

ANALISA ENERGI ALAT PEMADAT TANAH LEMPUNG DILAPANGAN

Fakhrul Rozi Yamali

ABSTRAK

Pemadatan merupakan stabilitas tanah secara mekanis. Setelah dipadatkan, susunan partikel-partikel tanah menjadi lebih padat sehingga mempunyai sifat-sifat teknis yang lebih baik dari sebelumnya

Beberapa macam tipe alat pemadat telah dikembangkan oleh banyak pabrik. Besarnya energi pemadatan tergantung pada berat alat pemadat, tekanan dan alat pemadat yang digunakan. Alat pemadat tipe penggilas kaki kambing (*sheeps' foot roller*) banyak dipakai untuk pemadatan tanah lempung, dimana alat ini memiliki kaki-kaki (*pad*) yang berfungsi sebagai peremas tanah yang memberikan tekanan yang lebih besar.

Penelitian ini menganalisis besaran energi yang dihasilkan oleh alat penggilas kaki kambing untuk memadatkan tanah 1 hingga 8 lintasan.

Hasil penelitian menunjukkan energi yang dihasilkan setiap lebar roda dengan kecepatan 8 kph adalah 64,43 joule untuk 1 lintasan dan semakin banyak jumlah lintasan maka energi yang dihasilkan semakin besar hingga mencapai 515,47 joule.

ABSTARCT

Compaction of the soil stability mechanically. Once solidified, the composition of the soil particles become more dense and therefore have technical properties better than ever. Some types of rollers have been developed by many factories. The amount of compaction energy depends on the weight of the roller, and the pressure rollers are used. Foot roller compactor type of goat (*sheeps' foot roller*) is widely used for compaction of clay, on which it has legs (*pad*) that serves as peremas land provides greater pressure. This study analyzes the amount of energy generated by a leg of lamb for pressing to compact the soil 1 to 8 tracks. The results showed wide energy produced each wheel speed of 8 kph is 64.43 joules for one track and the more the number of passes, the greater the energy produced to reach 515.47 joules.

Kata kunci: Tanah lempung, penggilas kaki kambing, dan jumlah lintasan.

PENDAHULUAN

Salah satu persyaratan permukaan perkerasan jalan adalah harus rata dan tidak bergelombang. Karena itu sangat penting diperhatikan bahwa timbunan yang mendukung perkerasan jalan harus dipadatkan dengan baik. Pemadatan merupakan stabilitas tanah secara mekanis. Setelah dipadatkan, susunan partikel-partikel tanah menjadi lebih padat sehingga mempunyai sifat-sifat teknis yang lebih baik dari sebelumnya.

Usaha pemadatan adalah suatu pengukur energi mekanik yang diterapkan ke tanah biasanya, bila energi pemadatan membesar, makatanah menjadi semakin padat. Dilaboratorium usaha pemadatan diberikan dengan menjatuhkan pemukul beberapa kali pada contoh tanah dalam mold.

Dilapangan pemadatan dilakukan dengan cara memberikan energi tekanan, kejutan, dan getaran. Beberapa macam tipe alat pemadat telah dikembangkan oleh banyak pabrik. Besarnya energi pemadatan tergantung pada berat alat pemadat, tekanan dan alat pemadatyang digunakan.

Tanah lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang “menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air” (*Grim dalam Braja M. Das 1993*). Apabila bekerja dengan tanah lempung yang sangat basah akan mengalami banyak kesulitan karena pada saat lempung dipadatkan, air sulit mengalir keluar dari rongga pori lempung. Air yang ke luar dari rongga pori tanah ini menyebabkan butiran sulit merapat satu sama lain saat dipadatkan. Penggilas kaki kambing (*sheeps’ foot roller*) cocok dipakai untuk pemadatan tanah lempung (*McCarthy, 1977*), alat ini mampu memadatkan tanah sampai kedasar kakinya. Untuk itu perlu kiranya diketahui besar energi yang dihasilkan oleh alat tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan percobaan pemadatan tanah lempung dilaboratorium.
2. Menganalisis energi pemadatan tanah dilaboratorium.
3. Menganalisis energi alat pemadatan tanah lempung dilapangan.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Batanghari. Adapun sampel tanah lempung yang diuji adalah tanah dari *borrow-material* jalan sumber rejo kelurahan Mayang Manguraikota Jambi, dan alat pemadat tanah dilapangan yang jadi objek analisis adalah type penggilas kaki kambing merk caterpillar.

Manfaat dari penelitian dilakukan ini adalah:

1. Memperoleh besaran energi alat pemadat di laboratorium.
2. Memperoleh besaran energi alat pemadat tanah lempung dilapangan.

Tanah

Menurut *Braja M. Das (1993)* Tanah secara umum didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral–mineral padat yang tidak tersedimentasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Pada umumnya tanah dapat disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*), tergantung pada ukuran partikel paling dominan pada tanah tersebut.

ANALISA ENERGI ALAT PEMADAT TANAH LEMPUNG DILAPANGAN

Pemadatan Tanah

Menurut *R.F. Craig* (1994), pemadatan (*compaction*) adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara namun tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti.

Suatu kepadatan akan dapat tercapai apabila pemilihan tanah sebagai bahan timbunan, cara pemadatan, pemilihan mesin pemadat, dan jumlah lintasan yang disesuaikan. Tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan kepada suatu tanah yang sedang dipadatkan maka air akan berfungsi sebagai unsur pembasah (pelumas) pada partikel-partikel tanah. Air membuat partikel-partikel tanah akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat.

Percobaan yang dilakukan dilaboratorium untuk mendapatkan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum adalah uji Pemadatan proktor (*Proctor compaction test*), menurut nama penemunya *Proctor*. *Proctor* mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat.

Pada percobaan pemadatan ada dua metode yang dapat digunakan yaitu uji proktor standar dan uji proktor dimodifikasi (*modified proctor test*). Dalam uji proktor standar alat penumbuk dengan berat 2,5 kg (1kg = 2,2 lb) dijatuhkan dengan ketinggian 30 cm (1m = 3,3 ft) dan contoh tanah yang terdiri dari tiga lapis dan tiap lapisnya ditumbuk sebanyak 25 kali. Sedangkan dalam uji proktor dimodifikasi (*modified proctor test*) alat penumbuk seberat 4.54 kg dengan tinggi jatuh penumbuk 45,7 cm dan contoh tanah terdiri dari lima lapis. Perbandingan kedua pengujian dapat dilihat dari tabel 2berikut :

Tabel 1. Perbandingan Pengujian Kepadatan Ringan dan Kepadatan Berat Untuk Tanah

	<i>Standard proctor test</i>		<i>Modified proctor test</i>	
Alat penumbuk	2,5 kg	5,5 lb	4,54 kg	9,79 lb
Tinggi jatuh	30 cm	1 ft	45,7 cm	1.5 ft
Jumlah lapisan	3	-	5	-
Volum <i>mould</i>	943	1/30 ft ³	943	1/30 ft ³

Sumber :Modul Pelatihan Departemen Pekerjaan Umum

Pengaruh Usaha (Energi) Pemadatan Terhadap Pengujian Kepadatan Tanah

Dalam uji pemadatan tanah telah diketahui bahwa kadar air memiliki pengaruh yang besar terhadap tingkat kepadatan yang dapat dicapai oleh suatu tanah. Namun selain dari kadar air terdapat pula faktor lain yang mempengaruhi kepadatan yaitu jenis tanah dan usaha (energi) pemadatan.

Usaha (energi) yang dibutuhkan dalam pemadatan (E) dalam uji proctor dapat ditulis sebagai berikut ini :

ANALISA ENERGI ALAT PEMADAT TANAH LEMPUNG DILAPANGAN

$$E = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{Jumlah} \\ \text{tumbukan} \\ \text{pelapisan} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{Jumlah} \\ \text{Lapisan} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{berat} \\ \text{penumbuk} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{Tinggi} \\ \text{jatuh} \\ \text{penumbuk} \end{array} \right)}{\text{Volumecetakan}}$$

Metode Pemadatan Dilapangan

Pemadatan dilapangan dapat dilakukan dengan beberapa cara. Pemadatan dapat dilakukan dengan memberikan getaran, khususnya pada partikel-partikel yang kering dan seragam. Sedangkan pada jenis material yang liat dan banyak yang mengandung air, pemadatan dilakukan dengan memberikan tekanan di atasnya. Pada kebanyakan tanah yang mengandung partikel halus dan sedikit lembab, pemadatan dilakukan dengan memberikan tekanan dengan berat yang tetap (*static weight*), getaran (*vibrating*) atau keduanya. Secara lebih jelasnya, energi yang diberikan oleh alat terhadap permukaan tanah dilakukan dengan metode:

1. ***Kneading* atau peremasan**
Tanah diremas oleh gigi pada roda sehingga udara dan air yang terdapat di antara partikel material dapat dikeluarkan.
2. ***Static weight* atau pemberat**
Permukaan tanah ditekan oleh suatu berat tertentu secara perlahan-lahan.
3. ***Vibration* atau getaran**
Tanah dibawah alat pemadatan diberikan getaran yang berasal dari alat tersebut sehingga partikel tanah yang kecil masuk di antara partikel-partikel yang lebih besar untuk mengisi rongga udara yang ada.
4. ***Impact* atau Tumbukan**
Proses yang dilakukan dengan metode ini adalah dengan menjatuhkan benda dari suatu ketinggian. Selain tanah menjadi lebih padat, dengan proses ini partikel tanah yang lebih besar menjadi pecah sehingga butiran menjadi seragam.

Jenis alat pemadatan

Jenis alat pemadatan yang umum dipakai dilapangan terdiri atas tujuh jenis yang pemakaiannya tergantung dari kebutuhan. Jenis-jenis alat tersebut adalah :

1. ***Tamping Roller***
Tamping roller adalah alat pemadatan yang berupa *sheep's foot roller*. *Tamping roller* ada yang dapat bergerak sendiri maupun ditarik oleh alat lain. Jenis alat pemadatan ini mempunyai roda baja yang pada permukaannya terdapat gigi-gigi. Setiap *roller* atau rodanya mempunyai lebar dan keliling yang bervariasi. Setiap unit alat pemadatan ini terdiri dari satu atau lebih roda.
2. ***Modified Tamping Roller***
Modified Tamping Roller Sering disebut juga *Grid roller*. Dengan memberikan pemberat (*ballast*) berupa balok beton, tekanan yang diberikan alat pada tanah menjadi lebih besar. Jika tanah mengandung batuan, *grid roller* yang diberi pemberat dapat membantu alat untuk memecahkan batuan sehingga permukaan tanah relatif lebih rata. Biasanya digunakan pada tanah kohesif (tidak untuk pasir dan lempung lunak).
3. ***Smooth-Wheel Roller***

ANALISA ENERGI ALAT PEMADAT TANAH LEMPUNG DILAPANGAN

Jenis pemadatan tipe ini memakai metode statis dan dibagi berdasarkan tipe dan beratnya. Berat *smooth-wheel roller* ditentukan dalam ton. Kadang-kadang berat alat ini ditingkatkan dengan cara diberi pemberat dari air atau pasir. Jika spesifikasi sebuah alat adalah 8-10 ton maka pemberat adalah 6 ton.

4. *Pneumatic-tired Roller*

Proses pemadatan alat ini menggunakan gabungan antara *metode kneading action* dan *static weight*. Tekanan alat pada permukaan tanah diatur dengan cara mengatur alat berat, menambah, atau mengurangi tekanan ban, mengatur lebar ban, dan mengatur tekanan ban. Tekanan pada ban diatur sesuai kondisi tanah. Untuk pekerjaan pemadatan alat ini memerlukan 4 sampai 8 *pass*. Sedangkan untuk pekerjaan pemadatan jalan dilakukan 4 sampai 6 *pass*. Kecepatan pemadatan yang paling baik adalah 20 kpj (maju dan mundur). *Pneumatic tired roller* juga menggunakan *ballast* untuk penambahan berat. Dengan penggunaan *ballast* dari batu maka terjadi penambahan berat sampai 2 kali.

5. *Vibrating compactor, termasuk tamping, smooth-wheel dan pneumatic*

Dengan alat ini, jenis material seperti pasir, kerikil, dan batuan pecah dapat dipadatkan dengan baik karena alat ini memberikan tekanan dan getaran terhadap material dibawahnya. Dengan adanya getaran maka partikel yang lebih kecil mengisi rongga diantara partikel-partikel yang lebih besar. Dengan adanya tekanan statis maka tanah akan padat dengan kekosongan minimum. Alat yang mempunyai roda depan besi dan roda belakang karet terdapat kembang yang berfungsi untuk menjaga alat agar tidak mengalami slip.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Adapun rancangan penelitian antara lain :

1. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah lempung dilakukan di lokasi jalan sumber rejo kelurahan mayang mangurai kecamatan Kotabaru kota Jambi.

2. Pengujian Pemadatan di laboratorium

Pemadatan dilakukan pada sampel tanah dengan penambahan air interval 2% untuk mencari berat isi kering maksimum dan kadar air optimum, metode pemadatan yang dipakai adalah proktor dimodifikasi (*Modified proctor*).

3. Analisis Energi Alat pemadat dilaboratorium

Analisis ini dilakukan untuk menghitung besaran energi alat proktor standar dan modifikasi.

4. Analisis Energi alat pemadat tanah lempung dilapangan.

Analisis hasil pengujian dilakukan untuk menghitung besaran energi pada alat pemadatan dilapangan.

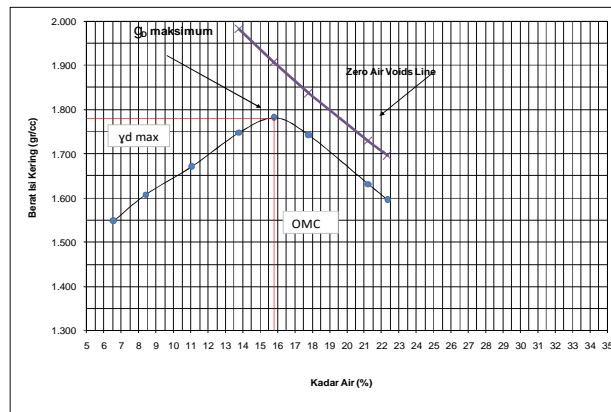
ANALISA ENERGI ALAT PEMADAT TANAH LEMPUNG DILAPANGAN

HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Pengujian Proktor

Hasil Pengujian pemadatan proktor dimodifikasi dengan 25 tumbukan dalam grafik berikut ini :

Grafik 1. Hasil Pengujian Proktor Dimodifikasi Dengan 25 Tumbukan



Sumber : Hasil Perhitungan,2016

4.2 Perhitungan Energi Pemadatan Di Laboratorium

Dalam perhitungan energi pemadatan dipakai rumus:

$$E = \frac{\left(\begin{matrix} \text{Jumlah} \\ \text{tumbukan} \\ \text{perlapisan} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{Jumlah} \\ \text{Lapisan} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{berat} \\ \text{penumbuk} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{Tinggi} \\ \text{jatuh} \\ \text{penumbuk} \end{matrix} \right)}{\text{Volumecetakan}} \text{Atau}$$

Tabel 2. Hitungan Energi Pemadatan Standar dan Pemadatan Dimodifikasi

Jumlah Pukulan per-lapis (N _b)	Energi pemadatan standar			Energi Pemadatan Modified		
	(ft-lb/ft ³)	J/m ³	Kgf-m/m ³	(ft-lb/ft ³)	J/m ³	Kgf-m/m ³
25	12375	593876	802535	55069	2642749	3571283

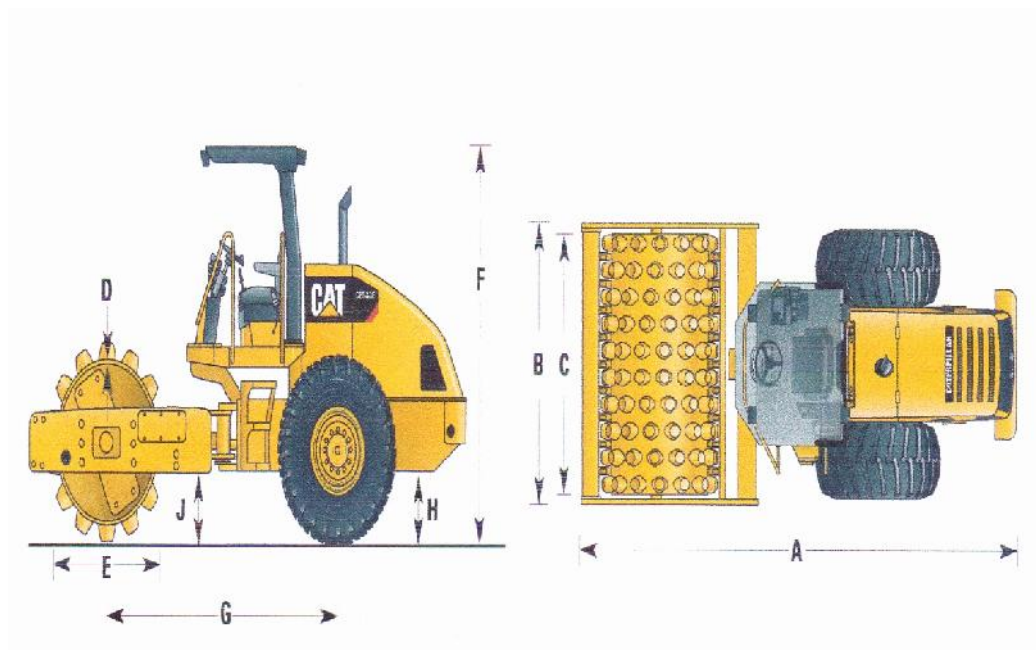
Sumber : Hasil Penelitian, 2016

ANALISA ENERGI ALAT PEMADAT TANAH LEMPUNG DILAPANGAN

Analisis Energi Alat Pematik Tanah Lempung Di Lapangan

1. Data Teknis Alat Pematik :

Gambar 1. Bagian-bagian Alat pematik



Tabel 3. Data Teknis

Deskripsi		
Dimensi Alat		
A	Panjang keseluruhan-m(ft/in)	5,51 (18' 1")
B	Lebar keseluruhan-m(ft/in)	2,29 (7' 6")
C	Lebar drum-m(ft.in)	2,13 (7")
D	Ketebalan selubung drum-mm(in)	25 (1')
E	Diameter drum-mm (in)	1534 (60,4")
F	Diameter drum pada pad standar-mm(in)	-
G	Tinggi pada Kanopi ROPS/FOPS-m(ft/in)	3,06 (10' 1")
H	Jarak sumbu roda-m(ft/in)	2,90 (9' 6")
I	Jarak bebas ketanah-mm(in)	543 (21,4")
J	Jarak bebas ke pinggir jalan-mm (in)	521 (20,5")
Power Train		
	Daya kotor	97 kW
	Kecepatan maksimum	1,9 (0,075)
	Kisaran tinggi	12,0 km/j

ANALISA ENERGI ALAT PEMADAT TANAH LEMPUNG DILAPANGAN

Kisaran rendah	8,0 km/j
Power Train	
Ukuran ban 587x660 mm	
Bobot Kerja	
Bobot Alat –kg (lb)	10265
Dengan kanopi ROPS/FOPS-kg(lb)	10485(23120)
Dengan kit selubung padfoot-kg/(lb)	11910 (26260)
Pemberat Di Drum	
Dengan platform terbuka-kg(lb)	5510(12150)
Dengan kanopi ROPS/FOPS-kg(lb)	5570 (12280)
Dengan kabin ROPS/FOPS	5760 (12700)
Dengan kit selubung padfoot-kg/(lb)	6990 (15415)
Bobot Kerja (Dengan ROPS/FOPS)	
Alat berat-kg(lb)	10485 (23120)
Pada drum –kg(lb)	5570 (12280)
Beban linear statis (pada drum)-kg/cm	26,1
Kit Selubung/Kinerja Padfoot	
Jumlah pad	140
Tinggi pad-mm	127
Luas permukaan pad-cm ²	63,5

Sumber : www.cat.com

Perhitungan :

Hasil perhitungan menunjukkan energi alat pemadat untuk penggilas kaki kambing adalah 64,43 Joule per cm lebar roda dengan kecepatan 8 km/j untuk satu lintasan. Menurut kutzner (1997) jumlah lintasan (*pass*) untuk memadatkan tanah adalah 6 sampai 8 lintasan(*pass*) maka total energi adalah 515,47 joule (tiap cm lebar roda).

Kaki kaki pada roda (*pad*) yang berbentuk oval dengan luas permukaan 63,5 cm² berfungsi sebagai alat peremas tanah memberikan tekanan sebesar:

$$\text{Tekanan} = \frac{5570}{63,5} = 8771 \text{ KPa}$$

PENUTUP

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perhitungan energi alat pemadat di Laboratorium untuk pemadatan modifikasi (proktor modifikasi) energi yang dihasilkan lebih besar yaitu sebesar 2642749 Joule/m³ dibandingkan energi pemadatan standar (proktor standar) sebesar 593876 Joule/m³.
2. Untuk alat pemadat dilapangan energi yang dihasilkan pemadatan tanah lempung dengan 1 lintasan adalah sebesar 64,43 joule (tiap cm lebar roda) dan 515,47 joule (tiap cm lebar roda) untuk 8 lintasan ini menunjukkan energi semakin bertambah seiring dengan penambahan jumlah lintasan.

Saran

ANALISA ENERGI ALAT PEMADAT TANAH LEMPUNG DILAPANGAN

1. Dalam melaksanakan pemadatan dilapangan kadar air harus berada di rentang 3% dibawah kadar air optimum dan 1% diatas kadar air optimum.
2. Penentuan jumlah lintasan diperoleh setelah dilakukan percobaan dan uji derajat kepadatan lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional (BSN), *Standar Nasional Indonesia 1743 : 2008 Cara Uji Kepadatan Berat Untuk Tanah*.
- Craig, R. F. 1994, *Mekanika Tanah Edisi ke IV*, Erlangga : Jakarta
- Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah Jilid 1*. Erlangga : Jakarta
- Hardiyatmo, H. C, 2012 *Mekanika Tanah 1*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C, 2013 *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.