

## **BAB 3**

### **PELAKSANAAN PENGUJIAN**

#### **3.1 Pengantar**

Pada bab ini akan diuraikan mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan pengujian di laboratorium. Pengujian yang dilakukan mengalami beberapa modifikasi dari perencanaan semula disesuaikan dengan keadaan dan kebutuhan data yang diinginkan. Pada bab pendahuluan telah disebutkan bahwa pengujian kompresibilitas dilakukan terhadap Sampah Perkotaan Artifisial (SPA), maka pada bagian kedua dari bab ini akan dijelaskan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan pembuatan benda uji SPA. Langkah selanjutnya berupa pengujian kompresibilitas SPA di laboratorium diuraikan pada bagian ketiga.

Setelah pengujian dilaksanakan, dilakukan proses analisis untuk memeriksa validitas data yang didapat. Pada bagian ini juga ditampilkan catatan khusus mengenai pengujian yang telah dilakukan. Tahapan ini akan dipaparkan dalam bagian ketiga. Dan pada bagian terakhir disajikan rangkuman yang memuat intisari penting yang perlu ditekankan dalam bab ini.

#### **3.2 Sampah Perkotaan Artifisial**

Sebagaimana telah disampaikan pada bab pendahuluan, SPA dikembangkan untuk mempermudah pengontrolan terhadap properti fisik sampah perkotaan. Dengan pembuatan SPA perbandingan masing-masing komponen, ukuran partikel dan kadar air sampah dapat diatur sedemikian rupa sesuai dengan karakteristik yang diinginkan. Dalam penelitian ini bahan organik yang digunakan adalah berupa pupuk organik (kompos).

##### **3.2.1 Benda Uji SPA**

###### *3.2.1.1 Jenis material dan komposisi benda uji*

Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk mendapatkan parameter kompresibilitas sampah perkotaan Indonesia maupun Amerika Serikat. Oleh karena itu, dilakukan pengujian kompresibilitas terhadap benda uji dengan

beberapa komposisi berbeda sesuai dengan karakteristik sampah perkotaan masing-masing negara. Tipe-tipe SPA berdasarkan komposisinya yang akan diuji diperlihatkan dalam tabel berikut :

Tabel 3.1 Tipe Komposisi Sampah Perkotaan Artifisial (dalam % Berat Kering)

<i>Komponen SPA</i>	<i>Tipe 1</i>	<i>Tipe 2</i>	<i>Tipe 3</i>
Organik (Kompos)	72.5	52.5	32.5
Kertas	5	12	18.75
Kardus	5	12	18.75
Plastik Film	5	5.25	5.5
Plastik Keras	5	5.25	5.5
Karet	2.5	4	5
Kain dan Kulit	2.5	4	5
Logam	2.5	5	9
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

Pada tabel di atas, SPA tipe 1 didominasi oleh material organik yang dianggap mewakili komposisi sampah perkotaan di Indonesia. Sedangkan SPA tipe 3 merupakan SPA dengan komposisi dominan material anorganik tipikal sampah perkotaan di Amerika Serikat. SPA tipe 2 merupakan sampah perkotaan dengan komposisi material yang berada di antara sampah perkotaan Indonesia dengan Amerika Serikat. Informasi kompresibilitas yang didapat dengan benda uji SPA tipe 2 akan digunakan sebagai data pendukung dan bahan perbandingan.

#### 3.2.1.2 Ukuran partikel

Pengujian dilakukan dengan menggunakan mold berdiameter 100 mm dan tinggi sekitar 117 mm, sehingga ukuran partikel benda uji juga harus dibuat kecil. Dalam percobaan ini ukuran komponen non-organik SPA akan dibuat persegi dalam tiga kelompok ukuran yaitu kecil (10 mm x 10 mm), sedang (20 mm x 20 mm) dan besar (25 mm x 25 mm). Untuk material kawat digunakan ukuran panjang 20 mm.

#### 3.2.1.3 Variasi benda uji

Pengujian kompresibilitas SPA akan dilakukan terhadap benda uji dengan kriteria sebagai berikut :

Tabel 3.2 Rencana Uji

Jenis Uji	No	Tipe SPA	Kompresi	w	T <sub>peram</sub>
Tipe II	1	2	40	50	1
	2	2	40	100	1
	3	2	100	50	1
	4	2	100	100	1
Partikel Besar	5	1	40	50	1
	6	1	100	100	1
	7	2	40	50	1
	8	3	40	50	1
Partikel Kecil	9	1	40	50	1
	10	1	100	100	1
	11	2	40	50	1
	12	3	40	50	1
Jenis Uji	No	Tipe SPA	Kompresi	w	T <sub>rendam</sub>
Dekomposisi	13	1	40	50	14
	14	1	40	100	14
	15	2	40	50	14
	16	3	40	50	14
Dekomposisi	17	1	40	50	28
	18	1	40	100	28
	19	2	40	50	28
	20	3	40	50	28

### 3.2.2 Pembuatan SPA Untuk Variasi Partikel

Pembuatan SPA meliputi kegiatan-kegiatan yang dimulai dari pengadaan material hingga menjadi objek yang dapat dikatakan sebagai sampah perkotaan dan siap untuk digunakan dalam pengujian laboratorium.

#### 3.2.2.1 Pengumpulan material

Sampah perkotaan artifisial dibuat dengan terlebih dahulu mengumpulkan seluruh material yang diperlukan. Material organik berupa kompos diperoleh dengan membeli dari pedagang pupuk dan tanaman. Untuk material non-organik

dipesan dari pengumpul sampah. Untuk setiap masing-masing komponen material non-organik dibuat sebanyak satu kilogram.

#### *3.2.2.2 Pemotongan material*

Material dipotong-potong dengan bentuk persegi dan seragam sesuai dengan kebutuhan ukuran partikel dalam pengujian. Kegiatan pengumpulan dan pemotongan material anorganik dikerjakan sekaligus oleh pengumpul sampah.

#### *3.2.2.3 Pengeringan kompos*

Kompos yang dibeli biasanya berada dalam kondisi basah. Untuk mempermudah pengontrolan kadar air benda uji, kompos akan dikeringkan terlebih dahulu. Proses pengeringan dilakukan dengan pengeringan udara, yaitu dengan menempatkan kompos dalam wadah terbuka dan dipapar dalam udara kering dan hangat selama beberapa hari.

Dalam penelitian ini, kompos yang digunakan didominasi oleh serbuk gergaji dan serutan kayu. Kompos yang didapat diasumsikan memiliki kandungan organik yang tinggi, mendekati 100%. Karena itu tidak dilakukan proses pembakaran untuk mengetahui kadar organik dalam kompos.

#### *3.2.2.4 Penimbangan komponen-komponen SPA*

Komponen-komponen SPA yang telah mencapai kondisi kering udara kemudian ditimbang berdasarkan tipe komposisi sampah yang akan diuji. Berat total sampel kering SPA direncanakan 1 kilogram. Dalam penimbangan, digunakan neraca yang memiliki tingkat ketelitian hingga mencapai 0,5 gram.

#### *3.2.2.5 Penyesuaian kadar air*

Setelah penimbangan, material organik dan anorganik dicampur dalam satu wadah untuk kemudian ditambahkan air ke dalamnya. Kadar air SPA yang akan diuji ditentukan sebesar 50 % dan 100 %. Pemberian kadar air yang berbeda bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap kompresibilitas sampah perkotaan.

Pemberian kadar air dilakukan dengan mencampur material untuk sampah perkotaan artifisial dengan sejumlah air yang dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$m_w = \frac{w(\%) \times m_D}{100}$$

Dimana :  $w$  = kadar air (%)

$m_w$  = massa air (kg)

$m_D$  = massa dari sampel kering (kg)

#### 3.2.2.6 Pemeraman

Pemeraman dilakukan agar air yang telah dicampurkan ke dalam material tercampur dan terdistribusi merata. Pemeraman dilakukan dengan memasukkan calon benda uji SPA ke dalam plastik dan diperam selama minimal 24 jam. Selama pemeraman, wadah selalu dijaga agar tertutup rapat dan tidak bocor. Hal ini dilakukan agar pada saat pengujian, didapat sampel SPA tidak mengalami kehilangan kadar air secara berlebihan.

### 3.2.3 Pembuatan SPA Untuk Pengaruh Dekomposisi

Pembuatan SPA meliputi kegiatan-kegiatan yang dimulai dari pengadaan material hingga menjadi objek yang dapat dikatakan sebagai sampah perkotaan dan siap untuk digunakan dalam pengujian laboratorium.

#### 3.2.3.1 Pengumpulan material

Sampah perkotaan artifisial dibuat dengan terlebih dahulu mengumpulkan seluruh material yang diperlukan. Material organik berupa kompos diperoleh dengan membeli dari pedagang pupuk dan tanaman. Untuk material non-organik dipesan dari pengumpul sampah. Untuk setiap pemesanan, masing-masing komponen material non-organik dibuat sebanyak satu kilogram.

#### 3.2.3.2 Pemotongan material

Material dipotong-potong dengan bentuk persegi dan seragam dengan ukuran 20 mm x 20 mm. Kegiatan pengumpulan dan pemotongan material anorganik dikerjakan sekaligus oleh pengumpul sampah.

### 3.2.3.3 Pengeringan kompos

Kompos yang dibeli biasanya berada dalam kondisi basah. Untuk mempermudah pengontrolan kadar air benda uji, kompos akan dikeringkan terlebih dahulu. Proses pengeringan dilakukan dengan pengeringan udara, yaitu dengan menempatkan kompos dalam wadah terbuka dan dipapar dalam udara kering dan hangat selama beberapa hari.

Dalam penelitian ini, kompos yang digunakan didominasi oleh serbuk gergaji dan serutan kayu. Kompos yang didapat diasumsikan memiliki kandungan organik yang tinggi, mendekati 100%. Karena itu tidak dilakukan proses pembakaran untuk mengetahui kadar organik dalam kompos.

### 3.2.3.4 Penimbangan komponen-komponen SPA

Komponen-komponen SPA yang telah mencapai kondisi kering udara kemudian ditimbang berdasarkan tipe komposisi sampah yang akan diuji. Berat total sampel kering SPA direncanakan 1 kilogram. Dalam penimbangan, digunakan neraca yang memiliki tingkat ketelitian hingga mencapai 0,5 gram.

### 3.2.3.5 Perendaman

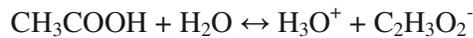
Setelah penimbangan, material organik dan anorganik dicampur dalam satu wadah untuk kemudian direndam dalam larutan yang bersifat asam dengan pH target 6,5. Larutan asam yang digunakan adalah larutan Asam Asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) dengan derajat disosiasi  $K_a = 2 \times 10^{-5}$ . Larutan cuka dibuat dari cuka makan yang beredar di pasaran. Dalam satu kemasan terdapat 150 ml larutan cuka 20 %. Artinya dalam satu kemasan terdapat 30 gram zat asam asetat. Asam asetat memiliki massa molar 60 gr/mol. Dengan prinsip stoikiometri bahwa mol asam asetat adalah massa dibagi dengan massa molar maka mol asam asetat adalah 0,5 mol. Molaritasnya adalah n mol dibagi volume larutan sehingga molaritas asam asetat adalah 3,33 molar. Nilai pH ditentukan dari persamaan :

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

di mana : pH = derajat keasaman

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= \text{molaritas ion } \text{H}^+ \text{ dalam larutan} \\ &= \text{mol } \text{H}^+ / \text{Volume larutan} \end{aligned}$$

Molaritas zat-zat dalam larutan diketahui dari reaksi berikut:



Molaritas awal :	3,33	-	-	-
Kesetimbangan :	<u>-x</u>	-	<u>x</u>	<u>x</u>
Molaritas akhi :	3,33-x		x	x

Konsentrasi asam dapat dihitung berdasar persamaan :

$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-] / [\text{CH}_3\text{COOH}] = x^2 / (3,33-x)$$

$$x = 2,57 \times 10^{-3} = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}^+]$$

pH awal adalah  $-\log [\text{H}^+] = -\log 2,57 \times 10^{-3} = 2,52$ . Untuk mendapatkan pH target 6,5 maka molaritas  $\text{H}^+$  berkisar  $3 \times 10^{-7}$ . Nilai mol ion  $\text{H}^+$  didapat

$$n \text{H}^+ = 2,57 \times 10^{-3} \times 0,15 = 4 \times 10^{-5}$$

Pengenceran yang diperlukan untuk mendapatkan molaritas dan pH target menjadi:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air yang ditambahkan} &= (4 \times 10^{-5} / 3 \times 10^{-7}) - 0,15 \text{ liter} \\ &= 1,2 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jadi, untuk mendapatkan pH yang diinginkan maka dilakukan pengenceran dengan perbandingan air dengan larutan asam cuka 20 % adalah 8 : 1

### 3.2.3.6 Penirisan dan penyesuaian kadar air

Penirisan dilakukan agar larutan asam yang terkandung dalam campuran SPA menguap. Penirisan dilakukan dengan menghampar sampel pada udara terbuka. Selama proses penirisan berlangsung, dilakukan pula penimbangan sampel secara berkala. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kadar air yang terkandung di dalam SPA. Untuk mendapatkan sampel dengan kadar air 100 %, maka proses penirisan dilakukan hingga sampel memiliki bobot dua kali berat awal. Dan untuk sampel dengan kadar air 50 %, proses penirisan dihentikan setelah bobot sampel mencapai 1,5 kali berat semula.

### 3.2.3.7 Pemeraman

Langkah selanjutnya berupa pemeraman identik dengan penelitian untuk pengaruh ukuran partikel. Bertujuan untuk meratakan distribusi kadar air di dalam sampel.

### 3.2.4 Pembuatan Benda Uji Kompresibilitas

Setelah pembuatan sampah perkotaan artifisial dilakukan, maka proses selanjutnya adalah pembuatan benda uji atau sampel untuk pengujian kompresibilitas.

#### 3.2.4.1 Peralatan

Pembuatan benda uji dilakukan dengan pemberian tegangan kompresi menggunakan alat Multiplex 50-E. Multiplex merupakan perangkat pengujian elektronik multiguna, di antaranya dapat digunakan untuk tes kompresibilitas, uji *Constant Bearing Ratio*, dan uji *Marshall*. Pada dasarnya prinsip kerja alat ini yaitu dengan memberikan tekanan yang merata melalui pelat besi terhadap permukaan sampah perkotaan di dalam mold.

Peralatan tambahan yang diperlukan dalam pengujian ini antara lain :

- Mold berdiameter 10 cm, beserta pelat dasar dan mold tambahannya
- Pelat penutup
- Neraca dengan ketelitian 1.0 gram
- Penumbuk
- Batang perata dan jangka sorong

Dalam tabel-tabel berikut ini disajikan spesifikasi dari mold dan pelat yang digunakan dalam pengujian :

Tabel 3.3 Data Ukuran Mold

Besaran	Mold I	Mold II	Mold III
$D_{\text{mold}}$ (cm)	10.175	10.155	10.175
$T_{\text{mold}}$ (cm)	11.75	11.72	11.7
$T_{\text{mold}} + \text{tambahan}$ (cm)	16.765	16.765	16.785
$M_{\text{mold}}$ (gr)	2945	3265	3170
$M_{\text{mold}} + \text{tambahan}$ (gr)	3810	4115	4030

Tabel 3.4 Data Ukuran Pelat

Besaran	Pelat P1
$D_{\text{pelat}}$ (cm)	9.84
$M_{\text{pelat}}$ (gr)	982
Tebal Pelat (cm)	1.81

#### 3.2.4.2 Persiapan Pengujian

Langkah-langkah awal sebagai persiapan pengujian adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan mold, pelat dasar serta pelat penutup dengan sikat.
2. Perangkaian mold dengan pelat dasar.
3. Penentuan besaran mold meliputi berat, diameter dan ketinggian
4. Pengukuran diameter dan ketebalan pelat penutup.
5. Pemasangan mold tambahan di atas mold utama.
6. Pengisian sampel SPA ke dalam mold hingga setinggi 1/3 mold lalu dilakukan pemadatan ringan menggunakan besi penumbuk.
7. Langkah nomor 6 dilakukan berulang hingga ketinggian sampel mencapai 2-3 cm dari mulut mold utama
8. Pemasangan pelat penutup diatas permukaan sampel SPA.

#### 3.2.4.3 Pemberian tekanan kompresi awal

Pemberian tekanan kompresi awal dalam pembuatan sampel bertujuan untuk mengkondisikan penurunan primer yang terjadi di lapangan. Variasi tegangan kompresi awal yang diberikan adalah 40 kPa dan 100 kPa.

Pemberian tegangan kompresi sebesar 40 kPa pada sampel SPA dilakukan untuk mensimulasikan tegangan yang diterima komponen sampah perkotaan pada kedalaman 5 m dari permukaan lahan TPA. Sedangkan pemberian tegangan sebesar 100 kPa dilakukan untuk mensimulasikan tegangan yang diterima komponen sampah perkotaan pada kedalaman 12,5 m dari permukaan lahan TPA.

Nilai tegangan kompresi di atas didapat dengan menganggap *unit weight* ( $\gamma$ ) sampah perkotaan di Indonesia adalah  $8 \text{ kN/m}^3$ , sehingga

- Pada kedalaman ( $h$ ) = 5 m, terjadi tegangan sebesar,

$$\sigma = \gamma \times h = 8 \text{ kN/m}^3 \times 5 \text{ m} = 40 \text{ kPa}$$

- Pada kedalaman ( $h$ ) = 12.5 m, terjadi tegangan sebesar,

$$\sigma = \gamma \times h = 8 \text{ kN/m}^3 \times 12.5 \text{ m} = 100 \text{ kPa}$$

Mold yang telah ditutup dengan pelat penutup dipasang pada frame alat Multiplex. *Dial gauge* diatur dahulu agar posisi jarum penunjuk berada pada angka nol. Tegangan kompresi lalu diberikan dengan menjalankan Multiplex sesuai prosedur pengoperasian alat.

#### 3.2.4.4 Pengambilan data

Sebelum melakukan pengambilan data tegangan kompresi awal sebesar 40 kPa dan 100 kPa dikonversi dahulu ke dalam satuan divisi (*div*) dari alat pengukur yang digunakan. Konversi dilakukan berdasarkan perhitungan dengan persamaan

$$div = \frac{0.25\pi D^2 \times \sigma_{KOMP} \times 1000}{g \times LRF}$$

- dimana :
- $div$  = satuan *dial gauge*
  - $D$  = diameter pelat yang digunakan ( $m^2$ )
  - $\sigma_{komp}$  = tegangan kompresi ( $kPa$ )
  - $g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
  - $LRF$  = *load resistance factor* ( $kgf/div$ )

*Load Resistance Factor* (LRF) merupakan faktor konversi suatu alat sebagai akibat penggunaan instrumen pengukur (dalam hal ini *load ring*) yang berbeda-beda. Tabel 3.5 memperlihatkan nilai LRF alat kompresi, beserta jumlah divisi pembacaan alat untuk pemberian tegangan kompresi 40 kPa dan 100 kPa.

Tabel 3.5 Nilai LRF dan jumlah divisi untuk pembacaan alat kompresi pada tegangan 40 kPa dan 100 kPa

Alat	LRF (kgf/div)	Jumlah divisi (div)	
		40 kPa	100 kPa
Multiplex 28 kN	2.522	12.3	30.76

Pencatatan data kompresi diawali dengan pengukuran data-data umum seperti berat mold, diameter dan ketinggian mold, serta volume dari tiap sampel. Selanjutnya setelah alat kompresi dijalankan, tegangan kompresi diberikan hingga pembacaan alat mencapai divisi sesuai dengan jenis alat.

Setelah mencapai tegangan kompresi 40 kPa atau 100 kPa, kompresi dihentikan. Sampel dibiarkan selama selang waktu yang telah ditentukan, kemudian dilakukan pembacaan dan pencatatan divisi alat. Setelah itu alat dijalankan kembali hingga mencapai tegangan kompresi sebelumnya, lalu dimatikan lagi. Sampel didiamkan kembali selama waktu tertentu dan dilakukan pencatatan hasil pembacaan alat, begitu seterusnya. Waktu yang diperlukan saat sampel didiamkan ditambah tiap kali memulai pemberian tegangan, yaitu 10 detik, 30 detik, 1 menit dan kemudian berturut-turut 2, 4, 8, 15, 30, dan terakhir 60 menit.

Setelah pemberian tegangan kompresi selesai, data-data umum seperti berat mold, diameter dan ketinggian mold, serta volume dari tiap sampel diukur kembali untuk mengetahui besarnya penurunan akibat pemberian tegangan kompresi awal, serta untuk mengukur unit weight dari setiap sampel yang dibuat. Perlu diperhatikan dalam mengukur ketinggian sampel, dilakukan sebelum sampel dilepas dari frame. Hal ini dilakukan untuk menghindari perubahan ketinggian sampel akibat pengembangan.

Untuk memudahkan pencatatan dibuat suatu form pembuatan sampel. Setelah form terisi seluruhnya, maka pembuatan sampel sampah perkotaan artifisial dianggap selesai, dan sampel siap digunakan dalam pengujian kompresibilitas.

### 3.3 Pengujian Kompresibilitas

Tipe uji kompresibilitas yang dilakukan untuk pengujian laboratorium adalah uji kompresibilitas primer. Di lapangan, kompresi primer akan berakhir dalam waktu kurang dari 30 hari setelah pembebanan diberikan.<sup>1</sup> Yang kemudian berlanjut berupa kompresibilitas sekunder. Pada pengujian di laboratorium, penurunan primer yang diakibatkan oleh pembebanan awal dapat dikondisikan melalui proses pembuatan sampel yang melibatkan pemberian tegangan kompresi statis.

#### 3.3.1 Peralatan

Pengujian kompresibilitas sampah perkotaan menggunakan Multiplex 50-E. Multiplex merupakan perangkat pengujian elektronik yang multiguna, diantaranya untuk tes kompresibilitas, *Constant Bearing Ratio test* dan *Marshall test*. Untuk pengujian kompresi, Multiplex mendukung metode pembebanan *constant rate of strain* dengan kecepatan penurunan 0.5 mm/menit hingga 50 mm/menit.

#### 3.3.2 Persiapan

Setelah pembuatan benda uji selesai dilakukan, mold yang berisi sampel siap uji dipasang ke alat multiplex. Mold dipasang sesuai dengan prosedur dalam buku petunjuknya, dan *dial gauge* diatur supaya posisi jarum penunjuknya berada pada angka nol. Kemudian alat dijalankan dan pencatatan dimulai pada saat *dial gauge* dari *load ring* maupun *displacement transducer* mulai bergerak.

#### 3.3.3 Pengujian

##### 3.3.3.1 Metode constant rate of strain

Pengadopsian metode *constant rate of strain* dalam pengujian kompresibilitas ini dilakukan untuk mempercepat proses pengujian, karena metode pembebanan standar seperti tes konsolidasi biasa, membutuhkan waktu yang relatif lama untuk menyelesaikan pengujian sebuah benda uji. Dalam metode

---

<sup>1</sup> Sowers, 1973 dalam disertasi oleh de Abreu, 2003

pembebanan *constant rate of strain*, deformasi yang diberikan pada sampel bekerja pada kecepatan konstan.

### 3.3.3.2 Pengambilan data

Pencatatan tegangan kompresi dilakukan berdasarkan tingkat penurunan yang telah ditentukan sebelumnya. Penurunan total dibatasi hingga 30 mm. Ini dilakukan demi efisiensi waktu dan dengan alasan bahwa data-data tegangan kompresi yang didapat dengan penurunan total sebesar 30 mm sudah dianggap cukup mampu untuk membentuk grafik hubungan antara tegangan kompresi dan penurunan yang ideal.

Untuk memudahkan pencatatan, maka dibuat suatu form pengujian kompresibilitas. Dalam form ini yang dicatat adalah data divisi alat pengukur (*dial gauge*). Data-data divisi alat yang didapat dari pengujian kemudian dikonversi ke dalam satuan tegangan (*kPa*) dengan menggunakan persamaan

$$\sigma_{KOMP} = \frac{div \times g \times LRF}{0.25\pi D^2 \times 1000}$$

dimana : *div* = satuan *dial gauge*  
*D* = diameter pelat yang digunakan ( $m^2$ )  
 $\sigma_{komp}$  = tegangan kompresi (*kPa*)  
*g* = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )  
*LRF* = *load resistance factor* ( $kgf/div$ )

## 3.4 Kesulitan Dalam Pengujian

Kesulitan ditemui dalam pengujian dan dalam langkah selanjutnya untuk mengolah data. Kesulitan muncul sebagai akibat dari faktor peralatan dan pelaksanaan prosedur pengujian yang tidak sempurna.

### 3.4.1 Faktor Peralatan

1. Neraca timbangan yang tidak akurat.

Dalam pengujian digunakan dua buah timbangan, yaitu neraca dengan ketelitian 0,5 gram untuk penyiapan sampel dan neraca dengan akurasi 1 gram dalam uji kompresibilitas. Neraca dengan ketelitian 1 gram

memberikan pembacaan yang beberapa kali tidak konsisten. Sehingga perlu dilakukan penimbangan beberapa kali untuk menentukan akurasi pembacaan

2. Kekuatan *load ring* yang terlalu besar.

Di dalam penelitian digunakan load ring dengan beban sebesar 28 kN. Load ring ini dinilai terlalu besar untuk pengujian yang dilakukan sehingga ketelitian pembacaan pembebanan tidak cukup akurat..

### 3.4.2 Pelaksanaan Pengujian Tidak Sempurna

Kesulitan ini muncul sebagai akibat kesalahan penguji atau ketidakkonsistenan dalam pengujian. Di antaranya dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. Akurasi pengamatan dan pengukuran.

Kekurangan dalam akurasi pengamatan muncul dalam penimbangan, pengaturan kadar air, pengaturan pemberian kompresi awal dan pembacaan skala dial gauge.

2. Data tidak lengkap

Hal ini di antaranya disebabkan oleh pengaturan pen dial yang tidak cermat sehingga penurunan pengujian tidak mencapai target 30 mm.

3. Standar kelembaban kompos

Dalam pengujian yang dilakukan, kadar kelembaban kompos yang disiapkan untuk pengujian berbeda. Beberapa sampel menggunakan kompos yang relatif kering dan sebagian menggunakan kompos yang relatif lebih basah.

3. Waktu pemeraman yang tidak konsisten.

Beberapa sampel diuji setelah melewati batas waktu pemeraman. Hal ini karena penjadwalan penyiapan sampel dan pengujian yang tidak baik.

4. Kondisi perendaman

Selama masa penyiapan sampel terdekomposisi, dibutuhkan jangka waktu yang cukup lama. Dalam masa perendaman tidak dapat dijaga sampel dalam kondisi optimum. Hal ini disebabkan perubahan suhu dan cuaca.

Selama persiapan juga tidak menutup kemungkinan masuknya bahan-bahan asing ke dalam sampel yang disiapkan.

Beberapa catatan khusus dibuat untuk beberapa sample guna memberi informasi mengenai penyimpangan yang diamati selama pengujian.

Tabel 3.6 Catatan khusus mengenai penyimpangan yang terjadi pada masing-masing sampel SPA dalam pengujian

No.	Catatan Khusus
1	Kompos relatif basah
2	Kompos relatif basah
3	Usia peram 3 hari
4	Usia peram 3 hari
5	
6	
7	Usia peram 3 hari
8	Usia peram 4 hari
9	
10	Pembacaan pen dial hanya mencapai 28 mm
11	Kompos relative kering
12	Kompos relatif kering
13	
14	
15	Penirisan dilakukan sampai relatif kering
16	
17	
18	
19	Penirisan dilakukan sampai relative kering
20	

Dengan adanya informasi mengenai parameter kompresibilitas sampah perkotaan yang berasal dari Amerika Serikat keabsahan data-data yang didapat dari hasil pengujian kompresibilitas sampah perkotaan Indonesia dapat diprediksi, meskipun sebelumnya tidak tersedia data kompresibilitas sampah perkotaan tipe Indonesia yang dapat digunakan sebagai data pembanding. Informasi mengenai parameter kompresibilitas ini nantinya akan diperlukan sebagai data pembanding pada tahap analisis hasil pengujian kompresibilitas sampah perkotaan di laboratorium. Dengan menemukan korelasi antara data indeks kompresi yang didapat dari hasil percobaan dengan data indeks kompresi yang telah ada, maka dapat dilakukan proses validasi terhadap hasil pengujian.

Hal ini dapat dilakukan karena pengujian kompresibilitas tidak hanya dilakukan terhadap SPA Indonesia, melainkan juga terhadap SPA tipe Amerika Serikat. Indeks kompresi yang didapat dari pengujian kompresibilitas sampah perkotaan tipe Amerika Serikat dibandingkan dengan indeks kompresi sampah perkotaan yang didapat dari literatur. Bilamana kecenderungan (*trend*) dari data-data indeks kompresi hasil pengujian masuk ke dalam kisaran indeks kompresi di literatur, maka data-data hasil pengujian kompresibilitas sampah perkotaan tipe Amerika Serikat dikatakan valid dan pengujian kompresibilitas yang telah dilakukan dianggap sudah benar. Dengan demikian, data-data hasil pengujian kompresibilitas sampah perkotaan tipe Indonesia juga dapat dikatakan valid.