

Kapur halus (setelah diayak) = 3,12 kg

6. Analisa Data

Rumus kehalusan kapur:

$$x = \frac{b \cdot d}{a \cdot c} \times 100\%$$

dimana: a = Berat kapur sebelum dimatikan(kg)

b = Berat kapur sesudah dimatikan(kg)

c = Kapur kasar (sebelum diayak) (kg)

d = Kapur halus (setelah diayak) (kg)

Sehingga

$$\begin{aligned} x &= \frac{6,25 \cdot 3,12}{5,05 \cdot 3,45} \times 100\% \\ &= 1,463 \text{ kg} \end{aligned}$$

7. Kesimpulan

Dari hasil pengujian didapat kadar sisa ayakan sebesar 1,463 kg.

8. Hambatan-hambatan

Kapur yang dipakai adalah kapur yang sudah halus yang dibeli dari tokoh.

B. Pengujian Kadar Air Kapur

1. Tujuan

Untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam kapur.

2. Alat dan Bahan

- Oven dengan suhu 110°C
- Cawan kedap air
- Neraca(timbangan) dengan ketelitian 0,001 gram
- Sendok
- Kapur kering udara sesuai dengan kebutuhan

3. Keselamatan Kerja

- a. Memakai pakaian kerja.
- b. Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- c. Mengikuti prosedur dan petunjuk dari instruktur (dosen).
- d. Melaksanakan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

- a. Menyiapkan alat dan bahan.
- b. Menimbang cawan kosong dan mencatat beratnya.
- c. Memasukkan kapur halus ke dalam masing-masing cawan sampai penuh dan rata.
- d. Menimbang masing-masing cawan, lalu dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110°C .
- e. Menimbang kembali hasil pengovenan.
- f. Memasukkan data yang didapat ke dalam tabel hasil pengujian.

5. Hasil Pengujian

(lihat tabel 3.1)

Tabel 3.1 hasil uji kadar air kapur

No	Sampel	A	B	C
1	Berat cawan kosong	3,5	3,5	3,5
2	Berat cawan kosong+kapur	40,5	39,5	41
3	Berat cawan kosong+kapur Kering I	40,23	43,11	38,40
4	Kering II	40,24	42,29	38,40
5	Kering III	40,26	43,20	39,00
6	Jumlah 3+4+5	120,73	128,6	117,51

6. Analisa Data

$$\text{Kadar air kapur} = \frac{120,73+128,6+117,51}{3}$$

$$= 122,28 \text{ gram}$$

7. Kesimpulan

Dari hasil pengujian didapatkan kadar air kapur adalah 122,28 gram.

8. Hambatan-hambatan

Pengopenan hanya dilakukan beberapa menit.

C. Pengujian Berat Jenis Kapur

1. Tujuan

Untuk mengetahui berat jenis kapur

2. Alat dan Bahan

- Bejana lee chattelier
- Neraca/timbangan
- Gelas ukur
- Sendok dan lidi
- Kapur
- Kerosin (minyak tanah)

3. Keselamatan Kerja

- Memakai pakaian kerja.
- Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
- Mengikuti prosedur dan petunjuk dari instruktur (dosen).
- Melakukan kegiatan dengan tertib dan konsekuen.

4. Langkah Kerja

- a. Menyiapkan alat dan bahan.
- b. Menimbang kapur sesuai kebutuhan.
- c. Mengisi bejana lee chattelleir dengan kerosin sesuai pada skala pada botol (B1).
- d. Memasukkan kapur yang telah ditimbang dengan bantuan lidi secara sedikit demi sedikit supaya kapur tersebut tidak menempel pada leher lee chattelleir.
- e. Membaca skala yang ada pada bejana lee chatelleir (B2).
- f. Melakukan pengujian yang sama sebanyak 3 kali.

5. Hasil Pengujian

(lihat tabel 3.2)

Tabel 3.2 uji berat jenis kapur

No	Berat kapur	B1	B2	Berat jenis
1	85,71	251,2	280,1	2,96
2	86,05	249,1	289,0	2,51
3	84,10	249,2	288,0	2,61

Keterangan: B1 = Kerosin+lee chatelleir
 B2 = Kerosin+lee chatelleir+ kapur

$$\text{Berat jenis} = \text{Berat kapur} / (\text{B2} - \text{B1})$$

6. Analisa Data

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis kapur} &= \frac{2,96+2,51+2,61}{3} \\ &= 2,42 \end{aligned}$$

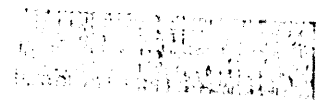
7. Kesimpulan

Dari hasil pengujian di dapat hasil rata-rata berat jenis kapur adalah 2,42

8. Hambatan-hambatan

-

Pokok Bahasan 3



PUBL 1982 Hal : 2 - 9

1. PENGERTIAN

1.1 Kapur untuk bahan bangunan dibagi dalam 2 macam berdasarkan penggunaannya yaitu kapur pemutih dan kapur aduk. Kedua macam kapur tersebut boleh terdapat dalam bentuk kapur tohor, maupun kapur padam.

1.2. Disamping itu, kapur dapat diklasifikasikan dalam jenis-jenis kapur sebagai berikut :

Kapur tohor yaitu :

Hasil pembakaran batuan yang komposisinya adalah sebagian besar kalsium karbonat pada suhu sedemikian tinggi, sehingga jika diberi air dapat terpadamkan (dapat bersenyawa dengan air membentuk hidrat).

Kapur padam yaitu :

Hasil pemadaman kapur tohor dengan air dan membentuk hidrat.

Kapur udara yaitu :

Kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu hanya dapat mengeras di udara karena pengikatan karbon dioksida (CO_2).

Kapur hidrolik yaitu :

Kapur padam yang apabila dicampur dengan air setelah beberapa saat itu dapat mengeras baik di dalam air maupun di udara.

Kapur magnesia yaitu :

Kapur yang mengandung lebih dari 5% magnesiumoksida (MgO) di hitung dari contoh kapur yang dipinarkan.

2. PERSYARATAN

Persyaratan mutu kapur adalah sebagai berikut

2.1. Kapur tohor

Tabel 4 - 1

Syarat		Kelas I	Kelas II
1	Residu : sisa maksimum di atas ayakan maks. : 4.75 mm		
	1.18 mm	0	0
	0.85 mm	10	10
2	Ketepatan bentuk	tidak retak	tidak retak
3	$CaO + MgO$ aktif : minimal dikoreksi dg 50%		
	CO_2 maks. & berat	85	85
		6	6

2.2. Kapur padam

Tabel 4 - 2

Syarat	Kelas I	Kelas II
1. Kehalusan : sisa maksimum di atas ayakan : maks. % berat.		
6,7 mm	0	0
4,75 mm	0	5
0,85 mm	0	
0,106mm	15	
2. $\text{CaO} + \text{MgO}$ aktif (setelah di-koreksi dengan SO_3)	65 -- 77	65
CO_2	6	6
Sisa tak larut, maks. % berat	1	3
3. Ketetapan bentuk	Tidak retak	Tidak retak
4. Kadar air, maks. % berat	15	15

3. REFERENSI :

SII.0024.80 : Standard Industri Indonesia :
Mutu dan cara uji Kapur Bangunan.

CARA UJI SUI No. 0024 - 80 Hal : 3

Fisik dan mekanik.

Pemadaman secara basah kapur tohor.

Alat-alat yang diperlukan:

- neraca (alat penimbang) dengan kapasitas 10 kg
- neraca (alat penimbang) dengan kapasitas 500 g dan dengan ketelitian sampai 0,01 g.
- ayakan dengan garis tengah kurang lebih 20 ^{mm} dan berlobang 0,85 mm.
- dapur pemanas yang dilengkapi dengan pengukur suhu sampai 200°C.
- gelas takar 1 (satu) liter.
- beberapa cawan pengering.
- sebuah peti pemadam, yang dibuat sebagai berikut: Peti dibuat dari kaleng dengan ukuran kurang lebih 23,5 x 23,5 x 34,5 cm. Untuk ini dapat dipakai jenis kaleng minyak tanah. Pada bagian luarnya kaleng itu diberi lapisan penyekat dari peti kayu dengan tebal papan kurang lebih 2 cm. Antara peti dan kaleng diisi dengan serbuk gergaji kayu setebal 5 cm. Peti diberi tutup yang dapat dilipat dengan konstruksi yang dibuat sesuai dengan kaleng tersebut. Untuk jelasnya lihat Gambar 2.

Cara pemadaman.

Kapur tohor yang akan dipadamkan dipecah-pecah dulu hingga dapat melalui ayakan dengan lobang bergaris tengah 5 cm. Kemudian ditimbang sebanyak 2,5 kg, lalu dimasukkan ke dalam peti pemadam dan diratakan permukaannya, diberi air sedemikian banyaknya (kurang-lebih 200%) sehingga didapatkan suatu bubur kental. Setelah pemberian air, peti segera ditutup dan dibiarkan selama 24 jam, kemudian peti bersama kapur yang telah dipadamkan tadi, ditimbang untuk mengetahui berapa hasil pemadamannya.

5.1.2. Kehalusan. SII No. 0024 -- 80 Hal : 4

Kapur tohor.

Bubur kapur yang ada dalam peti pemadaman tersebut di atas ini kemudian diaduk, lalu contoh rata-rata sebanyak 250 g diambil, yang ditempatkan di atas susunan ayakan berlubang 1,18 mm dan 0,85 mm untuk kapur pemutih sedangkan untuk kapur aduk di atas susunan ayakan yang berlubang 4,75 mm dan 0,85 mm diayak basah di bawah keran air dengan pipa bertekanan biasa. Pengayakan dilakukan hingga air yang keluar melalui ayakan sebagai hasil pencucian itu kelihatan jernih sedangkan lama pengayakan tidak boleh lebih dari 30 menit. Setelah pengayakan selesai, sisa di atas ayakan tadi lalu dikeringkan dalam dapur pemanas sampai suhu $105 \pm 5^\circ\text{C}$ sampai berat tetap. Berat dikatakan tetap, bila 2 penimbangan yang berturut-turut perbedaannya tidak lebih 0,5 g. Pekerjaan pengayakan untuk setiap kali pemadaman dilakukan paling sedikit 2 kali. Bila satu percobaan dengan lainnya berbeda lebih dari 1%, maka percobaan harus diulangi lagi berturut-turut hingga selisihnya kurang dari 1%. Hasil dari beberapa percobaan pengayakan ini kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah pengayakan hingga didapatkan hasil rata-ratanya. Pekerjaan pemadaman paling sedikit harus dilakukan 2 kali; dari hasil rata-rata percobaan pertama dan kedua kemudian dihitung rata-ratanya sebagai hasil terakhir.

Contoh perhitungan:

$$X = \frac{b \cdot d}{b \cdot c} \times 100\%, \text{ dimana}$$

- X = kadar sisa di atas ayakan setelah dikeringkan (dalam %)
 a = banyaknya kapur tohor (kg)
 b = hasil pemadaman a kg kapur tohor (kg)
 c = banyaknya kapur padam yang diayak (g)
 d = sisa di atas ayakan pada pengayakan c g kapur padam (dalam g, setelah dikeringkan).

Pemadatan : Pengujian Bahan Hal : 58

Pemeriksaan kehalusan butir kapur Tohor yang diberikan dengan mengambil sampel sebanyak 2500 gram. Setelah dipadatkan dengan afe & komatitenal normal selama 24 jam hingga padam betul ternyata beratnya menjadi 4480 gram. Kemudian diambil kapur padam tersebut sebanyak 100 gram dan diayak dalam ayakan diameter 840 mikron. Setelah 30 menit elusi yang tertinggal dalam ayakan berat kerling even adalah 1,8 gram.

Berapa kehalusan kapur Tohor tersebut ?

Bandingkan hasil pemeriksaan tersebut dengan PUSRI 1982.

Penyelesaian :

$$\text{Rumus } X = \frac{b \cdot d}{c \cdot a} \times 100 \%$$

$$\text{Dimana } b = 4480,0 \text{ gram.}$$

$$d = 1,8 \text{ gram.}$$

$$c = 100,0 \text{ gram.}$$

$$a = 2500,0 \text{ gram.}$$

$$\text{Sehingga } X = \frac{4480,0 \times 1,8}{100 \times 2500} \times 100 \% = 3,22 \%$$

Hasil pemeriksaan menunjukkan kehalusan kapur Tohor adalah 3,22 % lebih kecil dari 5 %, maka kapur Tohor adalah termasuk kapur kelas I.

Kapur padam. 511 No. 0024 - 80 Hal : 4, 5

Diambil contoh rata-rata 100 g untuk penentuan kadar airnya pada suhu $105 \pm 5^\circ\text{C}$. Di samping itu diambil 100 g lainnya untuk pengayakan basah. Untuk kapur pemutih dipakai susunan ayakan dengan lobang 0,106 mm dan 0,85 mm dan untuk kapur aduk dipakai susunan ayakan 6,7 mm dan 1,75 mm. Adapun cara pengayakannya sesuai dengan cara penentuan kehalusan untuk kapur tohor.

$$X = \frac{b - d}{b - c} \times 100\%, \text{ dimana}$$

- X = kadar sisa di atas ayakan (dalam % dari contoh asli)
- a = banyaknya kapur padam (g)
- b = berat kapur setelah dikeringkan (g)
- c = banyaknya kapur padam yang diayak (g)
- d = banyaknya sisa kapur di atas ayakan setelah dikeringkan pada $105 \pm 5^\circ\text{C}$.

Ketetapan bentuk.

Cara:

100 g kapur padam ditambah air sedemikian banyak (kurang lebih 80% dari contoh kering $105 \pm 5^\circ\text{C}$), sehingga setelah diaduk, didapatkan bubur yang kental dan plastis. Bubur ini kemudian dibuat bentuk "kueh" bergaris tengah kurang lebih 9 cm dan tebal di tengah 1 cm di atas bata merah yang sebelumnya telah ditaburi pasir halus (kurang dari 0,3 mm) tipis-tipis. Setelah 15 menit berada disitu, "kueh" diangkat dan dipindahkan di atas pelat kaca dan kemudian disimpan dalam tempat yang lembab udara dan bebas hembusan angin, pada suhu ruangan selama 24 jam. Kemudian "kueh-kueh" tadi diambil dari pelat kaca dan ditempatkan terbalik di atas suatu kawat kasa yang berada di atas suatu bejana berisi air mendidih yang dibuat sebagai berikut:

Suatu bejana terbuat dari logam (seng, kuningan, dan sebagainya) berbentuk silinder dengan garis-tengah kurang-lebih 250 mm atau berbentuk persegi, berukuran 250 x 250 mm dan tinggi 160 mm. Bejana diberi tutup di atasnya dan diisi air setinggi $\frac{1}{4}$ penuh. Untuk jelasnya, lihat Gambar 3. Air dipanasi sampai mendidih: "kueh-kueh" percobaan yang ada di atasnya, diup selama 1 (satu) jam. Selama pemanasan "kueh-kueh" percobaan jangan sampai kena tetesan air, karena mengembunnya uap pada tutup bejana. "Kueh-kueh" yang tetap bentuknya setelah percobaan seperti tersebut di atas, harus tidak memperlihatkan/menunjukkan retak-retak, pecah-pecah atau kerusakan-kerusakan lainnya yang berarti.

Pemakaian :

pemeriksaan kehalusan butir kapur padam dengan mengambil sampel seberat 200,0 gram. Sampel tersebut dibagi menjadi dua bagian, yaitu masing-masing seberat 100,0 gram. Satu bagian dikeringkan dalam oven sehingga beratnya tetap menjadi 95,8 gram. Berat bagian yang kedua = 100 gram diaring pada ayakan diameter 90 mikron, dan sisa pada ayakan tersebut dioven sampai kering, sehingga beratnya tetap yaitu 10,8 gram.

Berapa kehalusan kapur padam tersebut ?

Bandingkan hasil pemeriksaan tersebut dengan PUBL 1982.

Penyelesaian :

$$\text{Rumus} \quad x = \frac{a \cdot d}{b \cdot c} \times 100 \%$$

$$\text{Dimana} \quad a = 200,0 \text{ gram.}$$

$$b = 95,8 \text{ gram.}$$

$$c = 100,0 \text{ gram.}$$

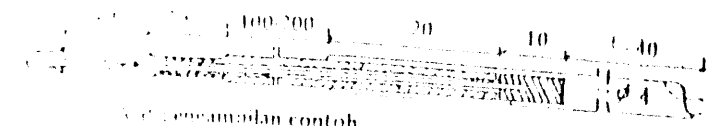
$$d = 10,8 \text{ gram.}$$

$$\text{Sehingga } x = \frac{200,0 \cdot 10,8}{95,8 \cdot 100} \times 100 \% = 22,55 \%$$

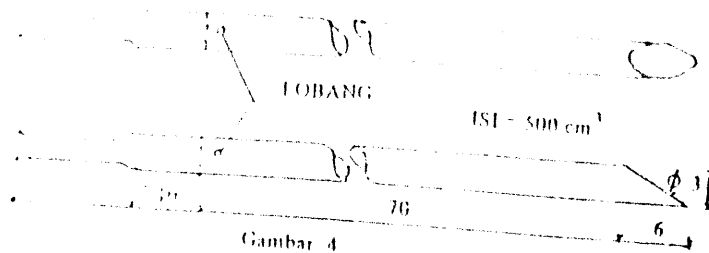
Hasil pemeriksaan menunjukkan kehalusan butir kapur adalah 22,5 %, lebih besar dari 15 %.

Ini berarti kapur tidak memenuhi kualitas kapur padam yang baik.

III No. 0024 - 80 Hal : 11

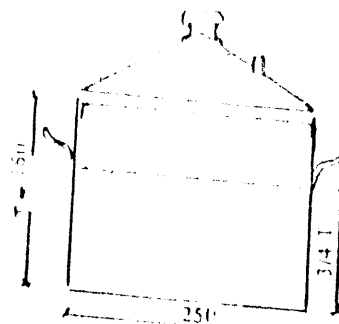


Contoh penempatan contoh

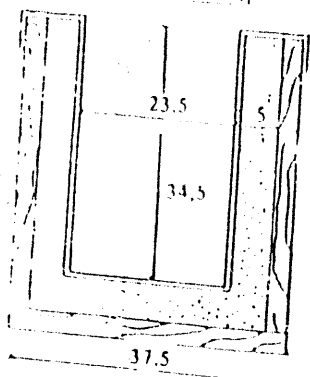
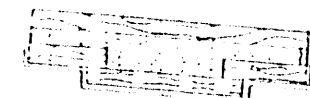


Gambar 4

Alat percobaan kueh

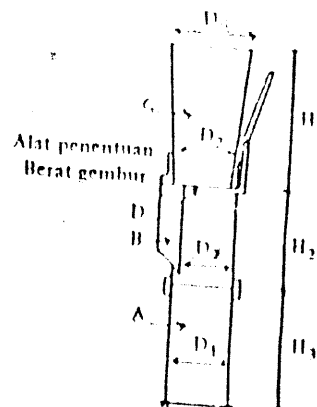


Gambar 3



Alat pemadam kapur

Gambar



Alat penentuan Berat gembur

Kapur putih.

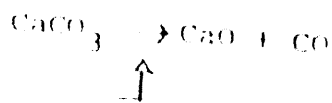
Kapur putih disebut juga kapur dengan kadar Kalsium tinggi, kapur gemuk, kapur murni dan sebagainya.

Kapur putih adalah kapur non-hidrolik dengan kadar Kalsium-oksida yang tinggi jika berupa kapur tohor (belum berhubungan dengan air) atau mengandung banyak Kalsium-hidroksida jika telah disiram (diten-dam) dengan air.

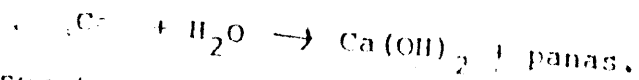
Jenis-jenis kapur tersebut biasanya merupakan kapur gemuk.

Kapur dihasilkan dengan membakar batu kapur atau Kalsium-karbonat bersama dengan bahan-bahan kotorannya seperti Magnesia, Silika, Besi, Alkali, Alumina dan Belerang.

Proses pembakaran dilaksanakan dalam dapur (oven) vertikal atau dapur berputar pada suhu 900°C - 1200°C . Kalsium-karbonat terurai menjadi Kalsium-oksida dan Karbondioksida dengan reaksi kimia sebagai berikut :



Kalsiumoksida yang terjadi disebut kapur tohor, dan jika berhubungan dengan air berubah menjadi Kalsium-hidroksida disertai kehilangan panas, reaksi kimianya adalah :



Proses ini disebut proses mematikan kapur (slaking) dan hasilnya yaitu Kalsiumhidroksida disebut kapur mati.

Kecepatan berlangsungnya reaksi terutama bergantung pada kemurnian kapur, makin tinggi kemurnian kapur yang bersangkutan makin besar daya reaksinya terhadap air.

Kapur mati dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok sebagai berikut :

- Dapat dimatikan dengan cepat
- Dapat dimatikan agak lambat
- Dapat dimatikan dengan lambat.

Bergantung pada jumlah air yang digunakan selama proses mematikan kapur tohor, bisa diperoleh dempul kapur atau kapur mati.

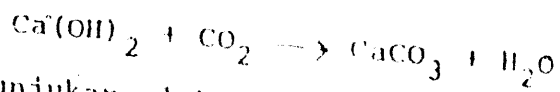
Kapur mati didapat dengan menambahkan air secukupnya pada kapur tohor, yaitu kira-kira $\frac{1}{3}$ dari beratnya.

Dempul kapur diperoleh dengan menambahkan air yang berlebihan pada kapur tohor.

Ke-dua jenis kapur yaitu kapur tohor dan dempul kapur selalu dicampur dengan pasir dengan perbandingan 1 bagian kapur dan 3 bagian pasir dengan ukuran volume, dengan cara demikian itu dapat dicegah terjadinya terlalu banyak penyusutan.

Pengikatan adukan kapur adalah akibat kehilangan air dikarenakan penyerapan oleh bata ampamnya atau akibat penquapan.

Proses pengerasan berlangsung akibat reaksi Karbon - dioxida dari udara dengan kapur mati sebagai berikut ;



Seperti ditunjukkan oleh reaksi kimia diatas, maka terbentuk kembali Kalsium-karbonat berupa kristal-kristal, yang mengikat masa heterogin itu menjadi suatu masa yang berqumpal.

Proses pengerasan berjalan lambat dan perkembangannya dapat berlangsung bertahun-tahun sebelum menca-

pai kekuatannya yang penuh. Agar ini dapat tercapai, diperlukan aliran udara dengan bebas untuk persediaan Karbondioksida yang cukup, yang dapat menembus bagian terdalam dari adukan agar proses pengerasan dapat berlangsung menyeluruh.

Penggunaan.

Kapur putih cocok untuk menjernihkan plesteran langit-langit untuk mengapur kamar-kamar tidak penting, garasi; di bidang pertanian digunakan untuk membasmi kutu-kutu dalam kandang.

Kapur putih sebagai bahan tambahan pada adukan tembok menambah kekenyalan serta memperbaiki sifat pengerjaannya.

Dengan dicampur dengan semen yaitu dengan perbandingan kapur putih : semen = 1 : 3 kapur putih dapat dituangkan untuk memperbaiki permukaan beton yang tidak mengandung pori-pori.

Kapur putih merupakan komponen utama dari bata yang terbuat dari pasir dan kapur.

Kekuatannya sebagai bahan pengikat adalah kecil dan hanya dapat mencapai $1/3$ dari kekuatan semen portland.

Air kapur putih jika mengenai mata sangat berbahaya, jadi jika mata terkena cipratan air kapur putih harus segera dibersihkan dengan air bersih !.

Disamping itu kapur putih menyebabkan noda-noda pada pakaian karena $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan gatal-gatal pada kulit, dalam hal $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ jika airnya menguap, maka garam yang bersangkutan mengendap pada pakaian dan menyebabkan terjadinya noda-noda itu.

Kapur hidrolik.

Bahan mentah :

Bahan mentahnya adalah kira-kira 65 - 75 % terdiri dari batu gamping yaitu kalsiumkarbonat dengan kotoran-kotoran berupa silika, alumina, natrium dan oksida besi.

Cara pembuatan :

Kapur hidrolik dibuat dengan membakar batu kapur yang mengandung silika dan lumpur sampai menjadi klinker dan mengandung cukup kapur dan silikat untuk menghasilkan kapur hidrolik akan tetapi yang mengandung cukup kapur bebas sehingga masa klinker itu dapat menghasilkan kapur tohor setelah berhubungan dengan air.

Bilaman kadar alumina dan silika dalam batu kapur bertambah, maka panas yang terjadi berkurang dan pada suatu saat reaksi antara kapur dan air itu berhenti.

Pada suhu tinggi alumina dan silika berpadu dengan kalsium-oksida, kalsium-silikat, dan aluminat yang tidak mudah bergabung dengan air bila berada dalam bentuk gumpalan-gumpalan.

Oleh karena itu dalam proses pemberian air dibutuhkan kapur tohor sehingga gumpalan-gumpalan yang besar terpecah-pecah menjadi serbuk halus akibat pengembangan kapur tohor.

Produksi kapur di Indonesia.

Bahan mentah yang biasa dipakai sebagai kapur yang terdapat di Indonesia adalah teras seperti batu apung yang disebarkan oleh angin. Disamping teras batu apung mempunyai sifat-sifat seperti pozzolan dan digunakan sebagai kapur teras (pozzolime).

Hasil akhir adalah campuran dari pozzolan dan kapur tohor.

Perbandingannya berlainan antara 1 : 1 dan 1 : 3 dengan kapur selalu satu bagian dan pozzolan dua atau tiga bagian.

Kapur pembakaran kapur di Indonesia berlainan antara yang paling sederhana sampai yang cukup modern dengan corong vertikal.

Kapur ini biasanya diisi dengan batu kapur yang ukurannya terlampaui besar, dengan akibat bahwa sebagian terbakar berlebihan, cukup terbakar, kurang terbakar, atau tidak terbakar sehingga hasilnya kurang memuaskan.

Disamping itu dalam mematikan kapur tohor yang dihasilkan itu, seringkali dipergunakan terlalu banyak air, sehingga kapur mati yang diperoleh kadar airnya terlalu tinggi yang menyebabkannya segera menyerap karbondioksida dari udara dan membentuk kembali kalsiumkarbonat.

Di Padalarang batu kapur yang dibakar itu berukuran jauh lebih kecil dari pada yang telah disebut diatas.

Sebagai bahan pembakara dipakai kayu dan serbuk arang batu yang dicampurkan dalam jumlah-jumlah tertentu diantara batu kapur.

Selanjutnya pembakaran dilakukan dengan menggunakan kayu melalui dua buah lubang pembakaran di atas. Kapur tohor yang dihasilkan adalah ringan, suatu bukti bahwa pembakaran telah dilaksanakan dengan baik dan kapur mati yang diperoleh adalah kering serta halus tanpa gumpalan-gumpalan.

Apabila hanya beberapa ratus kilogram kapur tohor akan dimatikan, maka dengan menghamparkan kapur tohor itu dan kemudian memercainya dengan air akan didapat kapur mati yang kering serta gulup baik jika dilaksanakan dengan cara ini.

Dan demikian

Sifat-sifat.

Hasil akhir adalah batu kapur silikan dan kira-kira 1/4 nya adalah kapur tohor.

Bahan berbentuk halus tersebut dapat segera berqabung dengan air.

Kapur hidrolik memperlihatkan sifat-sifat hidroliknya, namun tidak cocok untuk bangunan-bangunan di dalam air oleh karena untuk mencapai kekerasannya

kapur hidrolik membutuhkan udara segar. Udara diperlukan agar proses karbonisasi antara kalsiumhidroksida dan karbondioksida dari udara berlangsung dengan baik.

Proses ini menghasilkan kalsiumkarbonat yang akan mengeras, sehingga kapur mencapai kekuatannya yang penuh. Sifat-sifat umum dari kapur adalah sebagai berikut :

- Kekuatan kecil (rendah)
- Berat jenis rata-rata 1 kg/dm^3 .
- Bersifat hidrolik
- Tidak menunjukkan pelapukan
- Dapat terbawa arus.

Waktu perawatan adalah sebagai berikut :

- Perawatan dimulai setelah 1 jam
- Perawatan diakhiri setelah 15 jam

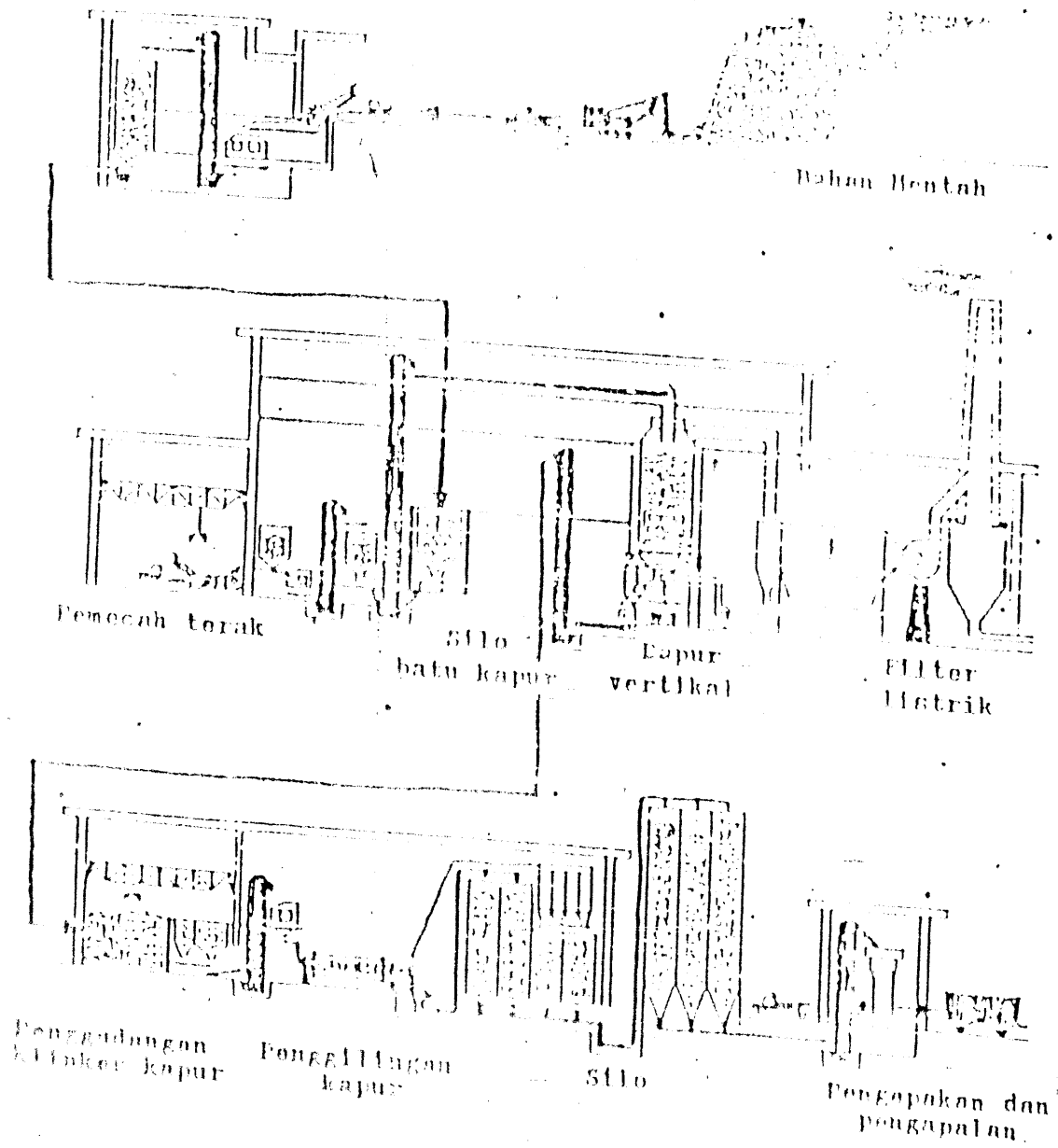
Penggunaannya meliputi antara lain :

- Adukan untuk tembok.
- Untuk lapisan bawah plesteran
- Untuk plesteran akhir.
- Sebagai adukan jika dicampur dengan semen.
- Sebagai bahan pembantu untuk beton indah (exposed-concrete).

Namun demikian dengan membasahi kapur tohor tersebut dengan cukup air akan diperoleh hasil yang lebih memuaskan.

Bilamana 10 atau 50 ton kapur tohor akan dimatikan perlu tersedia suatu peralatan industri khusus guna keperluan tersebut.

Pemecah Batu



Tahanan pada rembesan genteng.

Tujuan : untuk mengetahui ketahanan genteng terhadap rembesan air.

Alat-bahan :

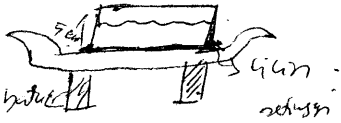
Alat : - besjana yang ukuran $\pm 10-20$ cm. - stopper
T = 10
L = 12,5
P = 20
- skala besar (ketertinggian air)

Bahan : genteng 5 buah.

- Air
- lilin.
~~- Kaper~~

Prosedure :

- Beratkan besjana pada permukaan genteng. dan nyalakan lilin pada bagian luar besjana.



- Isi dengan air ± 5 cm. dan minimal 1 cm.
- Diamati selama 3 jam apakah ada penetrasian atau tidak.

- Indikator
minimal 2 jam dan besjana 4 buah genteng.
tidak meretes dengan rapat air.

→ 5 buah genteng terpasang 2 diantaranya merembeskan air maka pengujian harus diulangi dengan jumlah sampel sebanyak 10 buah.

→ Jika ada pengulangan lagi 2 retest. maka pengulangan tidak rapat air.

Kelompok uluran.

Tujuan : untuk menentukan ketepatan uluran dari 10 buah genteng.

Alat : ~ ketorak.
~ susunan ukur dan rang.
~ siku-siku.

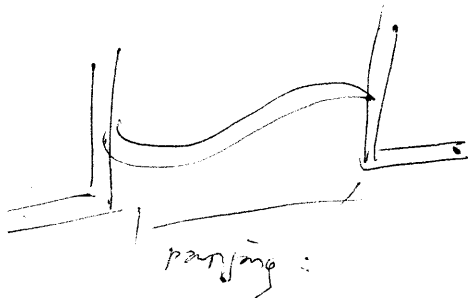
Bahan : 10 buah genteng.

Prosedur pembuatan panjang dan lebar genteng :

- Siapkan 10 buah genteng, ukur panjang dan lebarnya.
masing-masing \approx paling sedikit 2 pengulangan.

No Urut	Pengukuran					
	panjang			lebar		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
1						
2						

- panjang furasor :
- lebar furasor :



Bahan : 24 buah genteng

panjang lurus, lebarnya 24 buah genteng disusun.

Eksperimen	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

Pengukuran panjang lurus :

200 mm \rightarrow genteng kecil.

250 mm \rightarrow sedang

333 mm \rightarrow besar

lebar :

200 mm.

Mata Kuliah Konstruksi Jembatan

JEMBATAN

IKIP NEGERI MALANG

15/2/95 Konstruksi Jembatan

Jembatan adalah suatu bangunan penyanggung dari suatu jurusan jalan yang terhenti / putus akibat suatu penghubung yang berupa sungai, jurang, saluran.

Fungsi jalan

Jalan adalah sarana penghubung darat dalam bentuk apapun tersebut / termasuk bangunan pelengkap atau perlengkapan yang digunakan bagi lalu lintas jalan.

Pelengkap jalan

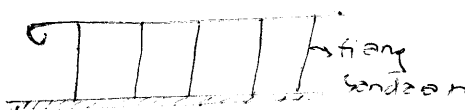
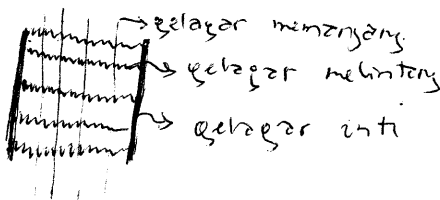
Jalan yang tidak dapat di pisahkan dengan jalan

- misal: gorong-gorong, jembatan aquade, tiang gerdan (jalan diatas jalan)

Bagian-bagian jalan jembatan

(A) Bangunan atas / super structure

- Gelagar memanjang
- Lantai / lajur / plat beton / lantai trotoir
- Gelagar melintang
- Tiang gerdan
- Gelagar inti / induk



(B) Bangunan bawah / sub structure

- ~ Pondasi / tiang pancang

I. Data-dib

- ~ Tanah
- ~ sungai
- ~ Jempal jembatan
- ~ survey
- ~ Kelas jalan I, II, III, IV



II. Evaluasi

- Data
- Gambar / gambar rencana
- Bahan

III. Waktu

- Time Schedule Rencana
- Time Schedule pelaksanaan

IV. Pemilihan bahan

(k. hantong)

V. Biaya

Bahan jembatan

Beton → max 6m

Plat dan balok → max 10-12m

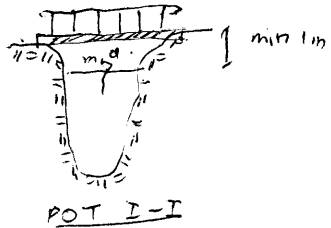
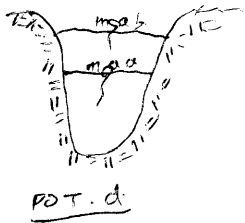
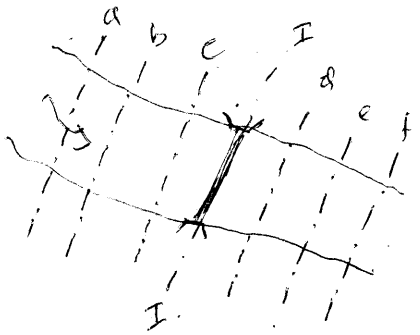
Baja : ~ Gelagar baja 10m

~ Dinding penuh 20m

~ Bangkai 30-40m

Kelas jembatan

Kelas I	Tekanan	P = 7 ton
II	"	P = 5 ton
III	"	P = 3,5 ton
IV	"	P = 2 ton



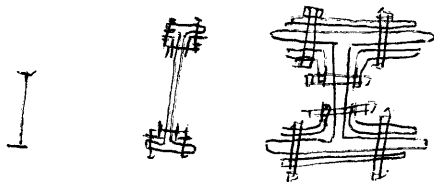
22/2 '95.

Structure Umum Jembatan

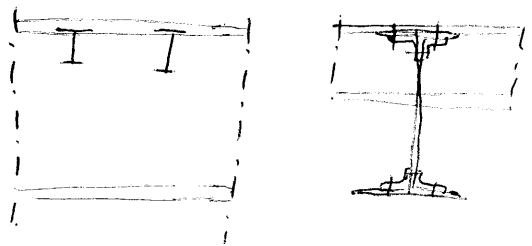
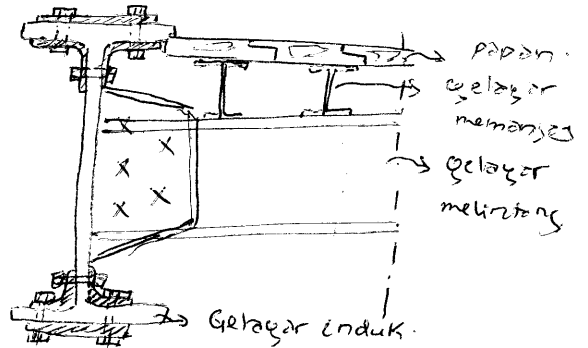
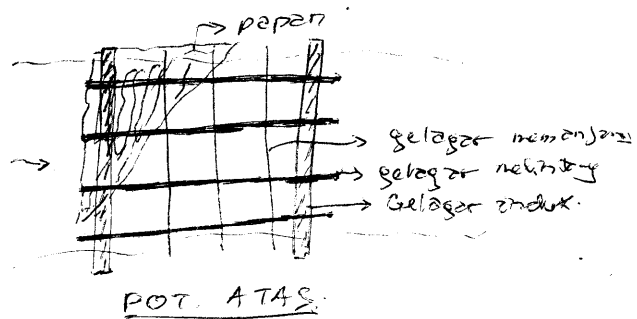
1. Jbt. gelagar biasa (0-5 m)
2. Jbt. dinding penutup (10-25 m)
3. Jbt. rangkai (> 25 m)
4. Jbt. gantung (> 60 m)
5. Jbt. komposit
6. Jbt. pelengkung

Momen besar maka Inersial besar

Macam pemasangan gelagar



Bagian-bagian Jembatan



Bahan Jembatan

1. Bambu
2. Glugu (pohon kelapa)
3. Kayu → labur kayu
→ rangkai kayu
4. Beton → plat
→ beton + plat
5. Baja → labur baja
→ dinding penutup
6. Gabungan → komposit
→ non komposit

Jembatan

adalah suatu sarana prasarana transportasi dari suatu tempat ke tempat yang lain yang melintasi jurang, sungai, dll.

Jembatan dapat digolongkan menjadi 2 hal:

I. Jembatan tetap / tidak bergerak

II. Jembatan bergerak.

→ poros mendatar

→ poros tegak / vertikal.

→ jembatan angkat.

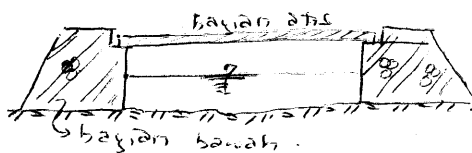
Menurut bahan / material:

1. Baga
2. Beton
3. Gelanggan.

Struktur jembatan

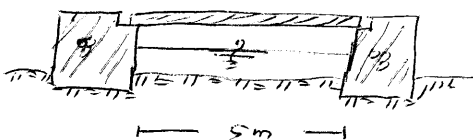
bagian atas.

bagian bawah.



Macam Jembatan

1. Jembatan gelagar.



2. Jembatan komposit.

bentang kecil → 2 kecil

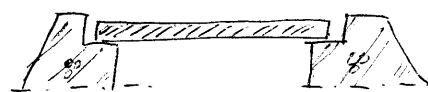
↳ besar → 1 besar

Jembatan beton

A. Jembatan Gelagar Biasa

(diatas 2 perataan)

bentang 0 ~ 20 m. (untuk jembatan protetan dapat mencapai sampai 50 m).



st. bentang

$$EH = 0$$

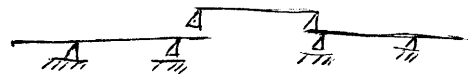
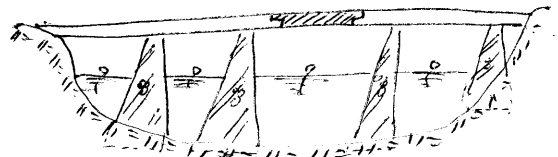
$$M = 0$$

$$V = 0$$



B. Jembatan Mannlerer.

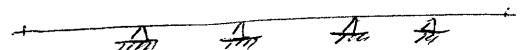
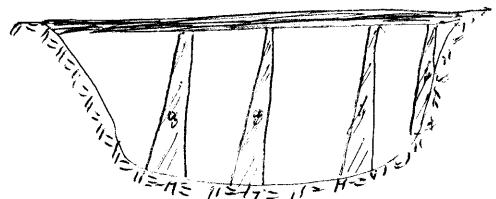
(Dgn adanya xanti buer maka dapat dicapai sampai 20 m)



C. Jembatan Kontinus (menerus)

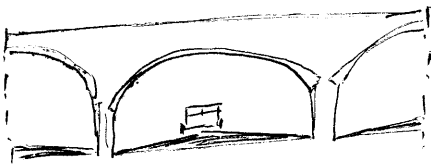
dpt digunakan untuk bentang yang relatif besar dengan catatan bahwa tidak

terjadi "LECEH" pada pondasi.

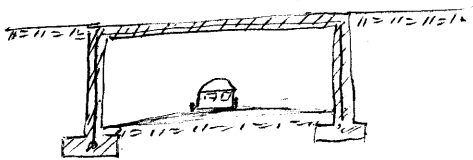


D. Jembatan Lengkung

Dgn diberikan bentuk lengkung maka dapat direncanakan dengan bentuk besar ;
(sampai sekitar 200 m)



E. Jembatan rigid (baja)
atau jembatan rangka baja.
Biasanya berbentuk rangka portal dalam bentuk slab /
plat yang monolit tdk
struktur matikanya.



22/3'95

SUPER STRUKTUR.

I. Lantai Kendaraan

II. Gelagar pemangkas

III. Gelagar penintang

IV. Gelagar kepala

V. Jembatan Angin.

VI. Perletakan sendiri 2 rol.

Jantai Kendaraan

~ Macam bahan - Balok kayu dan pakuas
- plat beton dan pakuas

~ ukuran : ditaksir / dirancah

~ menghitung berat mati / sendiri

~ memasukkan beban akibat kendaraan

~ mengalihkan dengan koefisien

$$K_{gk} = \left(1 + \frac{20}{50 + l} \right)$$

~ Mendimensi sesuai kendaraan

~ Kontrol memenuhi $\sigma \leq \sigma_{ijin}$

~ Gambar

$$K_{gk} = 1 + \frac{20}{50 + l}$$

l = lebar jarak gelagar pemangkas yg memiliki bentu jembatan

untuk 1 jur = 2,5 m

2 jur = 5,5 m.

24/03'95

JEMBATAN

1. Kayu \rightarrow konstruksi kecil

2. Baja \rightarrow gelagar baja

\rightarrow jembatan rangka

\rightarrow jembatan lengkung

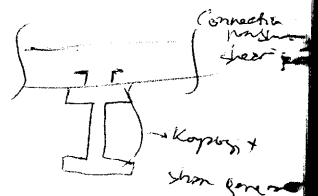
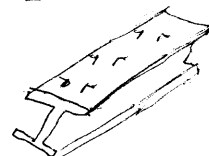
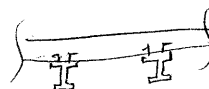
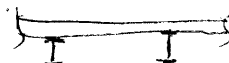
\rightarrow jembatan pelengkung

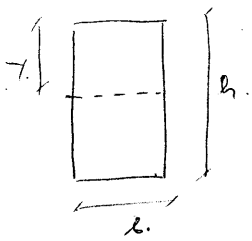
3. Beton \rightarrow beton jembatan biasa

\rightarrow " " jembatan

\rightarrow pelengkung

4. Komposit \rightarrow gabungan





$$\sigma_{\text{beton}} = \frac{M}{I} \cdot \frac{h}{2}$$

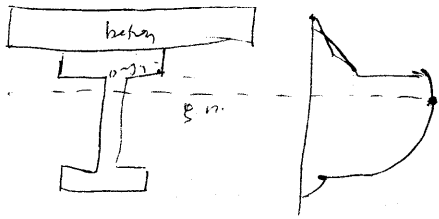
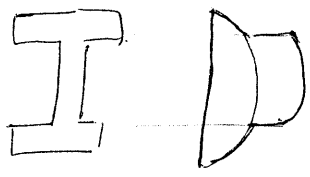
$$\sigma_{\text{gesam}} = \frac{b \cdot s}{6 I}$$

$$A = b \cdot h$$

$$I = \frac{1}{12} b h^3$$

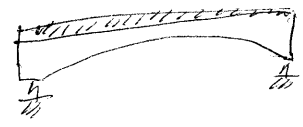
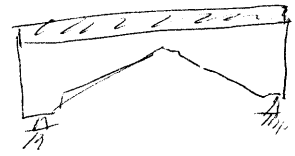
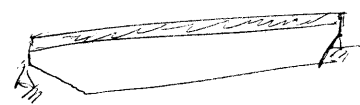
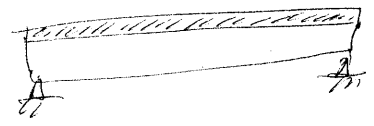
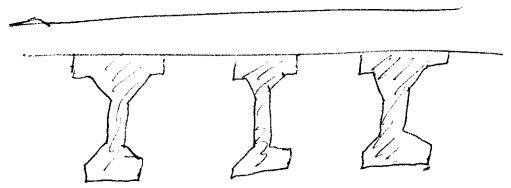
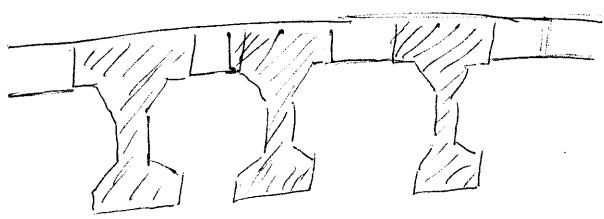
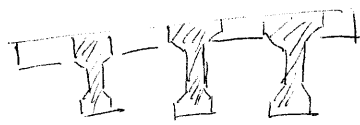
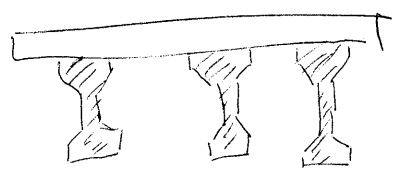
$$w = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{I}{\frac{1}{12} b h^3} = \frac{1}{6} b h^2$$

S = Luas beton & tulangan
 Sumbu ges. netral



$$n = \frac{E_{\text{beton}}}{E_{\text{besi}}}$$

$$A_{\text{gesam}} = A_{\text{besi}} + \frac{1}{n} A_{\text{beton}}$$



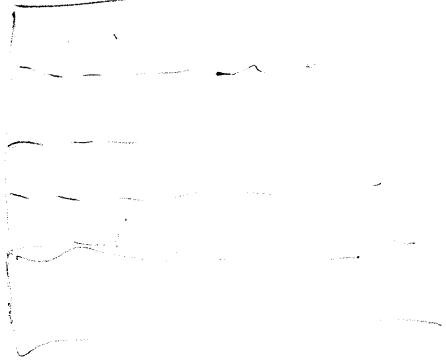
Kelompok II =

Pembagian tugas

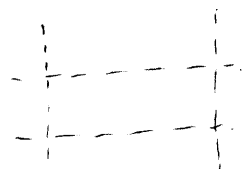
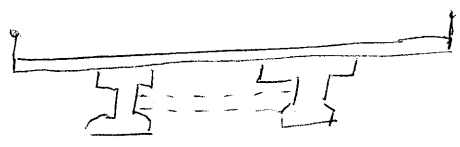
Jembatan beton prategang 2 jalur
 (tanpa tulangan). dengan dukungan 3
 sbg berikut:

3 Gelagar

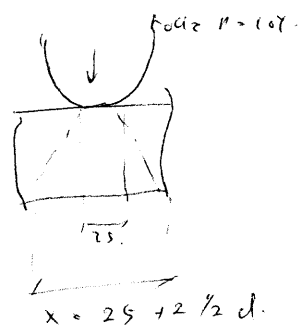
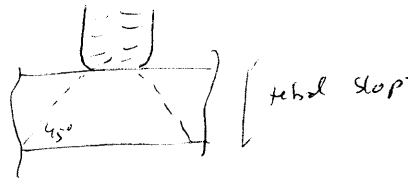
- Jarak = 32,00 m. $\geq 5m$ = panjang gelagar beton
- $K = 225$
- $f'_{cu} = 175 \text{ kg/cm}^2$ (tegangan awal beton pra)
- $f'_{cu} = 149 \text{ kg/cm}^2$ (.....)
- Tegangan beton awal = $\frac{10400}{10400} \text{ kg/cm}^2$ (.....)
- 17%
- Kelas I



5/4/95.



ukur roda.



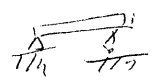
A. Perhitungan plat lantai sederhana

a. Perhitungan plat lantai

a. Bisa diregulasi field
menurut plat.



Plat satu arah



b. Bisa diregulasi plat namun ada beban

- Plat dgn lintasan 2 arah

- Perhitungan momen 3 plat
dgn tebal akan
sudah (beton tulang)

Dengan menggunakan P23R (pasangan
mulutnya jembatan Jalan Raya) $P=10$ ton
Pd perhitungan umumnya tidak selalu menggunakan
dimensi dgn luas $1,00 \text{ m}^2$

- Karena beban 20 t tayan melubangi
plat seluas x' maka akan dalam
perhitungan beban maka pada plat
hanya akan dgn $\frac{1.00}{x} \text{ m}$.

- misal $d=20 \text{ cm}$, maka $x = 25 + 20 = 450$

- faktor reduksi $\frac{100}{45} \times 10 = 22,22\%$
beban hidup roda

$$M_{\text{roda}} = \frac{1}{4} P \cdot L = \frac{1}{4} \cdot 22,22\% (1,50)^2$$
$$= \dots \text{ kgm}$$

- faktor regut.

$$f = 1 + \frac{2 \cdot 1}{L + 50} = 1 + \frac{20}{51}$$

$$M_{LL} = f \cdot x = \dots \text{ kgm}$$

$$M_{DL} =$$

$$M_{DL} = ?$$

M_{LL} = dead load (beban mati)

M_{DL} = beban hidup (live load)

Beban hidup dari beban γ_y maka
hitung:

- lantai

- aspal

- air

B. Perhitungan Balok / Gelagar beton

Balok prestes

misal :

Bentang $L = 30,00 \text{ m}$

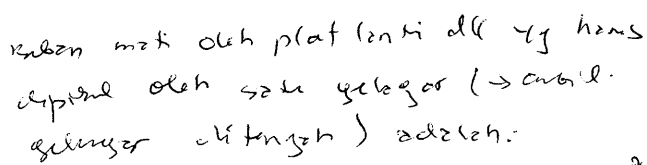
Lebar jalan = $6,50 \text{ m}$ tanpa trotoar

Pasangan jembatan P23R

Tebal lantai sederhana 20 cm

menyusun 4 gelagar

konsep penerapan kegiatan xprn
pada saat sebelum.



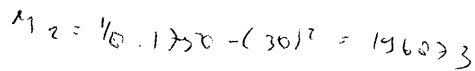
penyanyi boleh bermain di belakang panggung
untuk itu harus di laksanakan dengan
tepat dan benar.

$$\text{inlet moisture} = \frac{1.75}{2.75} \times 1.00 \times 2200 \text{ g/m}$$

$$= 1400 \text{ g/m}$$

$$\text{income } g_{23} = \frac{1,75}{2,75} \times 12000 = 763,48$$


Factor again: $f = \frac{1+20}{6+50} = \frac{1+20}{30+50}$



Talysar hynni bollen praelen.

$$h = \sqrt[3]{266,5} = 213,00 \text{ mm}$$

→ angle in focus = 20 cm



A hand-drawn diagram of a rectangular cross-section. The width is labeled b and the height is labeled h .

$$P_7 = \frac{1}{30} L = \frac{1}{30} \times 3000 = 100 \text{ € m}$$

fuel used on flms in sd 25 yr

$$y \text{ in } \text{m}^2 = 100,216 - 160,75 = 9000 \text{ m}^2$$

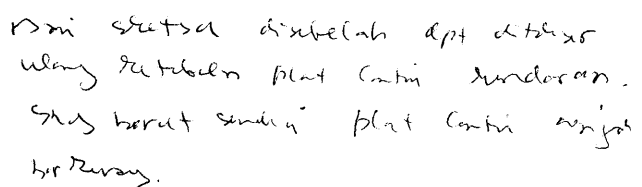
herausgerechnet: $0,3 \times 1,06 \times 2500 = 2250 \text{ kg/m}^3$

$$\text{hant. lant.} = \frac{1020}{3200} \text{ g/m}^3$$

$$m_{\text{merg}} = 1/8 \cdot 3270 (30)^2 = 367,875 \text{ ton}$$

$$M_{LL} = 260,5 \text{ ton}$$

dan kedua agar tak ada kesalahan
kalau mau sendiri (bukan maki salah
menekuni mau sendiri).



Selanjutnya apt diklasifikasi.

$\text{Average kinetic energy} = \frac{m k T}{2}$

teser lagi belah dgn $h = 100 \sqrt{4 \text{ m}}.$

\therefore punya belah tsb.

ini . jgn ekonomis pengap dpt.
druel patokan.

$$\frac{MOL}{Mtot} \leq 20\% \quad \square$$

$$\frac{MOL}{Mtot} > 30\% \quad \top$$

berbentuk, bukan, prastasi.

1. Gubuk \rightarrow 2. Gubuk.

2. Perumahan (untuk perumahan).

3. Perumahan geleper. perumahan.

4. Perumahan. perumahan.