

# HATTI Mengajar X - 2021

## Aplikasi *Load Transfer Platform* (LTP)

### Material *Stone Crusher*, Pelaksanaan, Jaminan-Kendali Mutu



**Helmy Darjanto\*, Haris Hidayatullah\*\***

\*Sekretaris 1 Bidang IV – Pembinaan Anggota dan Komisariat Daerah

\*Dosen Pascasarjana Universitas Narotama Surabaya

\*\*Enjiner QC



*Soil Improvement*  
2021



# Materi:

**1. Pendahuluan**

2. Mekanisme Transfer Beban

3. Gradasi Material LTP

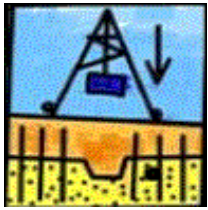
4. Parameter Desain

5. Pelaksanaan Konstruksi LTP

6. QA Plan - QC

7. Penutup





# TEKNIK PERBAIKAN TANAH

**WITHOUT ADDED MATERIAL**

**WITH ADDED MATERIAL**

**STATIC  
(clay, silt)**

**Vertical Drains**



**Vacuum Consolidation**

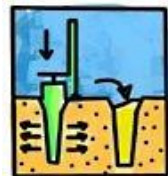


**DYNAMIC  
(granular soil)**

**Dynamic Consolidation**



**Vibrofloatation**



**SOFT  
INCLUSIONS**

**Dynamic Replacement**



**Stone Columns**



**SEMI-RIGID  
INCLUSIONS**

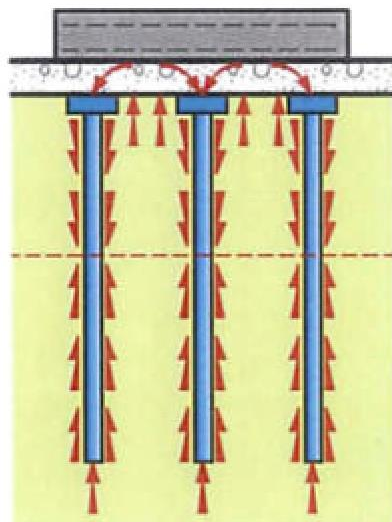
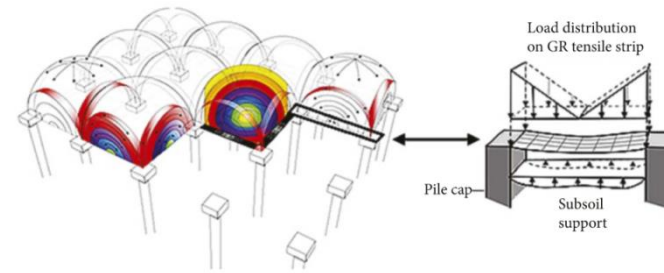
**CMC/FDC/CFG**



**Jet Grouting**



# Pendahuluan



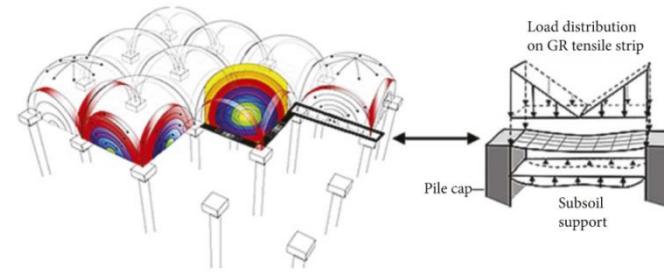
Rigid inclusions

Konstruksi LTP itu terdiri dari:

- Suatu lapisan berbahan material pilihan/granular yang dipadatkan dengan baik yang bisa juga diperkuat dengan lembaran geosintetik/*geogrid* horizontal.

Tujuannya untuk memperoleh kepadatan yang baik, yang akan menghasilkan modulus deformasi yang tinggi. Kondisi ini akan meminimalkan timbulnya *arching/mushroom effect* agar beban di atasnya akan diteruskan ke *ground improvement* (misal: *rigid inclusion*) dan tanah di bawahnya dengan baik dan LTP ini juga bisa berfungsi sebagai drainase *horizontal*.

# Pendahuluan



## *Load Transfer Platform (LTP):*

1. LTP akan dipasang di bagian atas atau pada potongan level dari rigid inclusion (COL).
2. LTP harus terbuat dari bahan pilihan (kerikil bergradasi baik) agar memiliki kekakuan, kekuatan, dan permeabilitas yang memenuhi syarat. Uji CBR diperlukan bersamaan dengan uji permeabilitas ( $10^{-4}$  m/detik) dan ukuran partikel maksimum adalah 75mm.
3. Ketebalan LTP berada pada *range* 0.60-1m (atau ditentukan).
4. Material Pilihan LTP


Material kerikil berpasir yang digunakan sebagai LTP/lapisan drainase pada bagian atas daerah perbaikan tanah harus memiliki spesifikasi sebagai berikut::

1. Kerikil berpasir yang tidak mengandung bahan organik.
2. Maximum fine content adalah 4-5%.

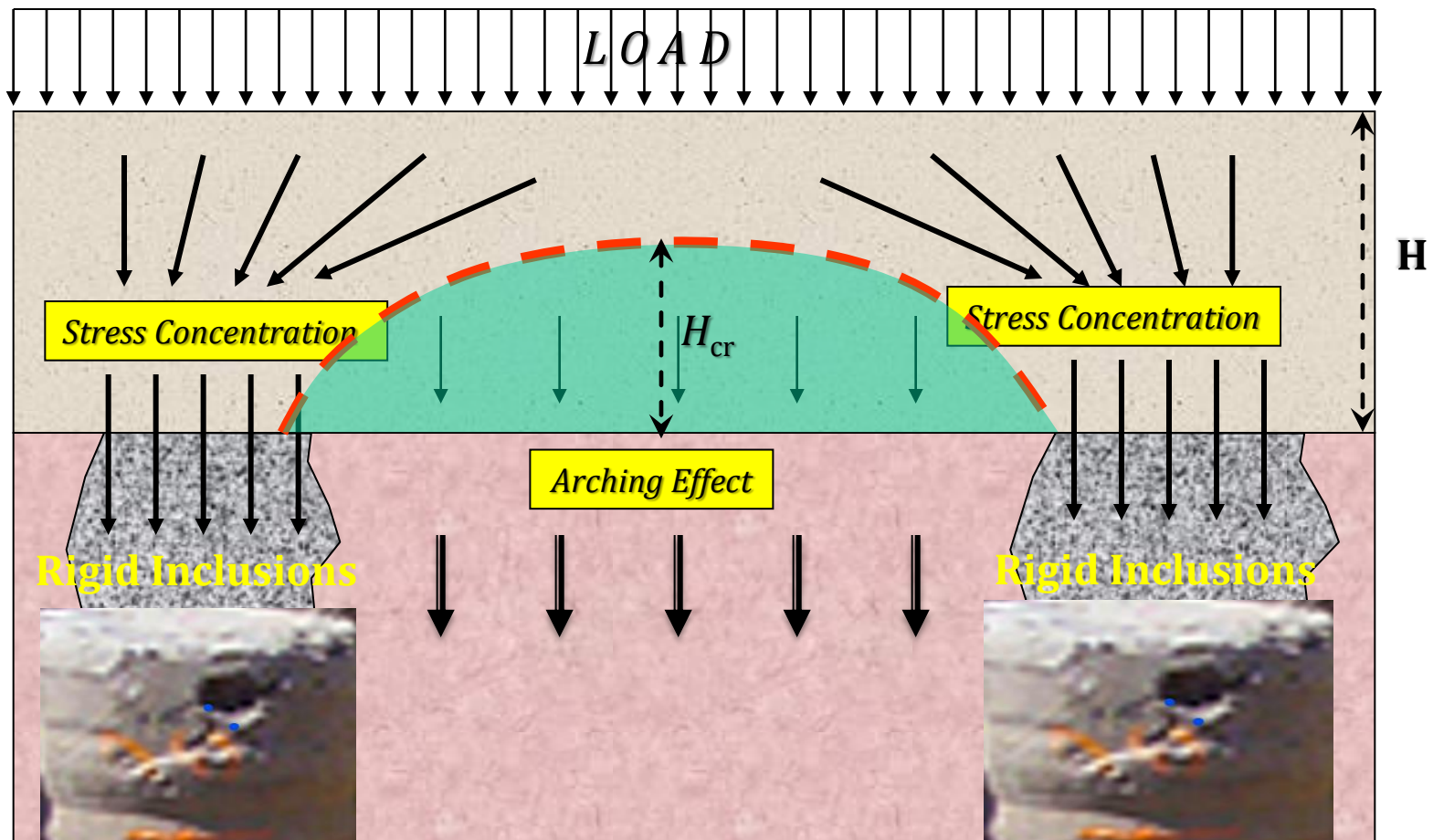
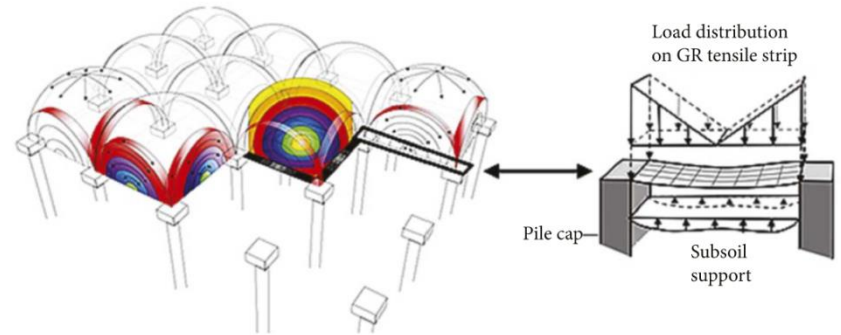
Material harus dipadatkan lapis demi lapis (setiap kondisi hampar 25-30cm) dengan jumlah lintasan tidak kurang dari 8 kali untuk setiap lapisan sampai LTP mencapai ketebalan, misal 1m dengan menggunakan *vibro-roller* untuk mencapai kepadatan kering maksimum (MDD) 95% Standard/Modified Proctor Density.



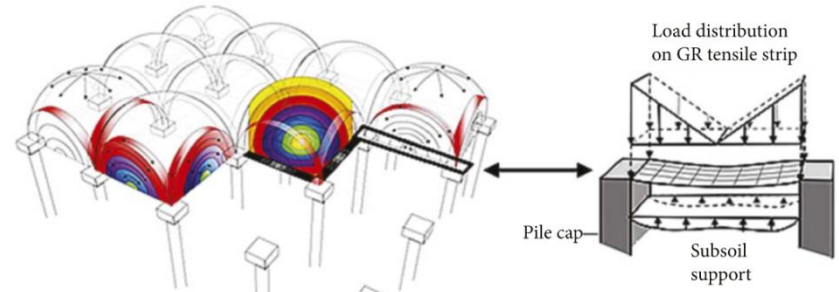
# Materi:

1. Pendahuluan
  2. Mekanisme Transfer Beban
  3. Gradasi Material LTP
  4. Parameter Desain
  5. Pelaksanaan Konstruksi LTP
  6. QA Plan - QC
  7. Penutup
- 

# Mekanisme Transfer Beban

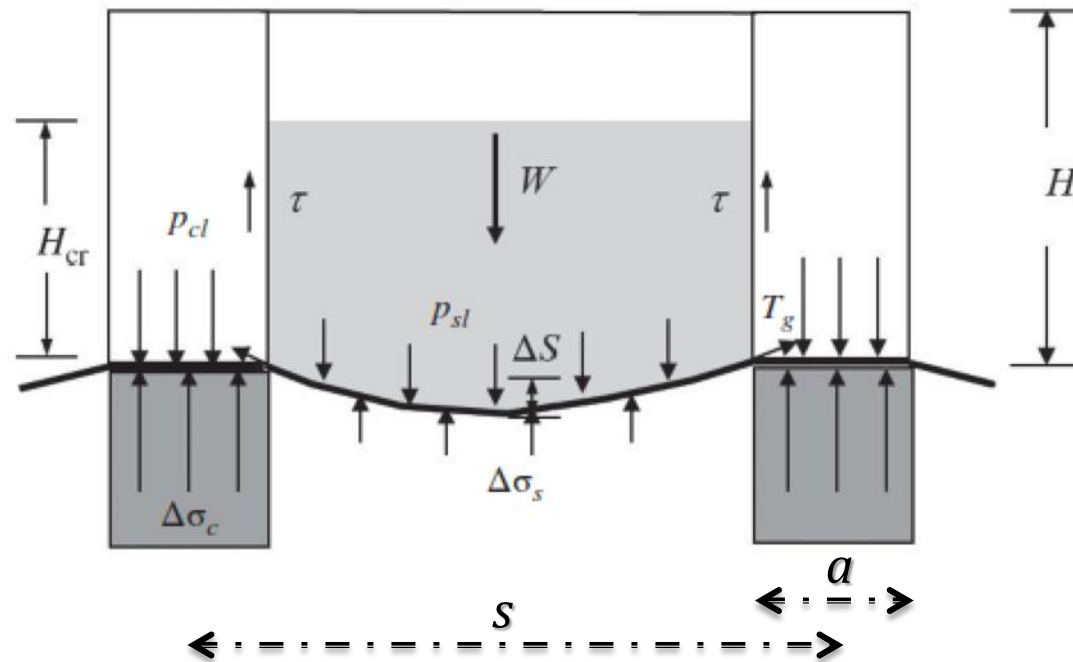


# Mekanisme Transfer Beban



Load transfer mechanisms (modified from Han, 1999;  
Han and Gabr, 2002)


$$H_{cr} \geq 1.4 (s - a)$$



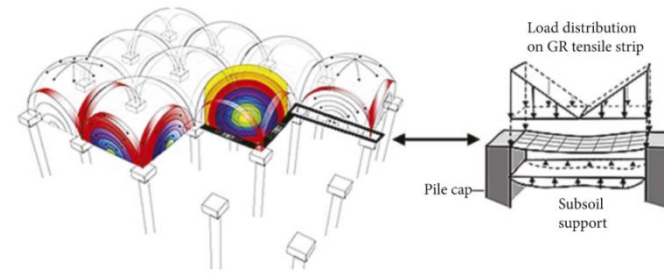




# Materi:

1. Pendahuluan
  2. Mekanisme Transfer Beban
  3. **Gradasi Material LTP**
  4. Parameter Desain
  5. Pelaksanaan Konstruksi LTP
  6. QA Plan - QC
  7. Penutup
- 

# Gradasi Material LTP

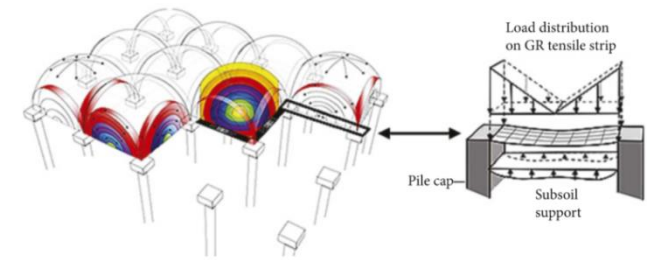


Rekomendasi Material Pilihan/Terseleksi Untuk LTP:

Sieve Size (mm)	Percent Passing
200	100
38	95 - 100
4.75	40 - 65
0.425 (No. 40)	20 - 40
0.075	0 - 15
PI < 20 (of soil particles passing No. 40 sieve)	

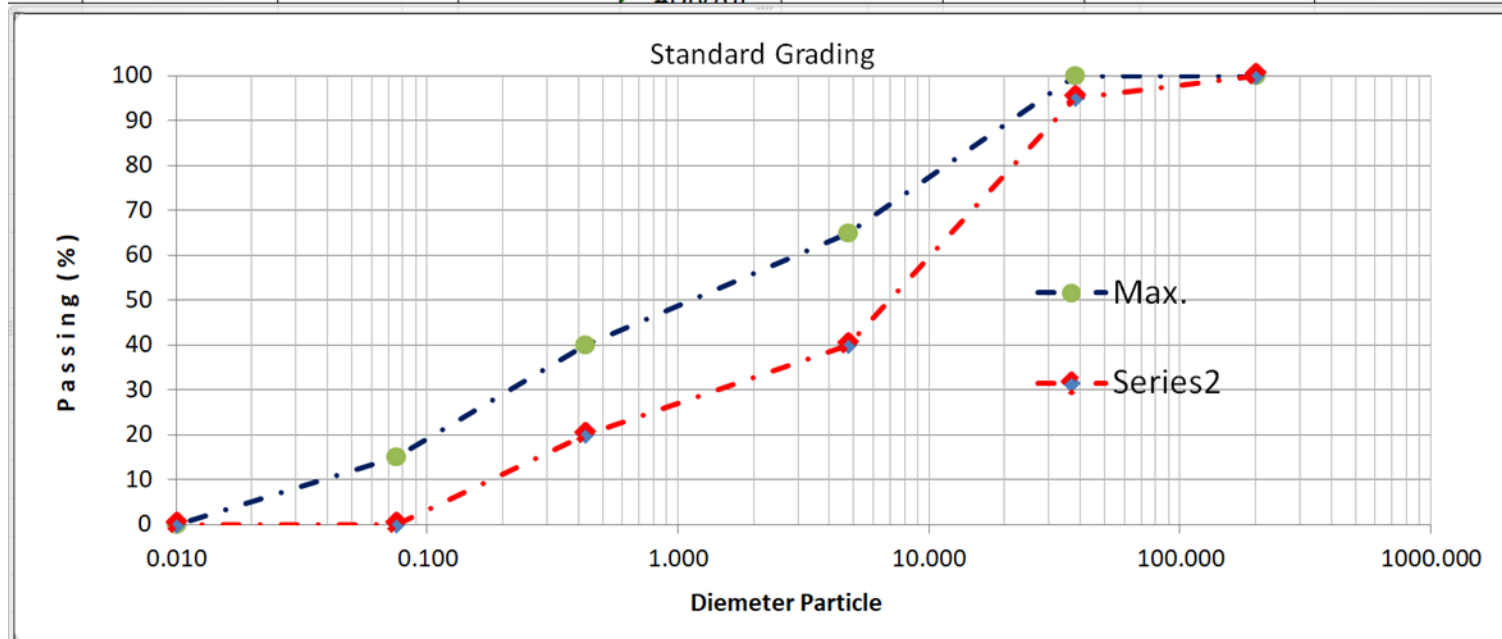
Source: Elias et al. (2006)

# Gradasi Material LTP

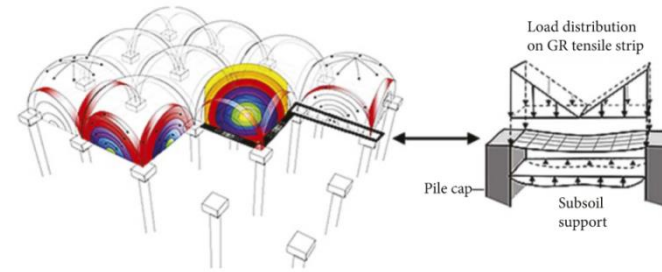


Gradasi Material Pilihan/Terseleksi Elias et al (2006):

NO	SIEVE NUMBER	SIEVE SIZE	CUM. MASS RETAINED	RETAINED	CUM. RETAINED	PASSING	MIN.	MAX.
	(in)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	8"	200.00					100	100
2	1.5"	38.00					95	100
3	4	4.75					40	65
4	40	0.425					20	40
5	200	0.075					0	15
6								
	Pan							



# Gradasi Material LTP



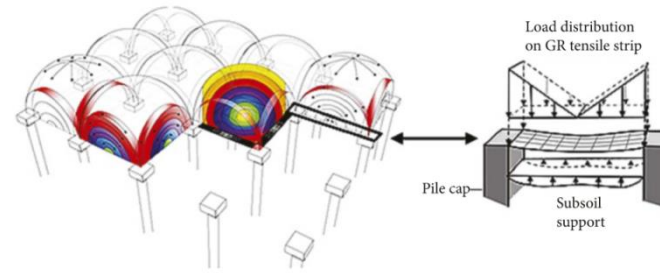
Gradation of material for LTP – table below:

SIEVE NUMBER	SIEVE SIZE (MM)	PASSING MAX. (%)
3"	75	100
3/4 "	19	90
4	4.75	50
10	2	30
40	0.425	15
200	0.075	5

Sieve Size (mm)	Percent Passing
200	65 - 100
75	60 - 100
19	15 - 90
4.75	0 - 50
2.0	0 - 30
0.425 (No. 40)	0 - 15
0.075 (No. 200)	0 - 5

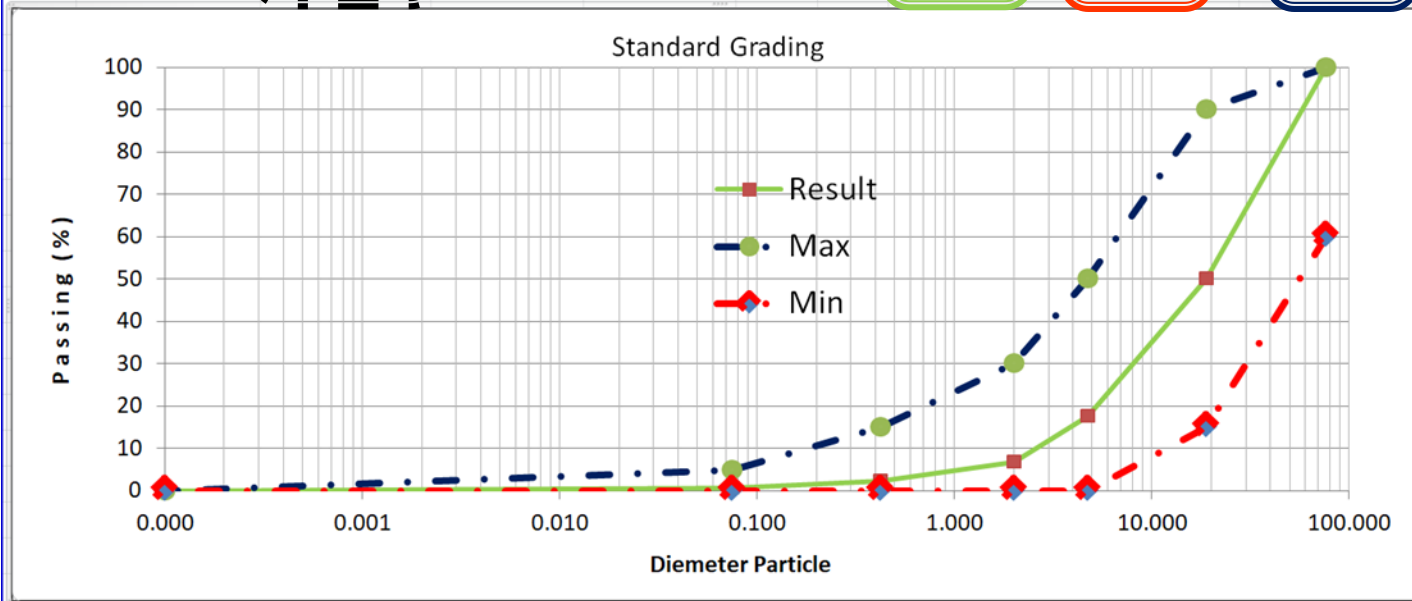
- CBR = min. 40%, K = min.  $10^{-4}$ m/s, lift thickness = 30cm, passing not less than 8 times, MDD = 95% (Vibro-Roller).
- Specification of LTP material: sandy gravel that not contains organic material, max. fine content = 4%

# Gradasi Material LTP



## Gradation of material for LTP – Borrow Pit:

NO	SIEVE NUMBER	SIEVE SIZE	CUM. MASS RETAINED (gr)	RETAINED (%)	CUM. RETAINED (%)	PASSING (%)	MIN. (%)	MAX. (%)
	(in)	(mm)						
1	3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	60	100
2	3/4"	19.00	32679.60	49.81	49.81	50.19	15	90
3	4	4.75	53985.40	32.47	82.28	17.72	0	50
4	10	2.00	61211.90	11.01	93.29	6.71	0	30
5	40	0.425	64046.40	4.32	97.61	2.39	0	15
6	200	0.075	65149.90	1.68	99.29	0.71	0	5
	Pan	0.000	65612.70	0.71	100.00	0.00	0	0



# Material Pilihan LTP

Mutu lapisan LTP harus dikontrol dan material LTP harus dilakukan target identifikasi dan kontrol pemadatannya.

## Identification Tests

Tes-tes identifikasi yang akan dilakukan berkaitan dengan beberapa parameter berikut ini:


- Material Asal (Borrow Pit)
- Klasifikasi Material
- Kurva Distribusi Ukuran Partikel
- Uji Geser (Direct Shear) ( $c$ ,  $\phi$ )

## Compaction Control dan Permeability

Jenis-jenis uji yang direkomendasikan dalam hal ini: Uji Kepadatan (dibandingkan dengan Kepadatan Optimum dari Uji Proctor Modified/Standar), CBR, dan Permeability.



# Materi:

1. Pendahuluan
  2. Mekanisme Transfer Beban
  3. Gradasi Material LTP
  - 4. Parameter Desain**
  5. Pelaksanaan Konstruksi LTP
  6. QA Plan - QC
  7. Penutup
- 

# Parameter Desain

Proposed Backfill for Load Transfer Platform:


Sieve Size (mm)	Percent Passing
200	65 - 100
75	60 - 100
19	15 - 90
4.75	0 - 50
2	0 - 30
0.425 (No. 40)	0 - 15
0.075	0 - 5

- CBR = min. 40%, lift thickness = 25-30cm, passing not less than 8 times, MDD = 95% (Vibro-Roller).
- Specification of LTP material: sandy gravel that not contains organic material, max. fine content = 4%





# Materi:

1. Pendahuluan
  2. Mekanisme Transfer Beban
  3. Gradasi Material LTP
  4. Parameter Desain
  5. Pelaksanaan Konstruksi LTP
  6. QA Plan - QC
  7. Penutup
- 


# Pelaksanaan Konstruksi LTP

Prosedur atau langkah-langkah berikut ini umumnya dilaksanakan dalam penerapan konstruksi LTP:

1. Ratakan permukaan tanah fondasi sesuai elevasi yang diinginkan dengan meratakan material di sekitarnya termasuk kepala kolom-kolom *ground improvement* yang elevasinya berada di atas elevasi permukaan tanah dasar.
2. Hambar material pilihan LTP (*stone crusher/granular*) setinggi 25-30cm kemudian dipadatkan dengan *Vibro Roller* minimal 8 lintasan atau sesuai hasil *trial*.
3. Dari poin (2) harus tercapai kepadatan kering maksimum (MDD) 95% yang ditentukan menggunakan metode Proctor Standar/Modifikasi dengan kadar air lapangan yang diuji 1% hingga -3% dari kadar air optimal.
4. Hambar perkuatan tanah misal dengan menggunakan geosintetik pada elevasi desain. Sisi bawah perkuatan geosintetik harus ditempatkan setidaknya/minimal 100mm di atas kepala kolom untuk menghindari kegagalan *puncture*.
5. Lanjutkan lapisan material LTP berikutnya sesuai langkah-langkah di atas.

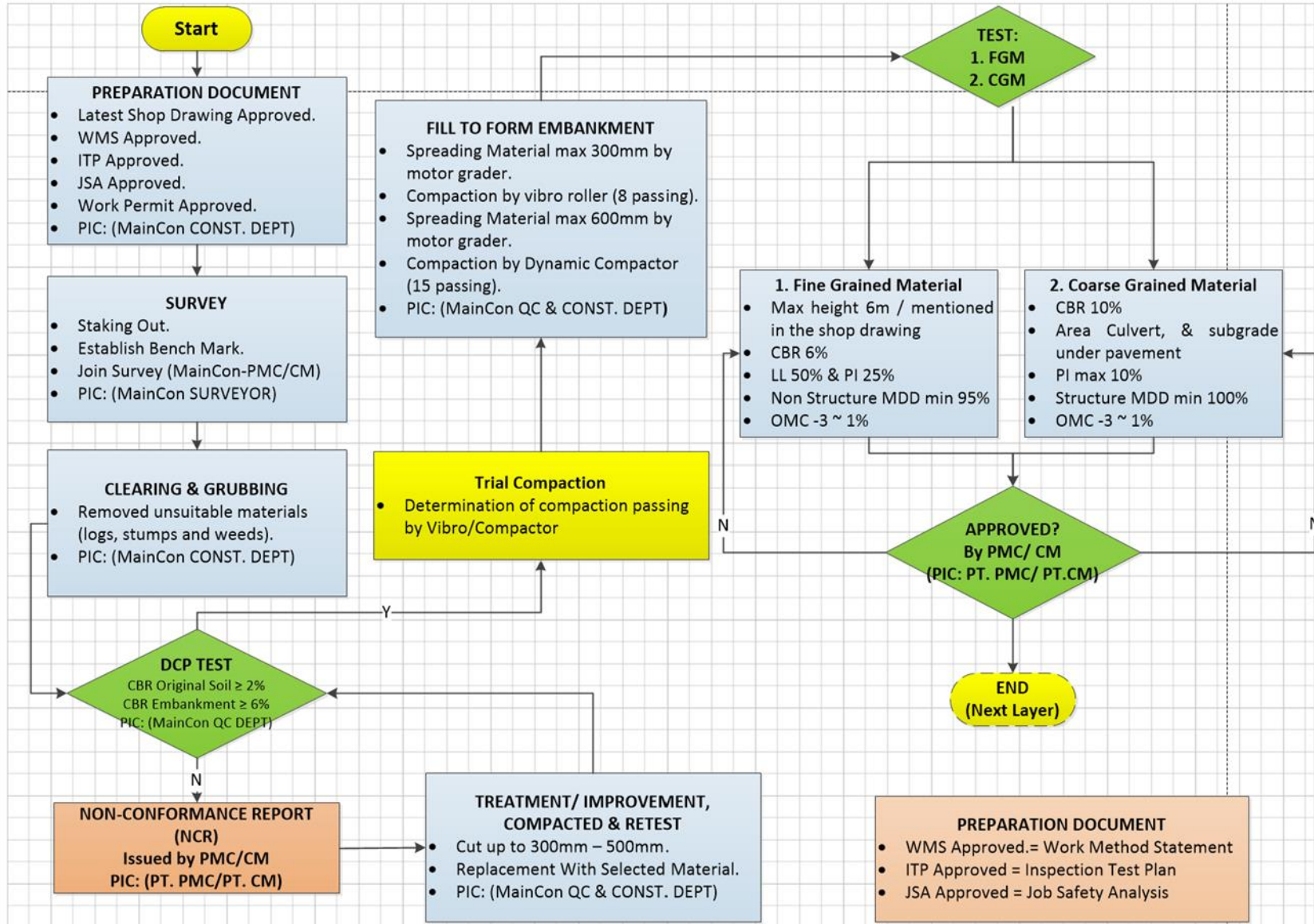


# Materi:

1. Pendahuluan
  2. Mekanisme Transfer Beban
  3. Gradasi Material LTP
  4. Parameter Desain
  5. Pelaksanaan Konstruksi LTP
  6. QA Plan - QC
  7. Penutup
- 

# Quality Control dan Quality Assurance (QC-QA)

Flowchart misal Timbunan:



# Jaminan dan Kendali Mutu (QA Plan-QC)

Kendali dan Jaminan Mutu (QC-QA) harus mencakup item sebagai berikut:

1. Cek/periksa lokasi, elevasi, dan diameter kolom *ground improvement*. Kemudian untuk jarak kolom yang lebih besar dan/atau kepala kolom yang lebih kecil dan tidak rata yang dimungkinkan akan mempengaruhi kinerja LTP; maka kondisi harus diperbaiki terlebih dahulu misal dengan menambahkan lebih banyak kolom dan/atau memperbesar kepala kolom sebelum penghamparan timbunan dan geosintetik/geogrid.
2. Verifikasi mutu dari material pilihan urugan LTP dan perkuatan geosintetik/geogrid sebelum penghamparan meskipun saat trial sudah dilakukan. Poin utama untuk Jaminan Mutu adalah konsistensi untuk mendapatkan gradasi/mutu material pilihan/terseleksi LTP, misal dari produksi *stone-crusher* dari borrow pit yang tersedia.
3. Cek hasil uji kepadatan/*density/sandcone* terkoreksi, permeabilitas, CBR dan ketebalan setiap lapisan LTP setelah dilakukan pemadatan.

# Jaminan dan Kendali Mutu (QA Plan-QC)

Kendali dan Jaminan Mutu (QC-QA) harus mencakup item sebagai berikut:

1. ...
2. ...
3. ...

Direkomendasikan untuk timbunan yang menggunakan *ground improvement* dengan LTP + perkuatan geogrid harus dipantau selama dan setelah konstruksi terhadap pergerakan dan kestabilan. Instrumentasi dapat mencakup penurunan dan tegangan vertikal di atas dan di antara kolom, regangan dalam geogrid, dan gerakan lateral kaki timbunan dan tanah di bawah kaki timbunan.

Hasil pengukuran pemantauan (kuantitatif) harus selalu dievaluasi dan diinterpretasikan.

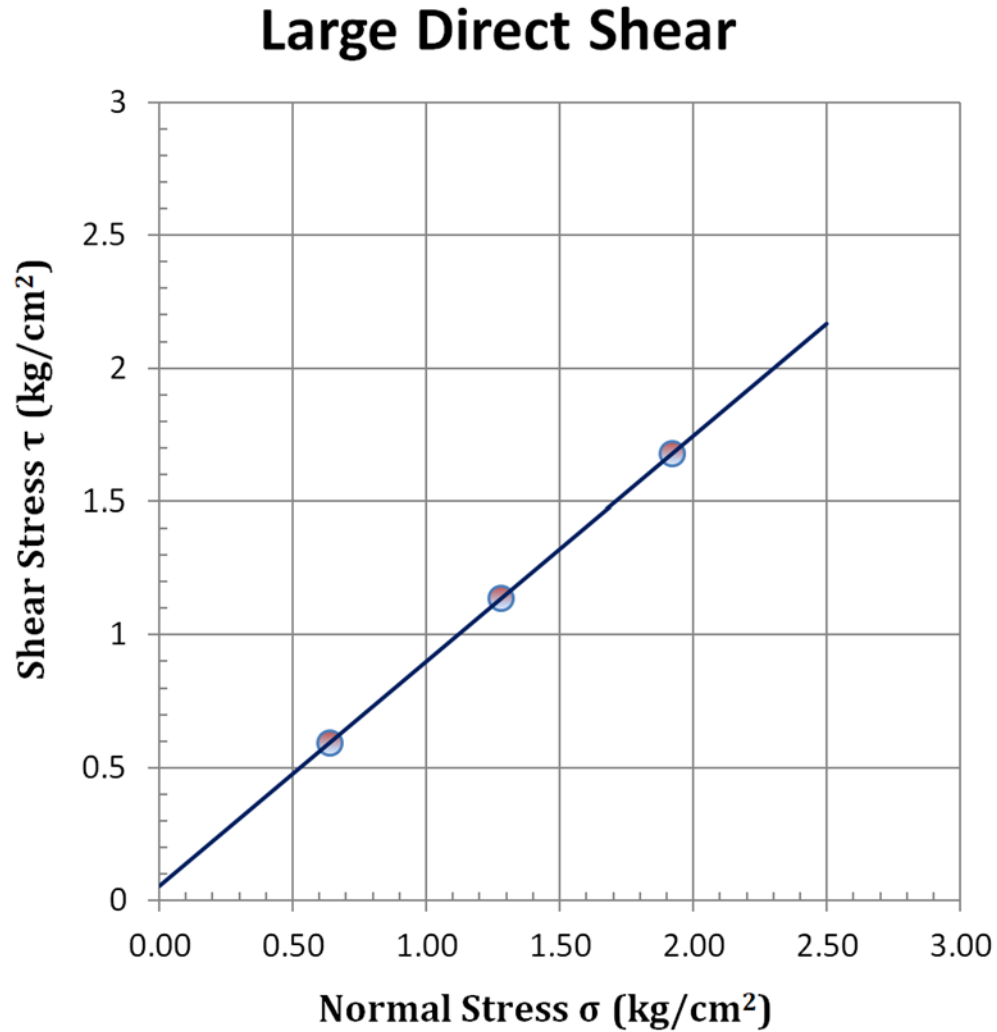
# Large Scale Direct Shear Test

Jaminan mutu untuk desain LTP adalah konsistensi mutu material pilihan (*stone crusher*) dari Borrow Pit dan konsistensi gradasi material yang diproduksi yang sebelumnya dilakukan beberapa trial dulu agar uji kepadatan, CBR, permeabilitas dan plate bearing test memenuhi spesifikasi desain.

Test piece No.			1	2	3	4
INITIAL CONDITION	Weight of Sample	( gr )	1453000	1446000	1449000	
	Volume of Sample	( cm <sup>3</sup> )	937500	937500	937500	
	Wet Density	$\gamma_t = W/V$ ( gr/cm <sup>3</sup> )	1,550	1,542	1,546	
	Water Content	WC (%)	5,82	5,41	5,73	
	Dry Density	$\gamma_d = \gamma_t / (1 + WC/100)$ ( gr/cm <sup>3</sup> )	1,465	1,463	1,462	
Normal Stress	$\sigma$ ( kg/cm <sup>2</sup> )	0,64	1,28	1,92		
Shear Stress	$\tau$ ( kg/cm <sup>2</sup> )	0,595	1,139	1,677		
Result of Test					Remarks	
C o h e s i o n		C' ( kg/cm <sup>2</sup> )	0,055			
Angle of Internal Friction	$\phi'$	Decimal	40,198			
		Degree	40° 12'			
Coefficient of Friction		$\tan \phi$	0,845			

$$\phi = 40^{\circ}12' > 36^{\circ} - Ok$$

# Large Scale Direct Shear Test



$\phi = 40^{\circ}12' > 36^{\circ} - Ok$



# Summary Test LTP

No.	Type of Testing Laboratory		Specification Standard	Unit	Result	Passing Standard	Acceptance	
							Yes	No
1	Sieve Analysis		BS 882:1992	-	Attached	Attached	✓	
2	Los Angeles ( Abration )		ASTM C131	%	26.98	< 60%	✓	
3	Flakines Index		ASTM D 7491	%	16.36	< 30%	✓	
4	Soundness		ASTM C 88	%	5.85	< 15%	✓	
5	Specific Gravity	Coarse	ASTM C 127, C 128	-	2.763	Relative	✓	
		Fine		-	2.745	Relative	✓	
6	Bulk Density	Dense	ASTM C 29	gr/cm <sup>3</sup>	1.750	Relative	✓	
		Loose		gr/cm <sup>3</sup>	1.603	Relative	✓	
7	Standard Proctor	OMC	ASTM D 698	%	6.22	Relative	✓	
		MDD 95%		gr/cm <sup>3</sup>	1.648	Relative	✓	
		MDD 100%		gr/cm <sup>3</sup>	1.735	Relative	✓	
8	CBR Standard 100% MDD	Soaked	ASTM D 1883-94	%	48.50	>40%	✓	
		Unsoaked		%	52.00	-	✓	
9	Fine Content Aggregate			%	1.93%	< 5%	✓	
10	Aggregate Crushing Value		BS 182	%	19.45%	< 30%	✓	

# ASTM D4718-15

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



**Designation: D4718/D4718M – 15**

## **Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles<sup>1</sup>**

This standard is issued under the fixed designation D4718/D4718M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.*

# ASTM D4718-15

## 2. Referenced Documents

### 2.1 *ASTM Standards:*<sup>2</sup>

**C127** Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate

**D653** Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids

**D698** Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>))

**D1556** Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by Sand-Cone Method

**D1557** Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))

**D2167** Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Rubber Balloon Method

**D2216** Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

**D3740** Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction

**D4253** Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table

**D6026** Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data

**D6938** Test Methods for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)

**D7382** Test Methods for Determination of Maximum Dry Unit Weight and Water Content Range for Effective Compaction of Granular Soils Using a Vibrating Hammer

**D7698** Test Method for In-Place Estimation of Density and Water Content of Soil and Aggregate by Correlation with

# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

Untuk uji sandcone pada area LTP yang menggunakan stone crusher dengan gradasi material sesuai desain parameter tersebut di atas harus mengacu kepada ASTM D4718-15 – Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Oversize Particles.

## Scope

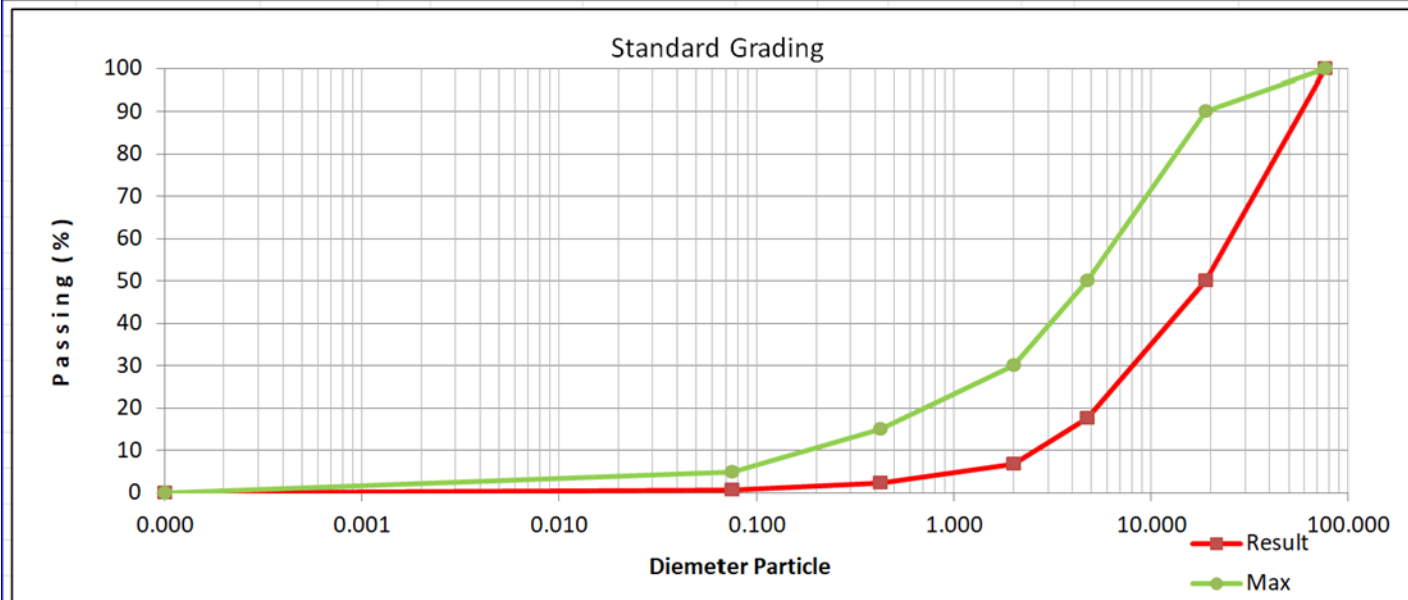
1.3 This practice is based on tests performed on soils and soil-rock mixtures in which the portion considered oversize is that fraction of the material retained on the 4.75-mm [No. 4] sieve. Based on these tests, this practice is applicable to soils and soil-rock mixtures in up to 40 % of the material is retained on the 4.75-mm [No. 4] sieve.

## Syarat:

...yang tertahan No. 4 max. 40%...dan hasil gradasi material pilihan LTP, sebagai berikut:

# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

NO	SIEVE NUMBER	SIEVE SIZE	CUM. MASS RETAINED	RETAINED	CUM. RETAINED	PASSING	MIN.	MAX.
	(in)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	-	100
2	3/4"	19.00	32679.60	49.81	49.81	50.19	-	90
3	4	4.75	53985.40	32.47	82.28	17.72	-	50
4	10	2.00	61211.90	11.01	93.29	6.71	-	30
5	40	0.425	64046.40	4.32	97.61	2.39	-	15
6	200	0.075	65149.90	1.68	99.29	0.71	-	5
	Pan	0.000	65612.70	0.71	100.00	0.00	-	0



Hasil yang tertahan No. 4 = 32.47% < 40% → **Ok**. Oleh karenanya penggunaan ASTM D4718-15 dipersyaratkan untuk Uji Sandcone.

# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

NO	SIEVE NUMBER	SIEVE SIZE	CUM. MASS RETAINED	RETAINED	CUM. RETAINED	PASSING	MIN.	MAX.
	(in)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	-	100
2	3/4"	19.00	32679.60	49.81	49.81	50.19	-	90
3	4	4.75	53985.40	32.47	82.28	17.72	-	50
4	10	2.00	61211.90	11.01	93.29	6.71	-	30
5	40	0.425	64046.40	4.32	97.61	2.39	-	15
6	200	0.075	65149.90	1.68	99.29	0.71	-	5
Pan		0.000	65612.70	0.71	100.00	0.00	-	0

SIEVE NUMBER	SIEVE SIZE (MM)	PASSING MAX. (%)
3"	75	100
3/4 "	19	90
4	4.75	50
10	2	30
40	0.425	15
200	0.075	5

# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

## PROCEDURE

Correction of Unit Weight and Water Content for *Total Sample*:

Calculate the mass of the dry finer fraction and the dry oversize fraction as follows:

$$1. M_D = \frac{M_M}{\left(1 + \frac{w}{100}\right)} = M_M / (1 + (w/100))$$

where:

$M_D$  = mass of the dry material (finer *or* oversize fraction), g,

$M_M$  = mass of the moist material (finer *or* oversize fraction), g, and

$w$  = water content of the respective finer *or* oversize fractions expressed in percent.

### Catatan:

Gradasi material yang diambil saat tes Sandcone di lapangan adalah yang tertahan (oversize) dan lolos (finer) ayakan ¾”.

# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

## PROCEDURE

....

### Catatan:

Gradasi material yang diambil saat uji Sandcone di lapangan adalah yang tertahan dan lolos ayakan  $\frac{3}{4}$ ".





# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

## PROCEDURE

Calculate the percentage of the finer fraction and of the oversize fraction of the sample by dry mass as follows:

$$2. P_F = \frac{100 M_{DF}}{(M_{DF} + M_{DC})} \quad \text{or} \quad P_F = 100 M_{DF} / (M_{DF} + M_{DC})$$

and

$$3. P_C = \frac{100 M_{DC}}{(M_{DF} + M_{DC})} \quad \text{or} \quad P_C = 100 M_{DC} / (M_{DF} + M_{DC})$$

where:

$P_F$  = percent of *finer fraction* by mass,

$P_C$  = percent of *oversize fraction* by mass,

$M_{DF}$  = mass of dry *finer fraction*, and

$M_{DC}$  = mass of dry *oversize fraction*.

Determine the relative density (specific gravity) (oven dried) ( $G_M$ ) of the oversize fraction.

# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

## PROCEDURE

Calculate the corrected water content and corrected dry unit weight of the total material (combined finer and oversize fractions), as follows:

$$4. w_T = (w_F P_F + w_C P_C)$$

where:

$w_T$  = corrected water content of *combined finer and oversize fractions* expressed in **percent**,

$w_F$  = water content of *finer fraction* expressed as a **decimal**,

$w_C$  = water content of *oversize fraction* expressed as a **decimal**,

and

$$5. \gamma_{DT} = \frac{100 \gamma_{DF} G_M \gamma_w}{(\gamma_{DF} P_C + G_M \gamma_w P_F)} \quad \text{or} \quad \gamma_{DT} = 100 \gamma_{DF} G_M \gamma_w / (\gamma_{DF} P_C + G_M \gamma_w P_F)$$

where:

$\gamma_{DT}$  = corrected dry unit weight of the *total material* (combined finer and oversize fractions),

$G_M$  = relative density (specific gravity) (oven dried) as determined by Test Method C127,

$\gamma_{DF}$  = dry unit weight of the *finer fraction*, and

$\gamma_w$  = unit weight of water (62.42 lbf/ft<sup>3</sup> or 9.802 kN<sup>3</sup>/m)

# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

## CONTOH DALAM EXCEL

1	Berat Botol + Pasir Penuh	g	6694.3
2	Berat Botol + Pasir Tersisa	g	2263.4
3	Berat Pasir yang digunakan = (1 - 2 )	g	4430.9
4	Berat Pasir di corong (attached)	g	1582.3
5	Berat pasir dalam lubang = (3 - 4)	g	2848.6
6	Berat Volume Pasir, ( $\gamma$ sand, attached)	g/cm <sup>3</sup>	1.394
7	Volume lubang = ( 5/6 )	cm <sup>3</sup>	2043.47
8	Berat kontainer + tanah basah	g	4546.7
9	Berat Kontainer	g	10
10	Berat tanah basah dalam lubang = (8 - 9)	g	4536.7
11	Berat isi basah ( $\gamma$ m ) (10/7)	g/cm <sup>3</sup>	2.220
12	Berat Basah Lolos 3/4" ( $M_{MF}$ )	g	2050.6
13	Berat Basah Tertahan 3/4" ( $M_{Mc}$ )	g	2496.1

# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

CONTOH DALAM EXCEL

14	<b>Kadar Air Lolos 3/4" by Speedy (w<sub>f</sub>)</b>	Pembacaan Jarum	div	4	
15		Faktor koreksi alat (attached)		1.735	
16		Kadar Air =(14x15)	%	6.94	
17	<b>Kadar Air Tertahan 3/4" by Oven (w<sub>c</sub>)</b>	Berat Tanah basah + Cawan (a)	g	466.50	428.40
18		Berat Tanah Kering + Cawan (b)	g	445.23	406.97
19		Berat cawan kosong (c)	g	38.44	35.62
20		Kadar Air	%	5.2	5.8
21		Kadar Air Rata - rata	%	5.50	

# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

## CONTOH DALAM EXCEL

22	Bulk Specific Gravity ( $G_m$ )			2.703
23	Berat Lolos 3/4" kering ( $M_{DF}$ )	$= M_M / (1 + w)$	g	1917.5
24	Berat Tertahan 3/4" kering ( $M_{DC}$ )	$= M_M / (1 + w)$	g	2366.0
25	Persentase Berat Lolos 3/4" kering ( $P_F$ )	$= 100 M_{DF} / (M_{DF} + M_{DC})$	%	44.77
26	Persentase Berat Tertahan 3/4" kering ( $P_C$ )	$= 100 M_{DC} / (M_{DF} + M_{DC})$	%	55.23
27	Koreksi kadar air combined material ( $w_T$ )	$= (w_F P_F + w_C P_C)$	%	6.14
28	Koreksi berat isi kering combined material ( $\gamma_{DT}$ )	$= 100 \delta_F G_M \delta_w / (\delta_F P_C + G_M \delta_w P_F)$		2.101
29	Berat isi kering lap. ( $\gamma_d$ ) = (11/("1"+(27/"100"))		g/cm <sup>3</sup>	2.092
30	Test Laboratorium (attached)	w optimum	%	6.22
31		$\gamma_d$ maksimum	g/cm <sup>3</sup>	1.648
32	Persentase Kepadatan Lapangan = (29/28)*100		%	99.55

# Sandcone dan Koreksi (ASTM D4718-15)

## CONTOH DALAM EXCEL

29	Berat isi kering lap. ( $\gamma_d$ ) = $(11/("1"+(27/"100"))$		$\text{g/cm}^3$	2.092
30	<b>Test Laboratorium (attached)</b>	w optimum	%	<b>6.22</b>
31		$\gamma_d$ maksimum	$\text{g/cm}^3$	<b>1.648</b>
32	Persentase Kepadatan Lapangan = $(29/28)*100$		%	<b>99.55</b>

Penjelasan		ASTM D-698 AASHTO T-99				ASTM D-1557 AASHTO T-180			
		Metoda A	Metoda B	Metoda C	Metoda D	Metoda A	Metoda B	Metoda C	Metoda D
Volume	$\text{cm}^3$	943.9	2124.3	943.9	2124.3	943.9	2124.3	943.9	2124.3
Tinggi	mm	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33
Diameter	mm	101.6	152.4	101.6	152.4	101.6	152.4	101.6	152.4
Berat palu	kg	2.5	2.5	2.5	2.5	4.54	4.54	4.54	4.54
Tinggi jatuh	mm	304.8	304.8	304.8	304.8	457.2	457.2	457.2	457.2
Jumlah lapisan		3	3	3	3	5	5	5	5
Pukulan/lapis		25	56	25	56	25	56	25	56
Lolos ayakan		No. 4	No. 4	$\frac{3}{4}$ in.	$\frac{3}{4}$ in.	No. 4	No. 4	$\frac{3}{4}$ in.	$\frac{3}{4}$ in.

standard
modified

# Trial LTP

## SEBELUM KOREKSI ASTM D4718-15

No	Pengujian	Satuan	Hasil			Spesifikasi Minimum			Keterangan
			LTP: SC, DDC & MSE Wall			LTP SC	LTP DDC	LTP MSEW	
			6 Passing	8 Passing	10 Passing				
1	Sieve Analysis	-	Terlampir			Terlampir	Terlampir	Terlampir	-
2	CBR Test	%	11.99	17.25	39.74	-	40	40	For Information
		%	8.99	15.75	44.99				
		%	-	-	45.59				
3	Sandcone Test Non Koreksi Tertahan 3/4" SMDD 95%	%	123.06	106.86	125.61	95%	95%	95%	For Information
		%	122.27	121.48	121.18				
	Sandcone Test Koreksi Tertahan 3/4" SMDD 95%	%	116.73	119.38	125.39	95%	95%	95%	
		%	123.76	125.61	129.81				
	Sandcone Test Koreksi Tertahan 3/4" SMDD 100%	%	110.88	113.39	118.81	100%	100%	100%	
%		117.55	119.32	123.40					
4	Permeability Test	m/sec	-	$1.4 \times 10^{-4}$	$3.3 \times 10^{-5}$	$10^{-5}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	For Information

# Trial LTP

## KOREKSI ASTM D4718-15

No	Pengujian	Satuan	Hasil				Spesifikasi Minimum	Keterangan
			LTP MSE Wall				LTP MSE Wall	
			8 Passing	9 Passing	10 Passing	11 Passing		
1	Sieve Analysis	-	Terlampir				Terlampir	-
2	CBR Test	%	23.99	36.99	42.99	52.99	40	Ok
		%	23.99	33.99	49.99	59.99		
		%	22.00	35.99	45.99	55.99		
3	Sandcone Test Koreksi Tertahan 3/4" SMDD 100%	%	91.89	98.96	104.26	103.64	95%	Ok
		%	97.14	88.44	96.26	101.39		
4	Permeability Test	m/sec	$3.5 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-3}$	$5.8 \times 10^{-4}$	$2.2 \times 10^{-4}$	$10^{-4}$	Ok (10 passing)
		m/sec	$2.7 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$4.7 \times 10^{-4}$	$9.3 \times 10^{-5}$		
		m/sec	$2.2 \times 10^{-3}$	$9.2 \times 10^{-4}$	$5.1 \times 10^{-4}$	$1.8 \times 10^{-4}$		



# Trial LTP

## PELAKSANAAN UJI PERMEABILITAS



# Trial LTP

PELAKSANAAN PEMADATAN LTP



# Trial LTP

## PELAKSANAAN UJI CBR LAPANGAN



# Trial LTP

## PELAKSANAAN PEMASANGAN GEOGRID



# Trial LTP

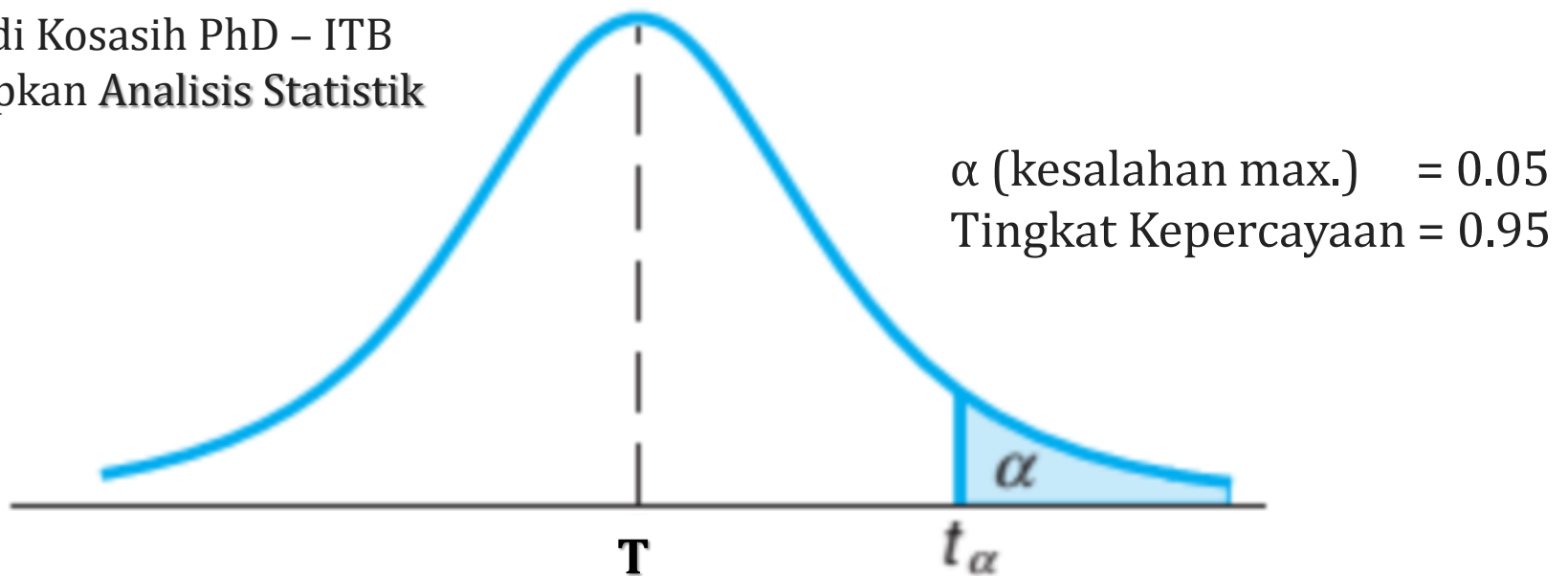
## PELAKSANAAN UJI SANDCONE (KOREKSI ASTM D4718)



# Review Statistik

## Distribusi Normal dan Uji $t$ :

1993 – Djunaidi Kosasih PhD – ITB  
sudah menerapkan Analisis Statistik



Uji  $t$  dikenal dengan uji parsial, yaitu untuk menguji bagaimana pengaruh masing-masing variabel bebasnya secara sendiri-sendiri (misal: hasil uji *Sandcone*) terhadap variabel terikatnya (Target).

Dalam metode statistik peranan data adalah sangat penting.

Tujuan pengumpulan data :

- Membantu memahami situasi yang sebenarnya,
- Menganalisis persoalan,
- Mengendalikan proses/pekerjaan,
- Mengambil keputusan,
- Membuat rencana perbaikan.

**Pengertian Variasi (Term Peningkatan Kualitas):**

- Variasi penyebab khusus (*special causes variation*)
- Variasi penyebab umum (*common causes variation*)

**Variasi penyebab khusus** (*special causes variation*). Adalah kejadian-kejadian di luar sistem manajemen kualitas yang mempengaruhi variasi dalam sistem itu. Penyebabnya dapat bersumber dari faktor2 : manusia, mesin, material, metode kerja, lingkungan, dll. Penyebab khusus ini memiliki pola-pola non-acak (*non-random patterns*) sehingga dapat diidenti-fikasikan. Jika menggunakan peta-peta kendali (*control charts*), jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang melewati atau keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limits*).

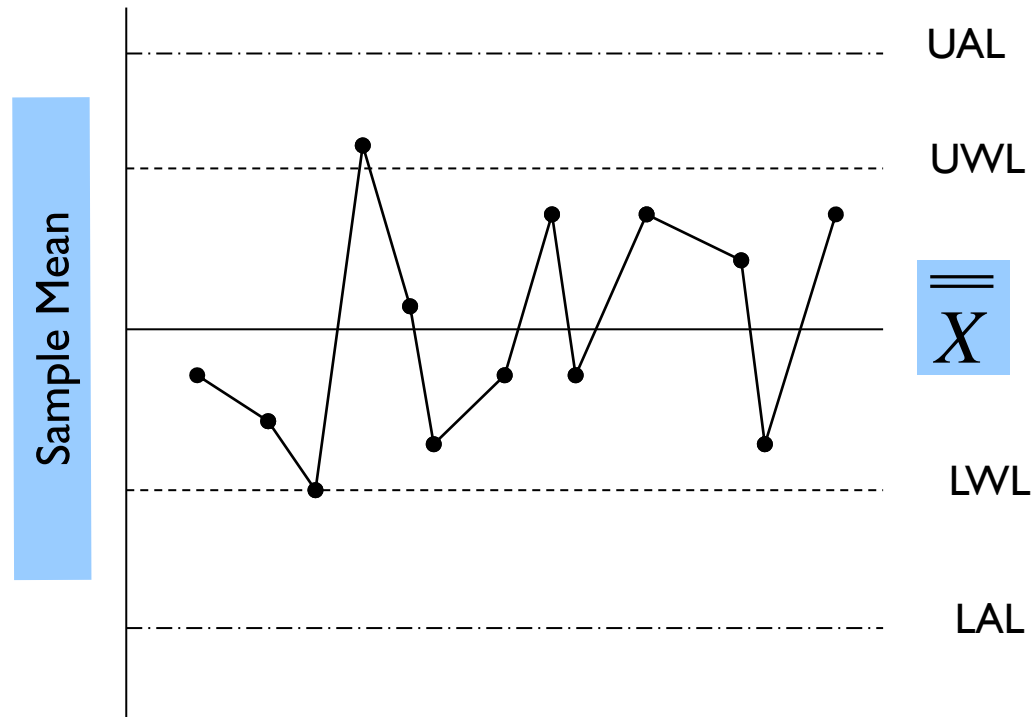


**Variasi penyebab umum** (*common causes variation*). Adalah faktor-faktor di dalam sistem manajemen kualitas atau yang melekat pada proses yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem itu beserta hasil2nya. Penyebab umum sering disebut juga sebagai penyebab acak (*random causes*). Dalam konteks analisis data dengan menggunakan peta-peta kendali atau kontrol (*control charts*), jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang berada dalam batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limits*). → hanya pihak manajemen yang dapat memperbaikinya, karena pihak manajemen yang mengendalikan sistem manajemen kualitas itu.

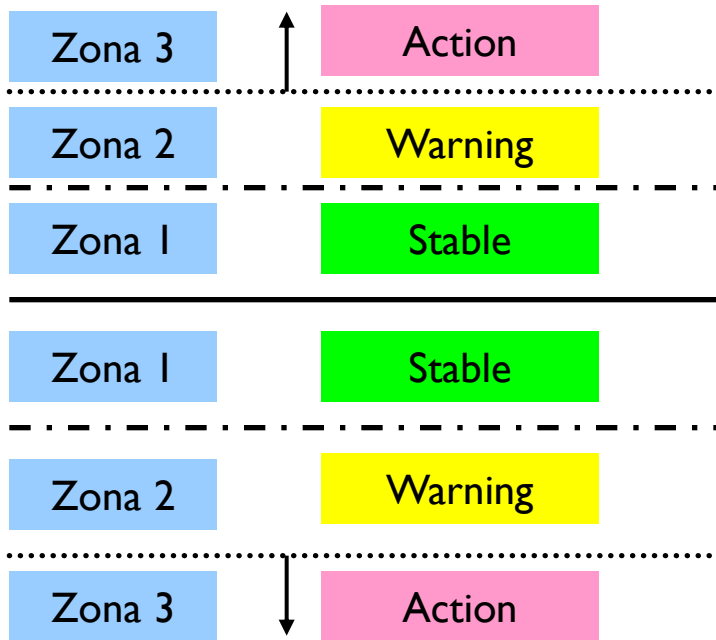
# Statistical Quality Control (SQC)

**Chart:**

*Chart Average Process (X-Double Bar)*

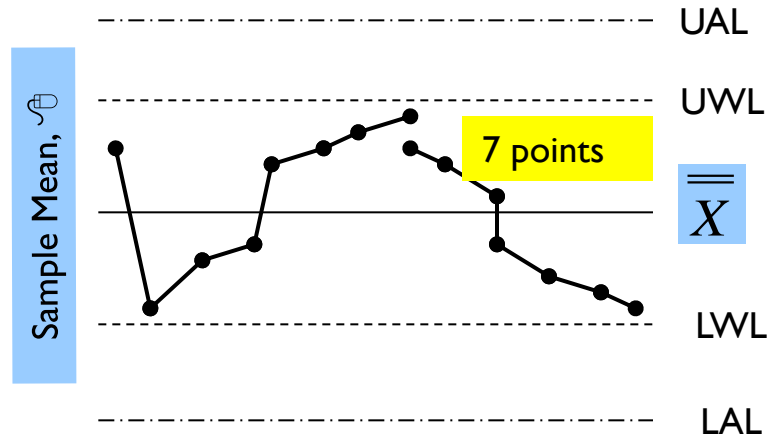


## 3 zones on the mean chart

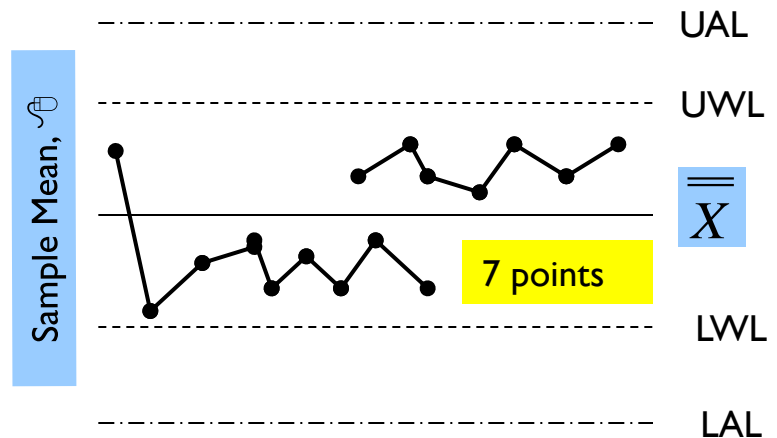


Probability Trends & Runs :  
 $(0.475)^7 = \text{Ca. } 0.005 \rightarrow \text{kecil sekali}$

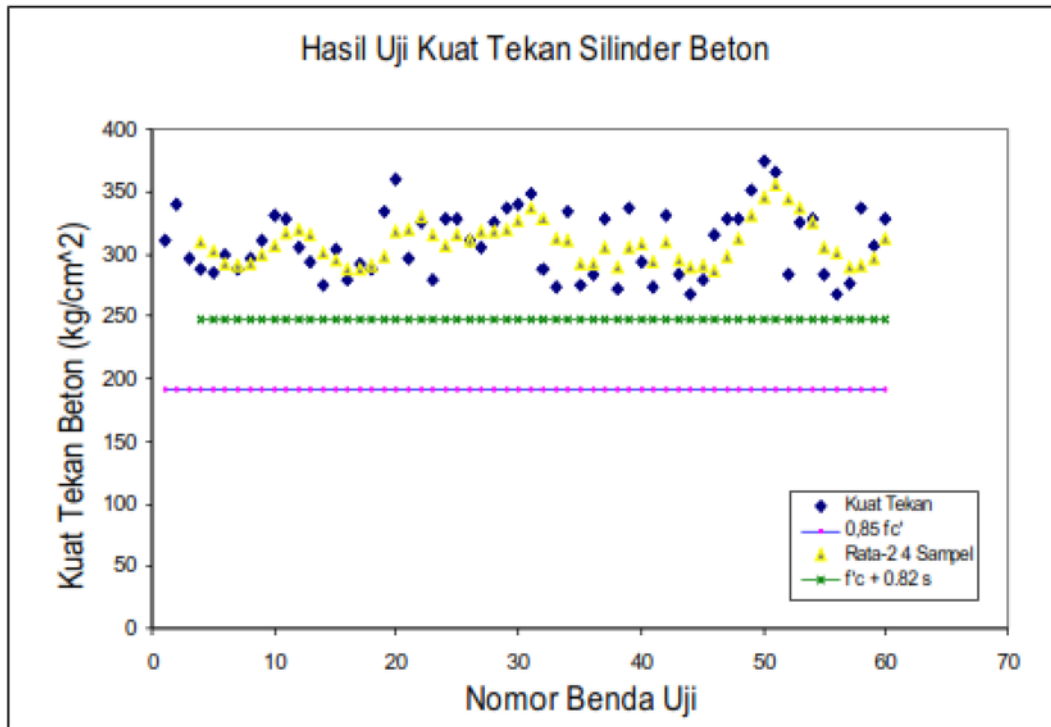
## Trends



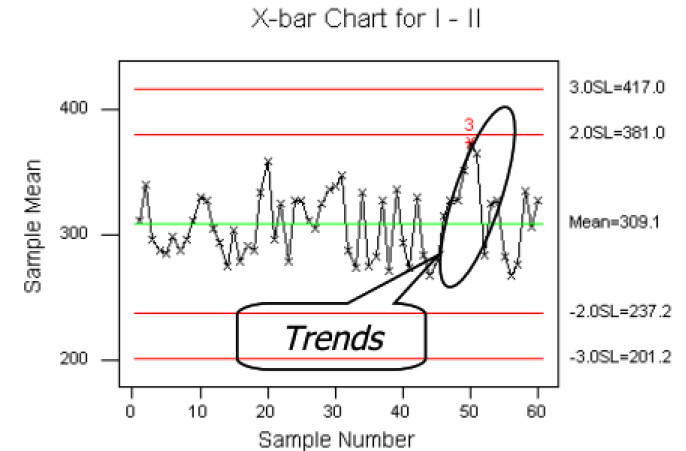
## Runs



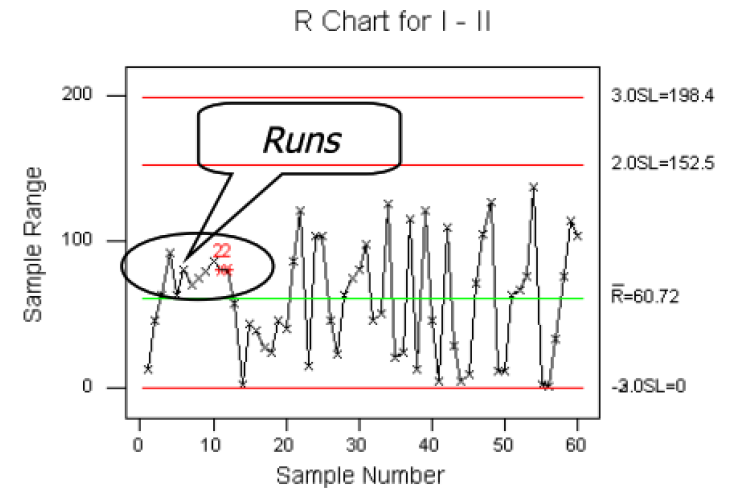
# Statistical Quality Control (SQC)



Gambar 1. Hasil Uji Kuat Tekan Beton



Gambar 7. Variasi Penyebab Khusus Trends



Gambar 8. Variasi Penyebab Khusus Runs

# Uji *Sandcone* – September 1994

(Hanya Contoh)

## Uji *t* dan Uji Normalitas : Zona D

### Uji One-Sample *t*: Zona D

Test of  $\mu = 95$  vs  $\mu > 95$

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean
Zona D	12	96.800	1.587	0.458

Variable	95.0% Lower Bound	T	P
Zona D	95.977	3.93	0.001

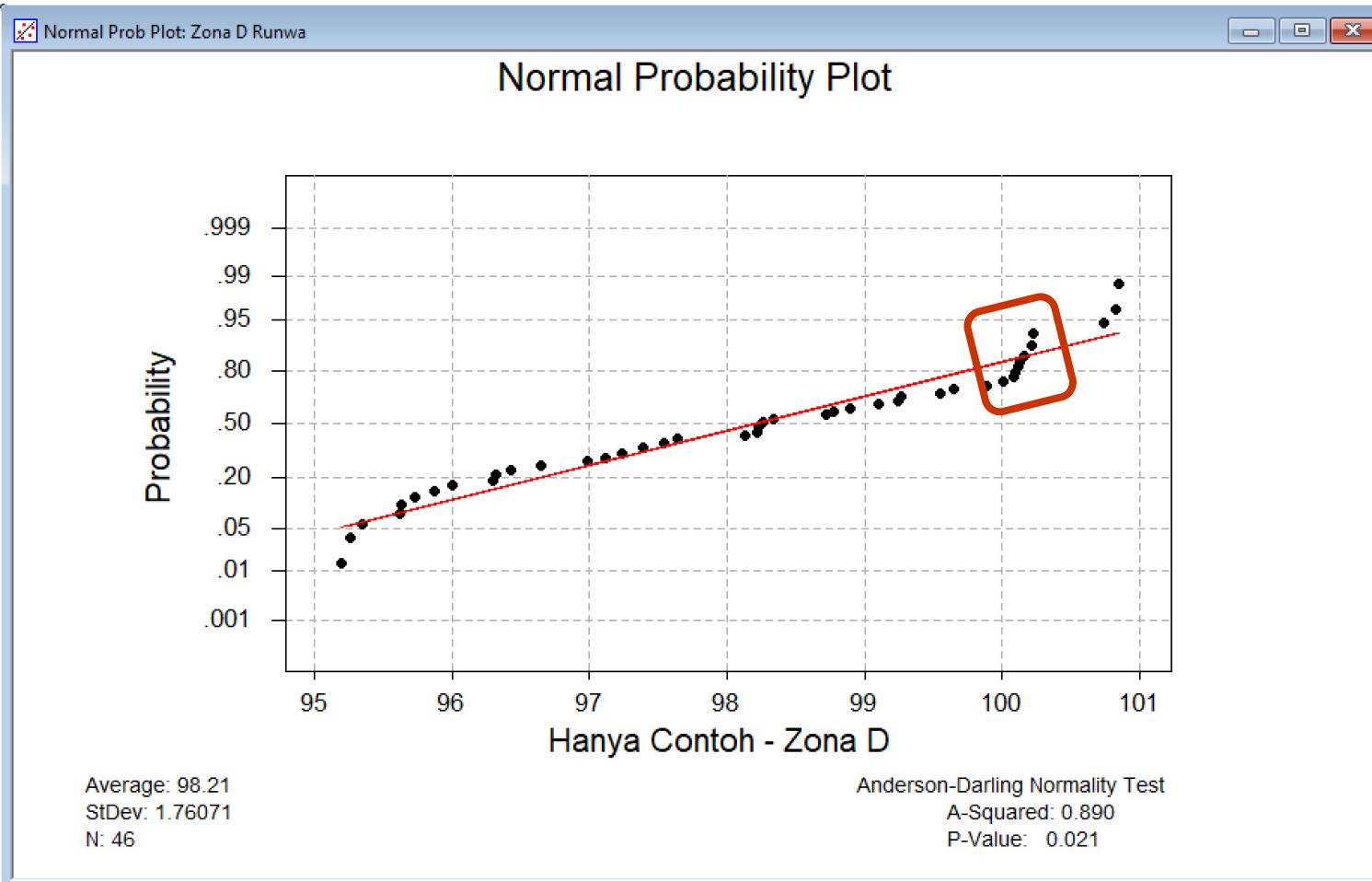
### Hasil

$P = 0.001 < 0.05$  ( $\alpha$ ) --- **Ok**

# Uji Sandcone – September 1994

(Hanya Contoh)

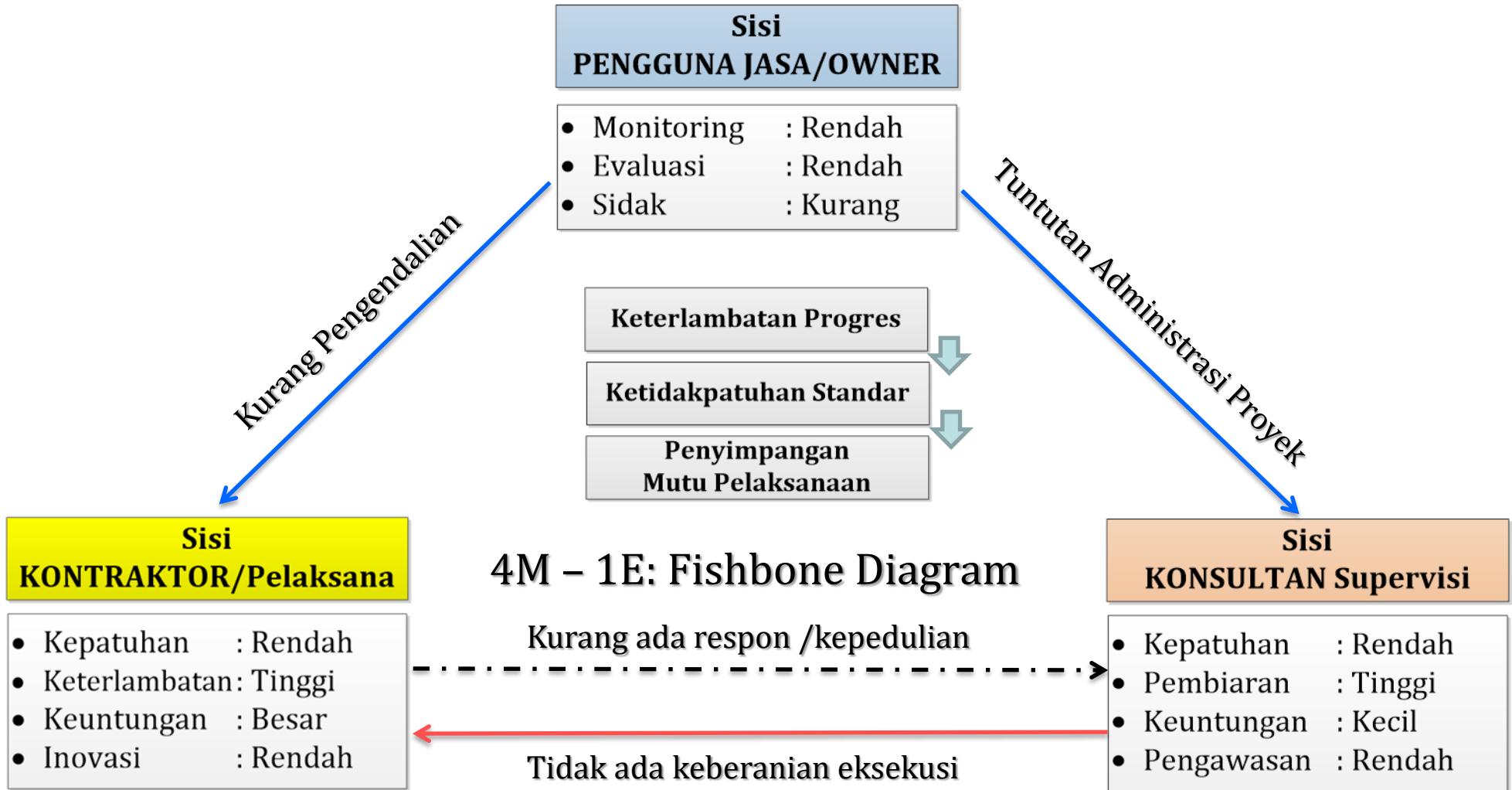
## Uji $t$ dan Uji Normalitas : Zona D



### Hasil



P-Value = 0.021 < 0.05  
(tidak berdistribusi  
Normal)

# Variasi Mutu – Keterlambatan – Ketidakpatuhan Standar



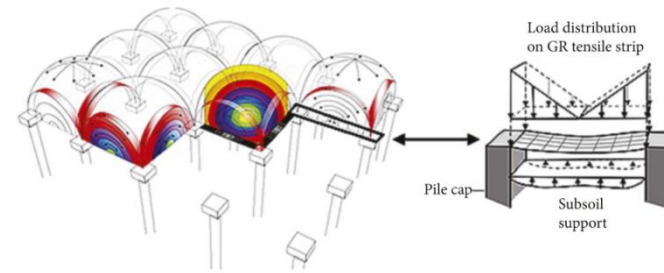


# Materi:

1. Pendahuluan
  2. Mekanisme Transfer Beban
  3. Gradasi Material LTP
  4. Parameter Desain
  5. Pelaksanaan Konstruksi LTP
  6. QA Plan - QC
  7. Penutup
- 
- 



# Penutup



Ringkasan dari paparan ini yang bisa disimpulkan adalah sebagai berikut:

1. Pentingnya pemahaman tentang standar/code dan juga versi yang terkini agar pelaksanaan dan hasil uji/tes dapat dipertanggung-jawabkan.
2. Disadari apa tidak bahwa bidang teknik sipil itu sebenarnya banyak data yang didapat melalui proses dengan tahapan-tahapan terukur agar tercapai output yang terukur maka sudah seharusnya data tersebut dianalisis dengan menggunakan teknik statistik (SQC) karena cara statistik dapat mengungkapkan adanya variasi penyebab khusus akibat keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan.

**Terimakasih**