

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Metode penelitian menurut Sugiyono (2018:2) adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Adapun metode penelitian Tugas Akhir ini adalah eksperimental-laboratoris. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat pemodelan kedua tanah dengan perilaku metode pemadatan yang berbeda.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berasal dari studi kasus proyek Tol Dumai Riau.



Gambar 3. 1 Tempat penelitian

(sumber : google maps)

3.3 Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan berupa tanah timbunan (*clay silt*) pada Proyek Tol Dumai, Riau. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan

data primer yang diperoleh dari sampel tanah timbunan dari Proyek Tol Dumai Riau. Untuk mendukung keperluan analisis data pada penelitian ini, peneliti memerlukan sejumlah data hasil uji laboratorium yang dilakukan pada sampel tanah dan beberapa studi literatur.

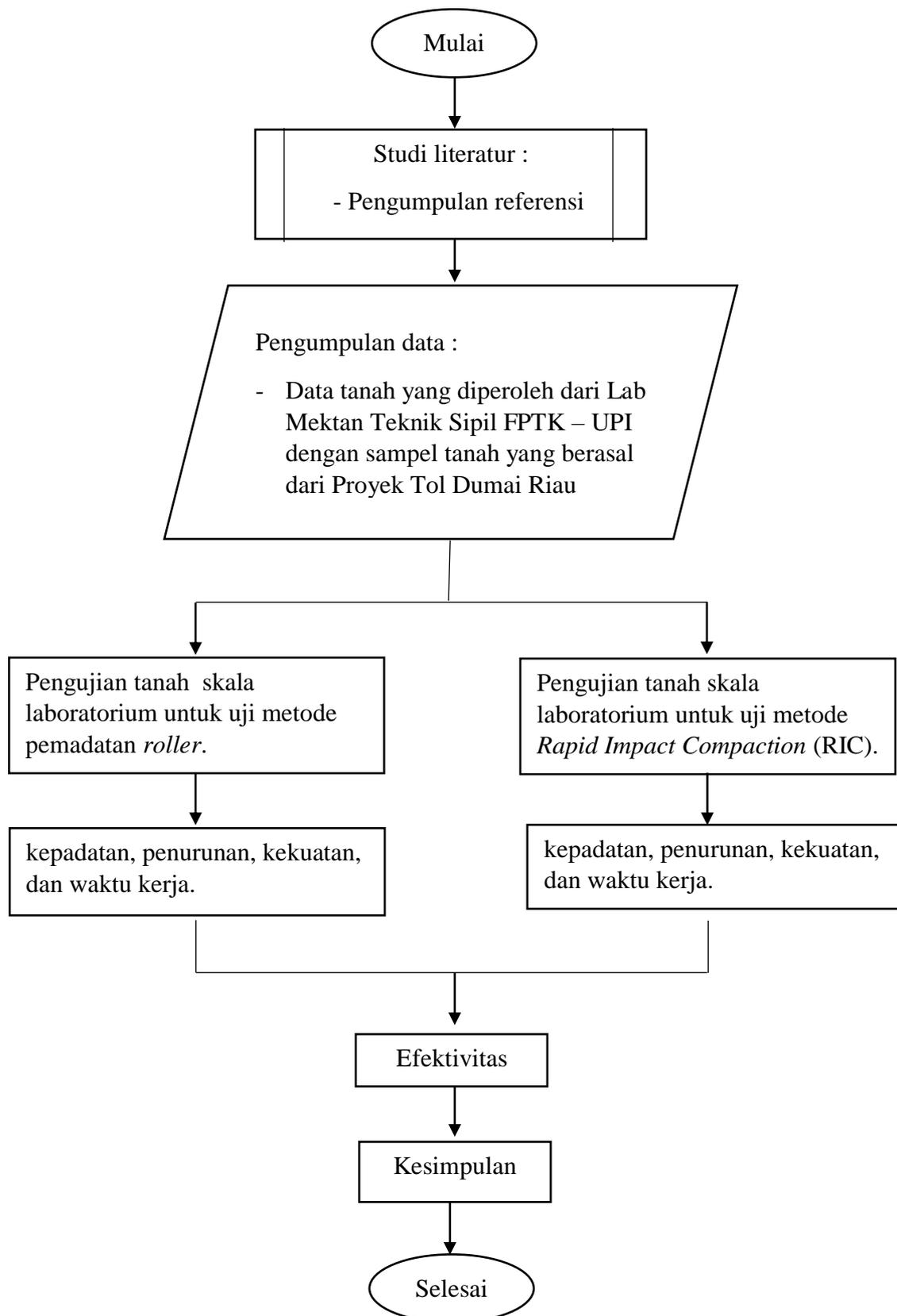
3.4 Instrumen Penelitian

Sugiyono (2014, hlm. 92) menyatakan bahwa “Instrumen penelitian adalah suatu alat pengumpul data yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati”. Instrumen penelitian yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa pengujian di dalam laboratorium yang didesain oleh peneliti dalam hal pemodelannya.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Tahap pertama adalah persiapan meliputi studi literatur, dimana di tahap ini mengumpulkan beberapa referensi sebagai landasan dalam penelitian ini.
2. Tahap kedua adalah pengumpulan data, baik sampel maupun hasil uji lab lainnya,
3. Tahap ketiga adalah pengujian kedua pemodelan metode *roller* dan metode *rapid impact compaction* dalam skala laboratorium,
4. Tahap keempat adalah hasil dari pengujian pemodelan metode *roller* dan metode *rapid impact compaction* dalam skala laboratorium,
5. Tahap kelima adalah efektivitas mengenai kedua pengujian tersebut, manakah yang lebih efektif dan dapat digunakan sebagai rekomendasi pemadatan pada Proyek Tol Dumai Riau.



Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian

3.5.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan permasalahan yang diangkat oleh peneliti. Referensi dalam penelitian ini berisikan tentang :

- a. Pematatan tanah
- b. Tanah
- c. Parameter tanah
- d. Pemodelan geoteknik
- e. Efektivitas

Referensi di atas didapat dari buku, jurnal, artikel, laporan penelitian dan juga situs – situs di internet. Tujuannya untuk memperkuat dan mendukung permasalahan yang diteliti sebagai landasan teori.

3.5.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengujian laboratorium di Laboratorium Mekanika Tanah FPTK – UPI. Pengujian yang dilakukan yakni berat jenis tanah, uji hidrometer, dan uji kompaksi

3.5.2.1 Pengujian Berat Jenis Tanah (ASTM D-854-02)

Percobaan ini mencakup penentuan berat jenis (specific gravity) tanah dengan menggunakan botol Píknometer. Tanah yang diuji harus lolos saringan No. 4. Bila nilai berat jenis dan uji ini hendak digunakan dalam perhitungan untuk uji hydrometer, maka tanah harus lolos saringan # 200 (diameter = 0.074 mm).

3.5.2.2 Pengujian Hidrometer

Analisis hidrometer adalah metode untuk menghitung distribusi ukuran butir tanah berdasarkan sedimentasi tanah dalam air, kadang disebut juga uji sedimentasi. Analisis hidrometer ini bertujuan untuk mengetahui pembagian ukuran butir tanah yang berbutir halus.

3.5.2.3 Pengujian Kompaksi

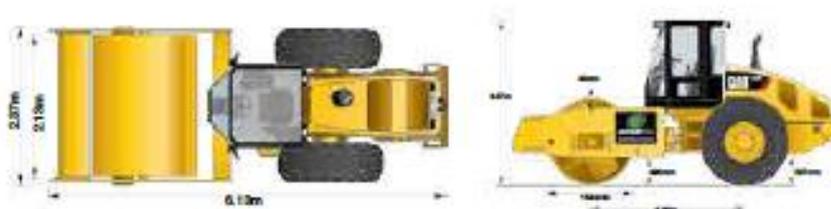
Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan suatu cara mekanis (digilas/ditumbuk). Pada proses pemadatan untuk setiap daya pemadatan tertentu, kepadatan yang tercapai tergantung pada banyaknya air di dalam tanah tersebut, yaitu kadar airnya. Apabila kadar air rendah mempunyai sifat keras atau kaku sehingga sukar dipadatkan.

Bilamana kadar airnya ditambah maka air itu akan berlaku sebagai pelumas sehingga tanah akan lebih mudah dipadatkan. Pada kadar air yang lebih tinggi lagi kepadatannya akan turun karena pori-pori tanah menjadi penuh terisi air yang tidak dapat lagi dikeluarkan dengan cara memadatkan.

3.5.3 Pemodelan Tanah dan Alat

Dalam hal ini, pemodelan dilakukan dengan membandingkan energi pemadatan di lapangan dan dikonversikan ke laboratorium dengan luas yang lebih kecil, sehingga didapatkan energi pemadatan untuk laboratorium.

Pemadatan roller di Lapangan



Gambar 3. 3 Pemadat *Roller*

Spesifikasi :

<i>Weight</i> (m)	= 13101 kg \approx 28882,761 Pounds
Lebar drum	= 2,13 meter \approx 6,99 ft
Diameter drum	= 1534 mm \approx 5,032 ft
Jumlah lintasan (N)	= 8 lintasan (Menurut Kuzner, 1997)
Tinggi timbunan	= 30 cm \approx 0,98 ft
Kecepatan (v)	= 8 km/h \approx 7,29 ft/s

Teuku Fajriansyah, 2020

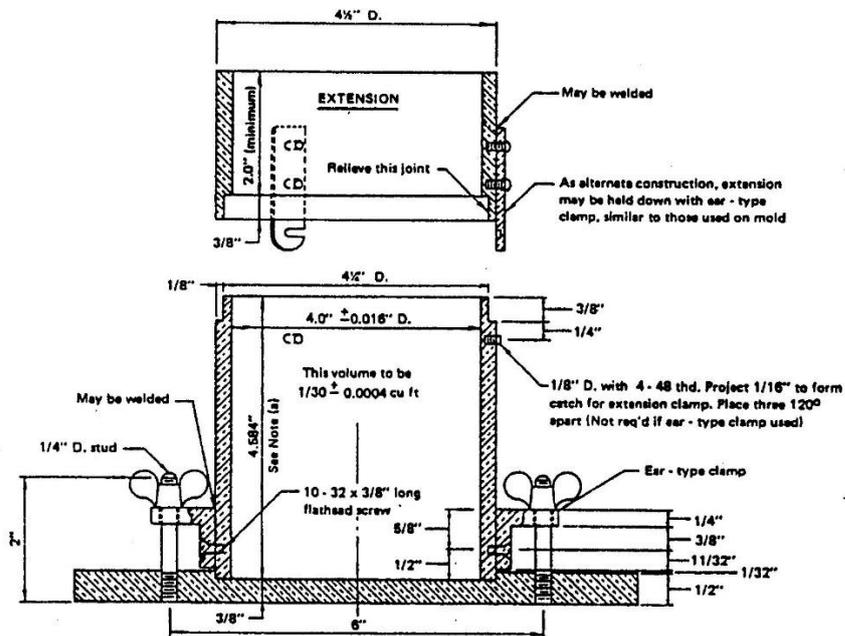
EFEKTIVITAS METODE PEMADATAN RAPID IMPACT COMPACTION (RIC) VS METODE PEMADATAN ROLLER DALAM SKALA LABORATORIUM PADA STUDI KASUS PROYEK TOL DUMAI RIAU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang selimut tabung} &= \pi \times d \\
 &= \pi \times 5,032 \text{ ft} \\
 &= 15,8085 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Energi Lap. Roller} &= \frac{m \times v^2 \times N}{2 \times \text{Volume}} \\
 &= \frac{28882,761 \times 7,29^2 \times 8}{2 \times (6,99 \times 15,8085 \times 0,98)} \\
 &= 56696,99 \text{ ft-lb/cu-ft}
 \end{aligned}$$

a. Pemadatan Kompaksi (Laboratorium)



Gambar 3. 4 *Mold* dengan Diameter 4 inch

Menggunakan *modified proctor test*.

		<i>Standard</i>	<i>Modified</i>
<i>Mold</i>	Diameter	4 inch	4 inch \approx 1,5 ft
	Volume	1/30 <i>cubic feet</i>	1/30 <i>cubic feet</i>
<i>Hammer</i>	Berat	5.5 <i>pound</i>	10 <i>pound</i>

	Tinggi Jatuh	12 inch	18 inch
Lapisan		3 lapisan	5 lapisan
Jumlah Pukulan		25 x/lapis	25 x/lapis
Energi		± 12400 ft-lb/cu-ft	± 56000 ft-lb/cu-ft

$$\begin{aligned}
 \text{Energi} &= \frac{\text{Jumlah pukulan} \times \text{Jumlah lapisan} \times \text{Tinggi jatuh} \times \text{Berat hammer}}{\text{Volume of mold}} \\
 &= \frac{25 \times 5 \times 1,5 \times 10}{0,033} \\
 &= 55875,28 \text{ ft-lb/cu-ft}
 \end{aligned}$$

Tabel 3. 1 Resume perhitungan energi pemadatan

Energi Pemadatan <i>Roller</i>	Energi Pemadatan Kompaksi (<i>modified</i>)
56696,99 ft-lb/cu-ft	55875,28 ft-lb/cu-ft

b. Pemodelan Pemadatan *Roller* di Laboratorium

Untuk menentukan ukuran alat *roller* lab dan jumlah lintasannya, digunakan energi pemadatan yang sama, hanya saja dibedakan pada volume tanah.

$$\text{Kecepatan (v)} = \frac{60 \text{ cm}}{1,5 \text{ s}} = 40 \text{ cm/s} \approx 1,312 \text{ ft/s}$$

$$\text{Jumlah lintasan} = 104$$

$$\begin{aligned}
 \text{Area} &= p \times l \times \text{tebal lapisan} \\
 &= 0,6 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 0,015 \text{ m} \\
 &= 0,0027 \text{ m}^3 \approx 0,095 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Nilai m didapat dari hasil *goal seek* maka perhitungannya sebagai berikut

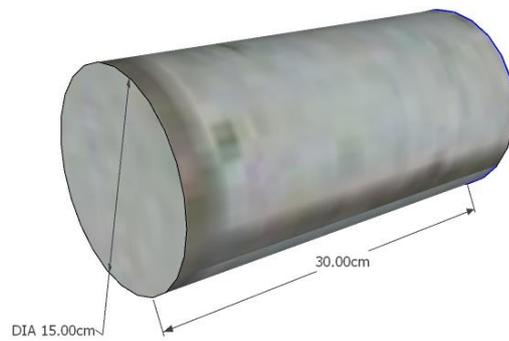
$$\begin{aligned}
 \text{Energi Lab. Roller} &= \frac{m \times v^2 \times N}{2 \times \text{Volume}} \\
 &= \frac{59,52064332 \times 1,312^2 \times 104}{2 \times 0,095} \\
 &= 55875,28 \text{ ft-lb/cu-ft}
 \end{aligned}$$

Maka didapat $m = 59,52064 \text{ pon} \approx 26,99814 \text{ kg}$

Teuku Fajriansyah, 2020

EFEKTIVITAS METODE PEMADATAN RAPID IMPACT COMPACTION (RIC) VS METODE PEMADATAN ROLLER DALAM SKALA LABORATORIUM PADA STUDI KASUS PROYEK TOL DUMAI RIAU

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3. 5 Alat model *roller*

(sumber : dokumentasi penulis)



Gambar 3. 6 Alat model *roller*

(sumber : dokumentasi penulis)



Gambar 3. 7 Penimbangan berat alat model *roller*

Sumber : dokumentasi penulis

Material yang dibuat untuk menjadi alat model *roller* adalah beton dan besi didalamnya sehingga berat mencapai 26,99 kg. Dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.

c. Pematatan *Rapid Impact Compaction* (RIC) di Lapangan

Peralatan RIC merupakan perpaduan antara palu hidrolik dan excavator dengan ketentuan sebagai berikut ;

- Berat *hammer* (W_H) : 5 – 9 ton \approx 11023,1 – 19841,6 *pound*
- Tinggi jatuh : 1,2 – 1,5 meter \approx 3,94 – 4,92 ft
- *Compactor foot* (W_F) : min. 3 ton \approx 6613,87 *pound*
- Diameter *compactor foot* : 0,8 – 2,0 meter \approx 2,62 – 6,56 ft
- Ketinggian tanah : 4 meter

Pada metode pematatan *Rapid Impact Compaction*, penumbuk dijatuhkan pada alas penumbuk yang ditempatkan diatas permukaan tanah secara tetap, dalam hal ini besarnya kecepatan sebelum dan setelah terjadi tumbukan menurut (Falkner et al., 2010) yang diturunkan dari persamaan momentum dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut ;

$$V_H = \sqrt{2 \times g \times h} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$V_F = \frac{2 \times W_H \times V_H}{W_H + W_F} \dots\dots\dots(4.2)$$

Dalam hal ini ; h = tinggi jatuh, ft

W_H = berat penumbuk, *pounds*

W_F = berat alas penumbuk, *pounds*

g = gravitasi, ft/s²

V_H = kecepatan penumbuk saat terjadi tumbukan, ft/s

V_F = kecepatan pelat alas penumbuk dan penumbuk sesaat setelah terjadi tumbukan, ft/s

$$\begin{aligned} V_H &= \sqrt{2 \times g \times h} \\ &= \sqrt{2 \times 32,17 \times 3,94} \end{aligned}$$

Teuku Fajriansyah, 2020

EFEKTIVITAS METODE PEMADATAN RAPID IMPACT COMPACTION (RIC) VS METODE PEMADATAN ROLLER DALAM SKALA LABORATORIUM PADA STUDI KASUS PROYEK TOL DUMAI RIAU

Universitas Pendidikan Indonesia | respository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

$$= 15,92 \text{ ft/s}$$

$$\begin{aligned} V_F &= \frac{2 \times W_H \times V_H}{W_H + W_F} \\ &= \frac{2 \times 11023,1 \times 15,92}{11023,1 + 6613,87} \\ &= 19,90 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Energi} &= \frac{(W_H + W_F) \times V_F^2 \times N}{2 \times \text{Volume}} \\ &= \frac{(11023,1 + 6613,87) \times 19,90^2 \times 40}{2 \times (\pi \times 1,31^2 \times 13,12)} \\ &= 1975261 \text{ ft-lb/cu-ft} \end{aligned}$$

d. Pemadatan *Rapid Impact Compaction* (RIC) di Laboratorium

Untuk menentukan ukuran alat RIC di lab dan jumlah pukulannya, maka digunakan energi di lapangan untuk dikonversi dalam volume yang lebih kecil dengan energi yang sama. Dengan menggunakan *goal seek*, berikut adalah perhitungan energi pemadatan RIC di laboratorium.

Untuk ketinggian tanah pemadatan digunakan skala geometrik model (nL). Menurut Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2014) konsep geometrik model ini dituliskan secara matematis sebagai berikut,

$$nL = \frac{L_p}{L_m} \dots\dots\dots (4.3)$$

Dengan nL adalah skala panjang, L_p adalah ukuran (panjang) prototip, dan L_m mewakili ukuran (panjang) model. Diambil ketinggian prototip 4 meter (13,12 ft), dan ketinggian model 20 cm (0,656 ft).

$$nL = \frac{400}{20} = 20$$

$$\begin{aligned} V_H &= \sqrt{2 \times g \times h} \\ &= \sqrt{2 \times 32,17 \times 2,3} \\ &= 12,16 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_F &= \frac{2 \times W_H \times V_H}{W_H + W_F} \\
 &= \frac{2 \times 44,91 \times 12,16}{44,91 + 11,02} \\
 &= 19,54 \text{ ft/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Energi} &= \frac{(W_H + W_F) \times V_F^2 \times N}{2 \times \text{Volume}} \\
 &= \frac{(44,91 + 11,02) \times 19,51^2 \times 20}{2 \times (\pi \times 0,229^2 \times 0,656)} \\
 &= 1975261 \text{ ft-lb/cu-ft}
 \end{aligned}$$

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan diatas :

- Tinggi jatuh (h) : 2,3 ft \approx 70 cm
- Berat hammer (W_H) : 44,91 pound \approx 20,35 kg
- Jari-jari hammer : 5 cm
- *Compactor foot* (W_F) : 11,02 pound \approx 5 kg
- Jari-jari *compactor foot* : 0,229 ft \approx 6 cm
- Ketinggian tanah : 0,656 ft \approx 21 cm

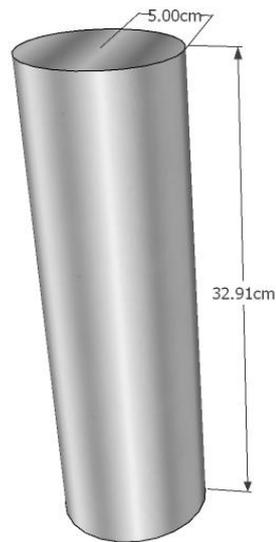
Setelah mengetahui berat alat, maka dapat diketahui ukuran alat ;

1. Berat penumbuk

$$W = \pi \cdot r^2 \cdot t \cdot \text{berat jenis baja}$$

$$t = \frac{W}{\pi r^2 \text{ berat jenis besi}}$$

$$t = \frac{20,35}{\pi 0,05^2 7874} = 0,32906 \text{ m} \approx 32,91 \text{ cm}$$



Gambar 3. 8 Alat model *rapid impact compaction*

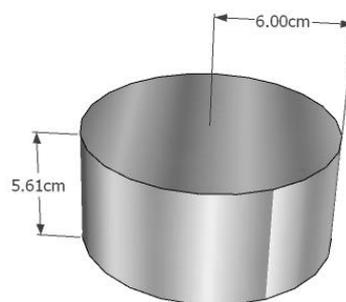
(sumber : dokumentasi penulis)

2. Berat anvil (alas penumbuk)

$$W = \pi \cdot r^2 \cdot t \cdot \text{berat jenis baja}$$

$$t = \frac{W}{\pi r^2 \text{ berat jenis baja}}$$

$$t = \frac{5}{\pi 0,06^2 7875} = 0,0561 \text{ m} \approx 5,61 \text{ cm}$$



Gambar 3. 9 Alat *anvil* lab

sumber : dokumentasi penulis

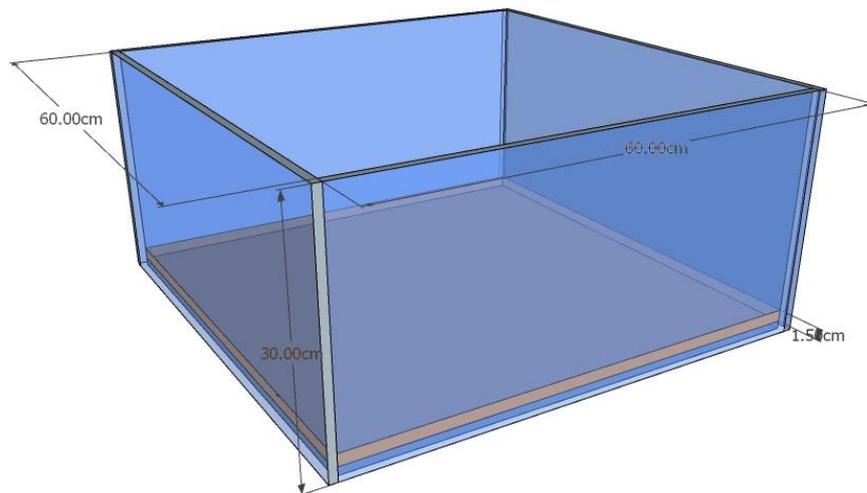
3.5.4 Pengujian Pemodelan Metode Pemadatan Roller

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut ;

1. Bak uji

Model timbunan dibuat dalam bak uji berbentuk balok yang berukuran 60 cm x 60 cm x 30 cm, dengan sisi kanan, kiri, belakang, dan depan terbuat dari akrilik sedangkan sisi bawah terbuat dari kayu seperti yang terlihat pada gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Bak uji pemodelan

(sumber : dokumentasi penulis)

2. Alat roller lab

Alat *roller* lab yang digunakan adalah yang telah dimodelkan pada gambar 3.5.

b. Prosedur Uji

1. Hampar tanah setebal 1,5 cm di dalam box uji.
2. Pemadatan menggunakan *roller* dengan jumlah lintasan 104.
3. Cek kepadatan, waktu, dan kekuatan. Kekuatan dilakukan dengan pengujian triaxial.

3.5.5 Pengujian Pemodelan Metode Pemadatan *Rapid Impact Compaction* (RIC)

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut ;

1. Bak uji

Bak uji yang digunakan sama dengan bak uji yang digunakan pada pemadatan timbunan metode roller.

2. Alat *rapid impact compaction*

a. Alas penumbuk (*anvil*)

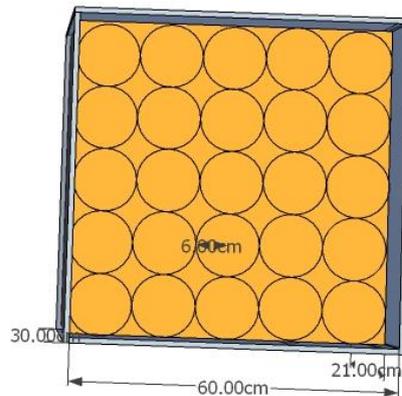
Alas penumbuk (*anvil*) yang digunakan seperti gambar 3.9.

b. Penumbuk

Penumbuk yang digunakan seperti gambar 3.8.

b. Prosedur Pengujian

1. Atur titik layout RIC.



Gambar 3. 11 Titik Layout RIC

2. Hamparkan tanah kedalam *box* uji setinggi 21 cm.
3. Lakukan pemadatan *rapid impact compaction* sesuai titik layout.
4. Cek kepadatan, penurunan, waktu, dan kekuatan. Kekuatan dilakukan dengan pengujian *triaxial*.

3.5.6 Kepadatan, Penurunan, Kekuatan, dan Waktu Kerja

3.5.6.1 Uji Kepadatan

Satu hal yang penting untuk diperhatikan dalam pekerjaan tanah adalah kepadatan lapangan = berat isi kering, untuk kepadatan maka akan diuji berat isi dan kadar air tanah (ASTM C-29 DAN ASTM D-2216-98). Percobaan ini dilakukan untuk mengukur berat isi dengan menggunakan uji ring gamma dan kadar air alami tanah. Besaran-besaran lain yang dapat diturunkan adalah angka pori (e), porositas (n), dan derajat kejenuhan (S_r).

3.5.6.2 Penurunan

Setelah dilakukan pemadatan dengan kedua metode yaitu metode *roller* dan metode *rapid impact compaction*. Dapat dilihat penurunan yang terjadi. Berapa ketinggian penurunan pada metode *roller* dan metode *rapid impact compaction*. Pengukuran ini menggunakan alat penggaris.

3.5.6.3 Kekuatan

Kekuatan tanah dapat diberi pengertian sebagai besarnya tekanan pada saat awal terjadinya keruntuhan (*initial failure*). Uji kekuatan tanah menggunakan pengujian triaxial UU (*Uncosolidated Undrained*) ASTM D-2850-95. Percobaan ini mencakup uji kuat geser untuk tanah berbentuk silinder dengan tinggi maksimum 75 mm. Pengujian dilakukan dengan alat konvensional dalam kondisi contoh tanah tidak terkonsolidasi dan air pori tidak teralir (*unconsolidated undrained*).

3.5.6.4 Waktu Kerja

Untuk waktu kerja dihitung dari saat mulai pemadatan sampai akhir pemadatan. Dilihat dari kedua metode pemadatan *roller* dan pemadatan *rapid impact compaction* mana yang lebih efisien dalam segi waktu dengan tingkat timbunan yang sama.

3.5.7 Efektivitas

Setelah dilakukan semua pengujian metode pemadatan, maka dilakukan proses perbandingan antara kedua metode tersebut, manakah yang lebih efektif dari segi kepadatan, penurunan, kekuatan dan waktu kerja. Dari sinilah akan didapatkan kesimpulan yang bisa menjadi rekomendasi bagi Proyek Tol Dumai Riau dalam hal pemadatan.