



Rancang Bangun Alat Pemadat Tanah yang Ergonomis dengan Penggerak Motor Bensin

Misbakhul Fatah¹, Abdul Hamid^{2*}, Ilham Anugrah Ilahi³, Amin Jakfar⁴, Annafiyah⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Mesin Alat Berat, Politeknik Negeri Madura

^{2*}ahamchimie@poltera.ac.id

Abstract

Soil compaction with simple equipment can result in poor solid soil quality because there are still many lumps of rock/gravel that have not been leveled on the compacted soil. In addition, the use of simple equipment can also cause the level of worker fatigue to increase due to the work of the muscles that are so large and work postures that are not ergonomic. So it is necessary to make soil compactor. In the manufacture of this soil compactor, it is necessary to have a theory or method as guide for the preparation in the process of making the tool. Starting from the calculation of engine power and the framework used, methods of using ergonomics data, such as body dimension analysis on anthropometric data. The results obtained from the design are centrifugal force of 14.8 KN, the weight of the compactor when operating is 79.4 kg, the height of the embankment that can be compacted is 4-5 cm, the compaction area achieved is 250 m²/hour, and the vibration frequency is 3 Hz or 18.85 rad/s. From the manufacture of this tool, it can help the process of soil compaction and increase efficiency and productivity of cultivating land or building floors that will be carried out, especially for construction workers in the Pamekasan.

Keywords: Soil compactor, Ergonomic, Gasoline Engine

Abstrak

Pemadatan tanah dengan peralatan sederhana dapat mengakibatkan kualitas tanah padat yang kurang baik karena masih banyak bongkahan batu/kerikil yang belum diratakan pada tanah yang telah dipadatkan. Selain itu penggunaan peralatan yang sederhana juga dapat menyebabkan tingkat kelelahan pekerja meningkat akibat kerja otot yang begitu besar dan postur kerja yang tidak ergonomis. Sehingga perlu dibuat alat pemadat tanah. Dalam pembuatan alat pemadat tanah ini diperlukan teori atau metode sebagai pedoman persiapan dalam proses pembuatan alat tersebut. Mulai dari perhitungan tenaga mesin dan rangka yang digunakan, metode penggunaan data ergonomi, seperti analisis dimensi tubuh pada data antropometri. Hasil yang diperoleh dari perancangan adalah gaya sentrifugal sebesar 14,8 KN, berat pemadat saat beroperasi 79,4 kg, tinggi timbunan yang dapat dipadatkan 4-5 cm, luas pemadatan yang dicapai 250 m²/jam, dan frekuensi getarannya adalah 3 Hz atau 18,85 rad/s. Dari pembuatan alat ini dapat membantu proses pemadatan tanah dan meningkatkan efisiensi dan produktivitas penggarapan tanah atau lantai bangunan yang akan dilakukan khususnya bagi para pekerja bangunan di Pamekasan.

Kata kunci: Pemadat tanah, Ergonomis, Motor Bensin

1. Pendahuluan

Mayoritas penduduk di Kabupaten Pamekasan berprofesi sebagai buruh, tukang dan kuli bangunan. Kuli bangunan dipekerjakan oleh seseorang untuk membuat pondasi, membangun rumah, ataupun bangunan-bangunan lainnya. Namun hingga saat ini masih banyak kuli/tukang bekerja dengan menggunakan peralatan bangunan sederhana atau secara konvensional, terutama pada proses pemadatan tanah ataupun memadatkan lantai pada bangunan rumah yang tentunya akan menguras banyak tenaga dan tidak efisien. Proses pemadatan tanah masih dengan cara manual, seperti menggunakan sebangkah batu, sebatang kayu, dan benda-benda lain yang berbentuk

datar, dengan cara ditumbukkan pada lahan tanah atau lantai rumah yang ingin dipadatkan. Meskipun ada sebagian orang yang mampu untuk menyewa alat pemadat yang modern dengan dana yang mereka miliki.

Pemadatan tanah menggunakan alat yang sederhana dapat menyebabkan kegiatan maupun proses penggarapan tanah menjadi agak lambat. Kualitas tanah padatan juga kurang baik karena masih banyak terdapat bongkahan batu/kerikil yang belum rata pada tanah yang telah dipadatkan. Penggunaan peralatan sederhana seperti kayu, batu, dan benda-benda datar lainnya kurang aman untuk pekerja kuli/tukang karena bisa membahayakan bagi pekerja jika pengoperasiannya secara manual. Disamping itu, penggunaan peralatan sederhana juga dapat menyebabkan tingkat kelelahan pekerja meningkat karena kerja otot yang begitu besar

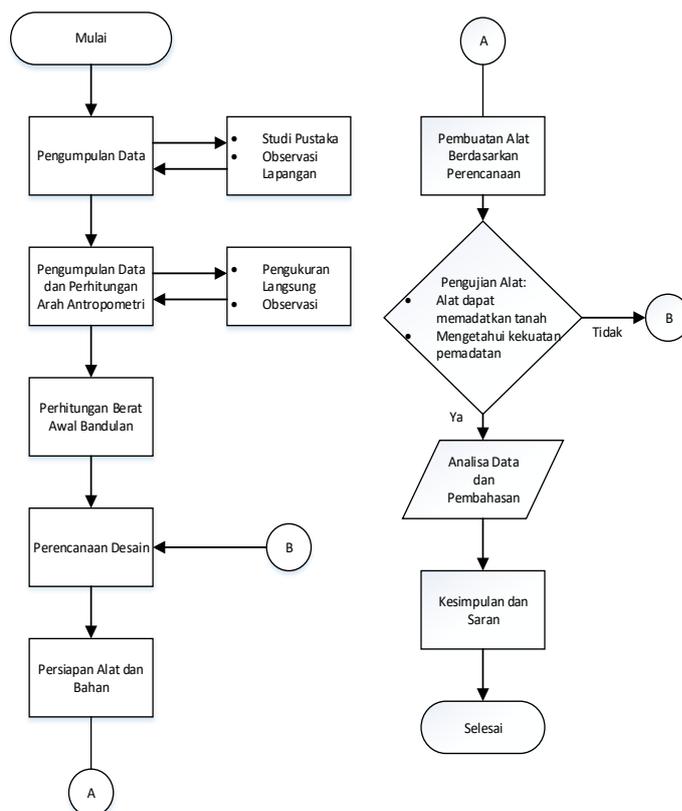
dan postur kerja yang tidak ergonomis. Pemadatan atau perataan tanah dengan cara manual yang selama ini dilakukan membutuhkan waktu dan tenaga kerja yang banyak. Oleh karena itu, dengan menggunakan alat bantu pemadatan atau perataan tanah dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas penggarapan lahan atau lantai bangunan. Dengan begitu, proses pengerjaannya akan semakin cepat dan jumlah lahan atau lantai bangunan yang digarap semakin besar.

Beberapa penelitian maupun kajian terus dalam memenuhi kebutuhan jaman, antara lain kemajuan teknologi yang mempunyai pengaruh besar dalam hal transportasi salah satunya adalah alat berat. Contoh alat berat yang memiliki fungsinya dalam memadatkan tanah adalah compactor [1]. Compactor adalah salah satu jenis alat berat yang mempunyai fungsi dalam pemadatan baik tanah, batuan maupun material lainnya yang bisa dipadatkan. Pemadatan akan membuat struktur tanah menjadi rapat dan lebih padat. Namun compactor ini berukuran cukup besar sehingga sulit untuk pengerjaan dalam skala kecil. Sehingga perlu adanya modifikasi dengan skala yang lebih kecil sehingga bisa digunakan oleh penduduk sekitar Pamekasan yang bekerja sebagai kuli. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dibuat alat pemadat tanah yang ergonomis serta berguna untuk mempermudah pemadatan tanah.

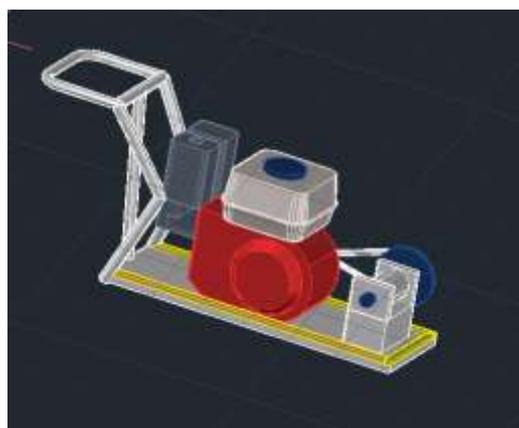
2. Metode Penelitian

Peralatan yang dibutuhkan adalah Mesin las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*), meteran, mistar baja, penggaris siku. Sedangkan bahan yang dibutuhkan adalah besi plat (panjang 38 cm, lebar 17 cm, tebal 0,4 cm), besi plat (panjang 11 cm, lebar 6 cm, tebal 3 cm), besi kanal U/UNP 200, besi Siku berukuran 40 x 40 dengan tebal 3,2 cm, As kruk bekas, Besi Pipa berukuran 1” x 1,4 mm x 6 m, Besi Plat Strip berukuran 3 x 25 mm x 3 m, *Pulley* dan *Belt* serta motor bensin 7.0 HP.

Langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar 1 sedangkan untuk desain gambar dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Desain gambar tiga dimensi

Langkah-langkah perakitan alat pemadat tanah dapat diamati pada Langkah-langkah berikut:

1. Mempersiapkan desain alat.
2. Mempersiapkan alat dan bahan untuk pembuatan alat pemadat tanah.
3. Menganalisa gambar kerja.
4. Memotong bahan sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan.
5. Mengelas rangka depan dan belakang.
6. Membuat bandul pemberat sebanyak dua bagian, dengan menggunakan as kruk
7. Memasang poros penghubung pada rangka depan dan belakang.
8. Melakukan proses pemasangan poros penghubung pada rangka depan dan belakang.
9. Memasang bandul pemberat sekaligus memasang *pulley* dan *belt* untuk mentransmisikan daya dari poros dan motor penggerak.
10. Melakukan pemasangan motor penggerak alat dan menghubungkan motor tersebut dengan *pulley* menggunakan *belt*

3. Volume yang dibutuhkan [2]

$$V_{60} = 4.370,25 \text{ mm}^2 \times 60 \text{ mm} = 262.215 \text{ mm}^3$$

4. Massa yang dibutuhkan

$$M_{60} = 262.215 \text{ mm}^3 \times 0,007238 \text{ g/mm}^3 = 1.897,91217 \text{ g}$$

5. Centrifugal Force (KN) [3]

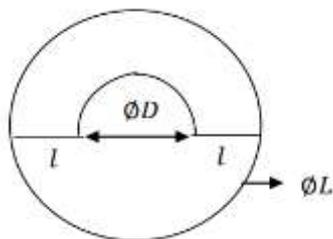
$$= 1,89 \text{ Kg} \times 52,4 \text{ rad/s} \times 0,15 \text{ m} = 14,8 \text{ KN}$$

3.2. Perhitungan ergonomis dengan data anthropometri

Antropometri merupakan bidang ilmu yang sering digunakan dalam proses mempertimbangkan proses perancangan suatu alat terhadap dampak penyakit yang bisa ditimbulkan antara interaksi alat tersebut terhadap manusia. Anthropometri menitik beratkan pada ukuran atau dimensi tubuh manusia [4]. Pada tabel 1 berikut ini, hasil tentang rekam data antropometri tubuh pria terhadap penggunaan alat pemadat tanah

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perhitungan untuk pembuatan *Vibration*



Gambar 3 Contoh Bentuk Rancangan *Vibration*

Tebal = 21,3 mm Diameter Luar = 112 mm
 M kiri = 1.384 g Lebar = 37 mm
 Diameter Dalam = 38 mm M kanan = 1.387 g

1. $\rho(\text{rho})$ Besi

$$\rho = \frac{M}{V}$$

$$\rho = \frac{1.384 \text{ g}}{191.211,454 \text{ mm}^3}$$

$$= 0,007238 \text{ g/mm}^3$$

2. Luas lingkaran yang digunakan

$$\Phi_{\text{luar}} = 112 \text{ mm} \quad \Phi_{\text{dalam}} = 38 \text{ mm}$$

$$L_1 = \frac{\pi}{4} \times d^2$$

$$= 0,785 \times 112^2$$

$$L_1 = 9.874,04 \text{ mm}^2 \text{ dibagi 2}$$

$$= 4.937,02 \text{ mm}^2$$

$$L_2 = \frac{\pi}{4} \times d^2$$

$$= 0,785 \times 38^2 \text{ mm}$$

$$= 1.113,54 \text{ mm}^2 \text{ dibagi 2}$$

$$= 566,77 \text{ mm}^2$$

$$\Delta_l = 4.937,02 - 566,77$$

$$= 4.370,25 \text{ mm}^2$$

Tabel 1 Rekap data anthropometri

No	Nama	BB (Kg)	L/P	Suku	Dimensi Tubuh (mm)									
					TL	LL	TB	LB	PLA	PLB	LPU	LPI	TP	LP
1	Ilham	56	L	Madura	170	180	90	440	260	280	380	375	430	255
2	Fiqh	60	L	Madura	172	175	80	430	260	280	440	340	430	265
3	Fauzi	62	L	Madura	176	174	85	420	250	270	400	350	425	250
4	Saikardi	55	L	Madura	170	170	80	410	250	265	410	360	420	245
5	Eate	65	L	Madura	172	180	88	452	265	280	425	370	430	260
6	Samsul	57	L	Madura	175	170	85	420	255	270	380	355	410	255
7	Basri	62	L	Madura	170	175	90	450	255	270	420	380	435	260
8	Tono	58	L	Madura	176	175	85	425	258	264	400	370	430	255
9	Suzo	68	L	Madura	170	180	90	450	265	280	440	360	440	270
10	Majih	64	L	Madura	178	180	88	450	260	280	430	380	430	270
Rata-rata					176,9	175,9	86,1	436,7	257,8	273,9	412,5	364	428	258,5
Std Deviasi					4,055	3,941	3,983	16,45	5,593	6,778	22,7	12,77	8,7	7,546
Percentile 1					110,2	170	80	410,8	250	264,1	380	340,8	410,8	245,4
Percentile 50					176	175	85	440	258	270	410	360	430	255
Percentile 95					221,8	180	90	451,8	265	280	440	379,6	439,6	269,6

Keterangan	
TL	Tinggi Leher
LL	Lebar Leher
TB	Tinggi Bahu
LB	Lebar Bahu
PLA	Panjang Lengan Atas
PLB	Panjang Lengan Bawah
LPU	Lebar Pinggung
LPI	Lebar Pinggang
TP	Tinggi Paha
LP	Lebar Paha

Dari data pada tabel 1 menunjukkan berbagai macam dimensi tubuh pada manusia seperti contoh dimensi tubuh dari tinggi leher, lebar leher, dan seterusnya. Tujuan menghitung persentil pada tabel 1 diatas, yaitu menganalisis prosentase dari populasi pengguna yang dapat menggunakan peralatan yang sesuai dengan yang dirancang, menyesuaikan ukuran dimensi tubuh manusia

sesuai dengan ukuran alat yang akan dirancang. Sedangkan untuk nilai standar deviasi, berfungsi apabila ingin melakukan perhitungan terhadap sampel dari data yang digunakan dan apakah sampel data tersebut mewakili seluruh data yang ada. Sebagai contoh, jika ingin menghitung ukuran berat badan sekelompok orang pada suatu populasi, hanya perlu menghitung berat badan dari beberapa orang saja dan menghitung rata-rata dan standar deviasinya. Dari data yang didapat nilainya dapat mewakili seluruh populasi yang ada.

3.3 Data hasil wawancara

Dalam pembuatan alat yang ergonomis perlu adanya pengujian data secara langsung pada beberapa orang guna untuk mengetahui nilai keergonomisan pada alat tersebut. Pada tabel 2, menunjukkan data hasil wawancara pada beberapa orang untuk mengetahui alat yang telah dibuat nyaman atau tidak pada saat digunakan.

Tabel 2. Data hasil wawancara

No	Bagian Tubuh	Pekerja										Jumlah	Presentase
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Leher Bagian Atas	✓	✓			✓		✓			✓	5	50%
2	Leher Bagian Bawah		✓		✓					✓	✓	4	40%
3	Bahu Kiri			✓		✓			✓			3	30%
4	Bahu Kanan	✓		✓			✓	✓		✓	5	50%	
5	Lengan Atas Kiri				✓				✓		2	20%	
6	Lengan Atas Kanan				✓				✓		2	20%	
7	Punggung	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	7	70%	
8	Punggung Kebelakang			✓			✓	✓	✓		4	40%	
9	Paha Kiri	✓					✓	✓			3	30%	
10	Paha Kanan	✓					✓	✓			3	30%	

Dari data diatas, disebutkan beberapa bagian dari dimensi tubuh yang akan dijadikan sampel percobaan pada alat pematik yang telah dibuat. Terdapat 10 orang yang telah diwawancarai dan mencoba menggunakan alat pematik yang telah dibuat. Pada kolom dimensi tubuh telah dipaparkan mengenai anggota tubuh bagian mana saja yang akan dijadikan sampel. Kode centang menunjukkan bahwa orang tersebut mengalami keluhan pada beberapa bagian anggota tubuh setelah mencobai alat pematik tersebut. Maka dapat disimpulkan bahwa alat pematik yang telah dibuat masih kurang terhadap kenyamanan pada saat proses pengerjaan.

3.4 Penggunaan Metode QCE dan RULA/REBA

RULA merupakan metode pengembangan dari bidang ergonomic yang memperhatikan posisi tubuh manusia ketika bekerja. Selain itu fungsi otot Metode ini juga tidak membutuhkan alat yang khusus ketika kita melakukan penilaian terhadap anggota tubuh manusia seperti leher maupun tubuh bagian atas. Dengan adanya teknologi ergonomic kita bisa mengevaluasi adanya aktivitas dan kekuatan otot yang bisa memberikan dampak cedera akibat kegiatan atau aktivitas yang

berulang-ulang. Penilaian menggunakan metode ini adalah metode yang telah dilakukan oleh McAtamey dan Corlett (1993).

1. Pengolahan Data

Data yang akan dijadikan pengujian yaitu data visual dari orang yang akan diukur menggunakan metode QEC dan RULA/REBA.



Gambar 5. Postur Tubuh

Berdasarkan Gambar 4.13 menunjukkan bahwa postur kerja yang dilakukan orang tersebut adalah berdiri lengan atas dan bawah sedikit ke depan, dengan posisi leher sedikit menunduk, dan posisi pergelangan tangan statik dengan tangan menggenggam pegangan. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode QEC serta RULA/REBA maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 3, 4, 5 dan 6 sebagai berikut:

Tabel 3. Quick Exposure Check

QEC* analysis		
Bagian Tubuh	Nilai	Kategori
Punggung	11	Low
Bahu/Lengan	22	Moderate
Pergelangan/Tangan	25	Moderate
Leher	4	Low

Tabel 4. Skor Tubuh Grup A

Skor Grup A	
Bagian Tubuh	Nilai
Lengan Atas	2
Lengan Bawah	1
Pergelangan Tangan	1
Total A	4

Dengan:

Skor postur kerja grup A = 4

- Skor penggunaan otot

Jika postur tubuh statis (ditahan > 10 menit), atau jika tindakan berulang terjadi 4 kali per menit: 1

- Skor beban/gaya
 Jika beban 2 - 10 kg (statis atau berulang): 2

Total skor untuk grup A adalah 4 + 1 + 2 = 7

Tabel 5. Skor Tubuh Grup B

Skor Grup B	
Bagian Tubuh	Nilai
Leher	1
Punggung	2
Kaki	1
Total B	4

Dengan:

Skor postur kerja grup B = 4

- Skor penggunaan otot
 Jika postur tubuh statis (ditahan > 10 menit), atau jika tindakan berulang terjadi 4 kali per menit: 1
- Skor beban/gaya
 Jika beban 2 - 10 kg (statis atau berulang): 2

Total skor untuk grup B adalah 4 + 1 + 2 = 7

Skor akhir untuk pengujian postur tubuh pertama dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 6. Tabel Skor Grup C

	Skor Grup B							3.67
	1	2	3	4	5	6	7	
Skor Grup A	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	15
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	26
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Berdasarkan *Grand Score* dari Tabel 6, postur kerja berdiri mendapatkan skor 7 yang termasuk dalam level resiko tinggi, maka dari itu perlu tindakan penyelidikan dan menerapkan perubahan.

3.5. Perhitungan Rancangan Alat Pematik Tanah

1. *Centrifugal Force* (KN)
 Dengan menggunakan Persamaan 2.6, maka *centrifugal force* dapat dihitung sebagai berikut [5]:

$$CF = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

$$= 1,89 \text{ Kg} \times 52,4 \text{ rad/s} \times 0,15 \text{ m}$$

$$= 14,8 \text{ KN}$$
2. Ukuran Penampang Pematik Tanah
 $p \times l = 56 \text{ cm} \times 49 \text{ cm}$
3. *Operating Weight*

$$F = m \times g \text{ atau } W = m \times g$$

$$= m \times g$$

$$= (56 \text{ cm} \times 49 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 7238 \text{ kg/m}^3) \times 9,8 \text{ m/s}$$

$$= (0,010976 \text{ m}^3 \times 7238 \text{ kg/m}^3) \times 9,8 \text{ m/s}$$

$$= 79,4 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}$$

$$= 778,12 \text{ N}$$

4. Tinggi tanah timbunan yang bisa dipadatkan ± 4 sampai 5 cm
5. *Compacting Area*
Compacting area dapat dihitung sebagai berikut [5]:

$$L = p \times l \quad t = 120 \text{ s}$$

$$= 300 \text{ cm} \times 250 \text{ cm}$$

$$= 75000 \text{ cm}^2$$

$$= 7,5 \text{ m}^2$$

$$CA = \frac{L}{h}$$

$$= \frac{7,5 \text{ m}^2}{0,03 \text{ h}}$$

$$= 250 \text{ m}^2/\text{h}$$

6. *Vibration Frequency*
 Dengan menggunakan Persamaan 2.8, maka *vibration frequency* dapat dihitung sebagai berikut [6]:

$$f = \frac{n}{T}$$

$$= \frac{360}{120}$$

$$= 3 \text{ Hz atau } 18,85 \text{ rad/s}$$

Perbandingan dengan alat pemadat tradisional

Ukuran Penampang Pematik Tanah
 $P \times l = 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$

Operating Weight
 $F = m \times g \text{ atau } W = m \times g$

$$= (20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 0,4 \text{ cm} \times 7.874 \text{ kg/m}^3) \times 9,8 \text{ m/s}$$

$$= (0,00016 \text{ m}^3 \times 7.874 \text{ kg/m}^3) \times 9,8 \text{ m/s}$$

$$= 1,26 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}$$

$$= 12,3 \text{ N}$$

3. Tinggi tanah timbunan yang bisa dipadatkan ± 1 sampai 2 cm
4. *Compaction Area*
 Dengan menggunakan persamaan di bawah ini maka *compacting area* dapat dihitung sebagai berikut:

$$L = p \times l \quad t = 300 \text{ s}$$

$$= 300 \text{ cm} \times 250 \text{ cm}$$

$$= 75000 \text{ cm}^2$$

$$= 7,5 \text{ m}^2$$

$$CA = \frac{L}{h}$$

$$= \frac{7,5 \text{ m}^2}{0,08 \text{ h}}$$

$$= 93,75 \text{ m}^2/\text{h}$$

5. Vibration Frequency

Dengan menggunakan Persamaan 2.8, maka *vibration frequency* dapat dihitung sebagai berikut:

$$f = \frac{n}{T}$$

$$= \frac{300}{300}$$

$$= 1 \text{ Hz atau } 6,28 \text{ rad/s}$$

3.7. Indikator Untuk Menentukan Kepadatan Tanah

Untuk memenuhi persyaratan pemadatan, maka umumnya di lakukan percobaan pengujian pemadatan. Untuk setiap percobaan, berat volume tanah basah (γ_b) dari tanah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [5]:

$$\gamma_b = \frac{W}{V}$$

$$V = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$$

$$= 4500 \text{ cm}^3$$

$$= 0,0045 \text{ m}^3$$

$$\gamma_b = \frac{1500 \text{ g}}{0,0045 \text{ m}^3}$$

$$= 333.333,3 \text{ g/m}^3$$

Pada setiap percobaan, besarnya kadar air (w) dapat ditentukan, selanjutnya dapat dihitung nilai kepadatan kering (γ_d) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w}$$

Jika kadar air belum diketahui, bisa menggunakan rumus:

$$\frac{W_1 - W_2}{W_{udara}}$$

W_1 = Berat tanah gembur

W_2 = Berat tanah padat

w = Air yang hilang

$$\frac{W_1 - W_2}{W_{udara}} = \frac{1500\text{g} - 1000\text{g}}{1000 \times 100\%} = \frac{500}{10\%} = 50\%$$

Jadi, tanah bisa disebut padat apabila terjadi perubahan jarak partikel antar tanah akibat kehilangan udara/air.

4. Kesimpulan

Alat pemadat tanah berhasil dibuat menggunakan penggerak motor bensin. Hasil yang diperoleh dari pembuatan alat pemadat ini dapat memadatkan area sebesar 250 m² dalam kurun waktu 1 jam dan memiliki gaya sentrifugal sebesar 14,8 KN. Untuk meredam getaran digunakan karet bushing pada bagian dudukan mesin penggeraknya dan ditambah dengan rancangan handle/pegangan yang cukup nyaman. Dari hasil data anthropometri perlu adanya pengembangan dan penerapan perubahan pada pembuatan alat pemadat tanah ini agar lebih ergonomis ketika dipakai terutama oleh kuli bangunan.

Daftar Rujukan

- [1] Wahyudi I, (2016), Rancang Bangun Alat Pemadat Tanah (Compactor) Kapasitas 450 KG Dengan Penggerak Motor Bensin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Skripsi, Palembang.
- [2] Yahdi, U. (1996). Pengantar Fisika Mekanika. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- [3] Kusuma, I. A. (2017), Gaya Sentrifugal Dan Sentripetal Dalam Penggunaan Gerakan Olahraga. Ilmiah Spirit, 1-10.
- [4] Bara, N. E. (2015). Metode Pengukuran Antropometri.
- [5] Yamali, F. R. (2016), Analisa Energi Alat Pemadat Tanah, Jurnal Civronlit Universitas Batanghari Jambi Tahun 2016, 33-42.
- [6] Sukendi, Isranuri, I., & Suherman. (2015), Analisa Karakteristik Getaran Dan Machine Learning Untuk Deteksi Dini Kerusakan Bearing. Widya Teknika Vol.23 No.2, 41-49.