Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (1) 2026, Page: 15676-15686

Pengaruh Gradasi Material Timbunan Pada Pemadatan Dengan Metode Getar

Judiono[1)] Azha Zaki Zaenoerdin[2)]
[1)2)] Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sunan Giri Surabaya, Jl. Brigjen Katamso II Waru Sidoarjo; Telp. 031-8532477
Email:juduliono@gmail.com

Published: March, 2026

ABSTRAK

Pemadatan tanah adalah kondisi dimana antar butiran tanah secara maximal saling mengunci karena disela-sela butiran diisi oleh butiran yang lebih kecil. Proses untuk memadat dapat dilakukan dengan memberi energi getaran pada tanah yang dipadatkan. Dengan getaran tersebut maka butiran akan memampat dengan mengisi celah-celah antar butiran. Namun demikian efektifitas getaran akan lebih optimal apabila digunakan pada proses pemadatan tanah butiran kasar dan gradasi baik yaitu tanah tersebut memiliki berbagai ukuran butiran sedemikian rupa hingga pada saat proses pematdatan butiran-butiran tanah akan mengisi ruang dicelah-celah antar butiran.
Kata kunci: Pemadatan, getar, gradasi material timbunan.

ABSTRACT

Soil compaction is a condition in which soil particles maximally interlock because the spaces between the particles are filled with smaller particles. This compaction process can be achieved by applying vibration energy to the compacted soil. This vibration causes the particles to compress, filling the gaps between them. However, vibration is most effective when used to compact coarse-grained and well-graded soils, where the soil has a variety of grain sizes, allowing the particles to fill the gaps between the particles during the compaction process.
Keywords: Compaction, vibration, gradation of embankment material.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Tanah sebagai pendukung beban konstruksi yang berada diatasnya harus tidak mengalami penurunan, geser maupun gelincir. Salah satu hal yang harus dilakukan agar kondisi tersebut dipenuhi khususnya pada tanaha timbunan adalah dilakukan pemadatan diarea tanah timbunan. Pemadatan tanah timbunan adalah proses dimana terjadi pemampatan butiran material material timbunan yang terjadi karena butiran-butiran tanah memampat disela-sela rongga antar butiran saling mengunci. Untuk dapat saling mengunci maka butiran tanah harus terdiri dari berbagai ukuran butiran dari yang besar sampai kecil sehingga butiran yang kecil dapat mengisi rongga antar butiran yang lebih besar. Oleh karena pemilihan jenis material timbunan serta gradasi material sangat menentukan hasil kepadatan yang dihasilkan. Setelah diperoleh tanah timbunan yang dikehendaki, selanjutnya dilakukan proses pemadatan yang dapat dilakukan dengan metode statis, dinamis serta metode getar.

Metode statis dilakukan dengan memadatkan tanah timbunan memakai roda pemadat besi halus maupun dengan tonjolan yang disebut sebagai padfoot *roller* atau *sheep foot roller*) adalah jenis alat berat pemadat jalan yang dilengkapi tonjolan pada roda bajanya untuk memadatkan tanah jenis kohesif, tanah lempung, tanah kohesif. Pemadatan cara dinamis dilakukan dengan memberi beban dinamis pada permukaan lapis perlapis tanah timbunan. Beban dinamis tersebut dapat ditimbulkan dengan cata menghentakkan plat baja di permukaan tanahk timbunan secara berlapis-lapis yang di lapangan alat tersebut biasa disebut sebagai stamper kuda ataupun beban dinamis ditimbulkan dengan cara mencatuhkan bola baja yang diikat dengan seling baja pada crane pada ketinggian tertentu secaya berulang-ulang.

Untuk pemadatan getar pada umumnya dilakukan dengan menggunakan mesin pemadat roda baja yang bergetar, dimana getaran yang diberikan dapat diatur pada posisi high dan los vibration. di atau tanah berpasir dengan tekanan tinggi. Energi getar yang timbul akan menggerakkan butiran-butiran tanah untuk memampat dengan mengisi rongga-rongga kosong disela-sela butiran. Agar rongga ini dapat terisi dengan rapat maka ukuran butiran (gradasi butiran) harus baik, artinya ukuran terdistribusi dari kecil ke besar sedemikian rupa dapat mengisi sela-sela butiran dengan rapat. Hal ini biasa disebut sebagai materian dengan gradasi baik (well graded)

KAJIAN TEORI

Seperti yang kita ketahui bahwa tanah adalah campuran dari berbagai jenis atau salah satu dari jenis texture tanah berikut :

- Berangkal : potongan batuan dengan ukuran 250 s.d 300 mm
- Kerakal : batuan dengan ukuran 150 s.d 250 mm.
- Pasir : partikel batuan dengan ukuran 0.074 s.d 5 mm.
- Silt : pertikel batuan dengan ukran 0.002 s.d 0,074 mm.
- Clay : partikel mineral dengan ukuran lebih kecil dari 0.002 mm

Apabila salah satu dari partikel tersebut berjumlah dominan maka pada umumnya material tersebut disebut dengan nama partikel yang dominan atau gabungan dari 2 material yang dominan, misal: pasir – kerikil, kerikil kepasiran.

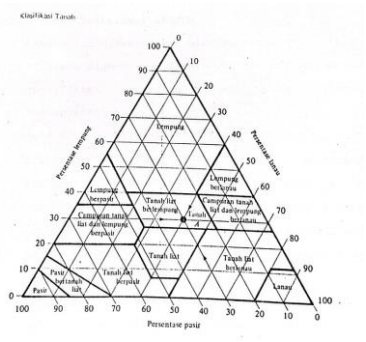
Sifat tanah yang berbeda satu dengan lain mendorong perkembangan sistem klasifikasi untuk tujuan berbeda. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah gradasi dan ukuran butiran. Kedua faktor ini sangat menentukan sifat mekanis dari tanah. Secara umum sistem klasifikasi tanah dapat dibedakan atas:

- Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur
- Klasifikasi tanah berdasarkan pemakaian.

Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika Seikat (USDA). Dalam sistem ini tanah diklasifikasikan menurut tekstur tanah yang dibedakan atas ukuran butirannya, yaitu :

- Pasir : diameter butiran 2.0 s.d 0.05 mm
- Lanau : diameter butiran 0.05 s.d 0.002 mm
- Lempung : diameter butiran < 0.002 mm.

Dengan menggunakan gambar 2.1 maka dapat ditentukan klasifikasi dari tanah tersebut.



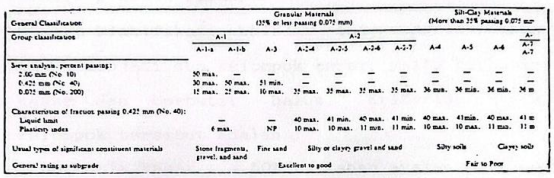
Gambar 2.1

Klasifikasi tanah berdasarkan pemakaian, dikaitkan dengan kepentingan teknik. Karena selain melihat ukuran butiran juga meninjau sifat plastisitas tanah tersebut. Dalam klasifikasi ini dikenal adanya dua sistem klasifikasi yaitu :

- Sistim klasifikasi AASHTO
- Sistim klasifikasi UNIFIED

Sistem klasifikasi AASHTO dikembangkan oleh American Association of State Highway and Transportasion Official untuk spesifikasi pekerjaan tanah pada lintas transportasi.

Pengklasifikasian ini didasarkan kepada kriteria ukuran butiran, plastisitas dan apabila ada butiran dengan ukuran lebih dari 75 mm maka butiran itu harus disisihkan terlebih dahulu. Untuk mengetahui klasifikasi suatu tanah, AASHTO mengelompokkan seperti pada tabel 2.1.



General Classification	Granular Materials (35% or less passing 0.075 mm)							Silt-Clay Materials (More than 35% passing 0.075 mm)			
Group classification	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-5, A-7
Sieve analysis, percent passing:											
2.00 mm (No. 10)	50 max.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.425 mm (No. 40)	30 max.	50 max.	51 min.	—	—	—	—	—	—	—	—
0.075 mm (No. 200)	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 m
Characteristics of fraction passing 0.425 mm (No. 40):											
Liquid limit	—	—	—	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 m
Plasticity index	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.	10 max.	10 max.	11 min.	11 m
Usual types of significant constituent materials	Stone fragments, gravel, and sand		Fine sand	Silty or clayey gravel and sand				Silty soils		Clayey soils	
General rating as subgrade	Excellent to good							Fair to Poor			

Tabel 2.1.

Kalsifikasi tanah menurut UNIFIED mengelompokkan tanah menjadi dua kelompok besar yaitu :

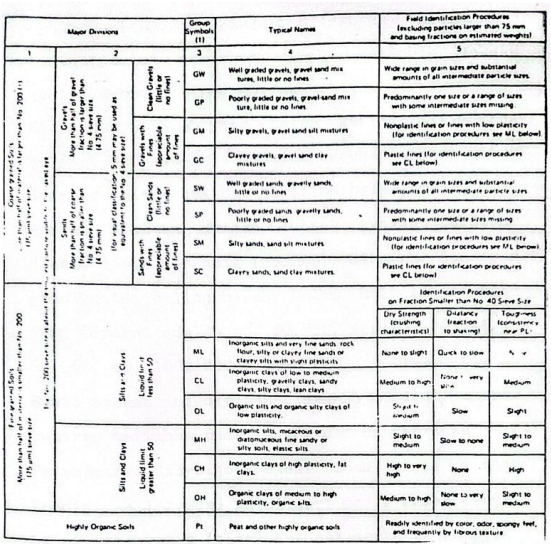
- berbutir kasar: >50% tertahan ayakan no. 200
- berbutir halus: <50% lolos ayakan no. 200

Dengan penamaan prefik dan sufik seperti tabel 2.2.

Jenis tanah	Prefik	Sub-kelompok	sufik
Kerikil	G	gradasi baik	W
Pasir	S	gradasi buruk	P
		berlanau	M
		berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	WL < 50%	L
Organis	O	WL < 50%	H
Gambut	Pt		

Tabel 2.2

Untuk material yang terdiri dari beberapa jenis tanah, UNIFIED penamaan sesuai dengan tabel 2.3.



Major Divisions			Group Symbols (1)	Typical Names	Field Identification Procedures (excluding particles larger than 75 mm and basing fractions on estimated weights)		
1	2		3	4	5		
Coarse-grained Soils (more than half of material is larger than No. 200 sieve size)	Gravels (More than half of coarse fraction is larger than No. 4 sieve size but smaller than 3 inches)	Clean Gravels (little or no fines)	GW	Well graded gravels, gravel sand mixtures, little or no fines	Wide range in grain sizes and substantial amounts of all intermediate particle sizes.		
			GP	Poorly graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	Predominantly one size or a range of sizes with some intermediate sizes missing.		
		Gravels with Fines (appreciable amount of fines)	GM	Silty gravels, gravel sand silt mixtures	Nonplastic fines or fines with low plasticity (for identification procedures see ML below)		
			GC	Clayey gravels, gravel sand clay mixtures	Plastic fines (for identification procedures see CL below)		
	Sands (More than half of coarse fraction is smaller than No. 4 sieve size) (4.75 mm)	Clean Sands (little or no fines)	SW	Well graded sands, gravelly sands, little or no fines	Wide range in grain sizes and substantial amounts of all intermediate particle sizes.		
			SP	Poorly graded sands, gravelly sands, little or no fines	Predominantly one size or a range of sizes with some intermediate sizes missing.		
		Sands with Fines (appreciable amount of fines)	SM	Silty sands, sand silt mixtures	Nonplastic fines or fines with low plasticity (for identification procedures see ML below)		
			SC	Clayey sands, sand clay mixtures	Plastic fines (for identification procedures see CL below)		
Fine-grained Soils (more than half of material is smaller than No. 200 sieve size)	Silts and Clays (Liquid limit less than 50)				Identification Procedures on Fraction Smaller than No. 40 Sieve Size		
					Dry Strength (crushing characteristics)	Dilatancy (reaction to shaking)	Toughness (consistency near PL)
			ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands or clayey silts with slight plasticity	None to slight	Quick to slow	Non
			CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays	Medium to high	None to very slow	Medium
			OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity.	Slight to medium	Slow	Slight
	Silts and Clays (Liquid limit greater than 50)		MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts	Slight to medium	Slow to none	Slight to medium
			CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays.	High to very high	None	High
			OH	Organic clays of medium to high plasticity, organic silts.	Medium to high	None to very slow	Slight to medium
Highly Organic Soils			Pt	Peat and other highly organic soils	Readily identified by color, odor, spongy feel, and frequently by fibrous texture.		

Tabel 2.3

METODE

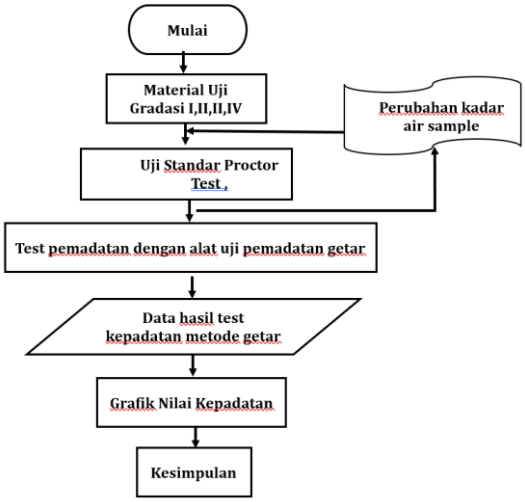
Bahan dan Alat

Material yang diuji terdiri dari 4 gradasi material yang disebut sebagai material gradasi I,II,III, IV. Untuk membedakan jenis material ini dilakukan analisa ayakan. Sedangkan agar mencapai kepadatan yang maksimal, masing-masing material dilakukan uji proctor untuk mendapatkan kandungan air yang optimal. Dengan kandungan air yang optimal tersebut pada tiap gradasi material dilakukan test pemadatan getar.

No	Jenis Test	Perlengkapan Uji
1	**Analisa Ayakan**	
2	**Standart Proctor Test**	
3	**Timbangan**	
4	**Oven Laboratorium**	
5	**Cawan Aluminium**	
6	**Alat uji pemadat tanah metode getar**	

Gambar 3.1

Material contoh yang terdiri dari gradasi I,II,II,IV setelah diporeh kandungan air optimum melalui uji standart proctor tes selanjutnya dimasukkan kedalam tabung uji pemadatan getar dan dilakukan uji pemadatan didalam alat uji vibration compaction test aparatus. Pentahapan uji ini sesuai dengan bagan alir sebagai berikut.



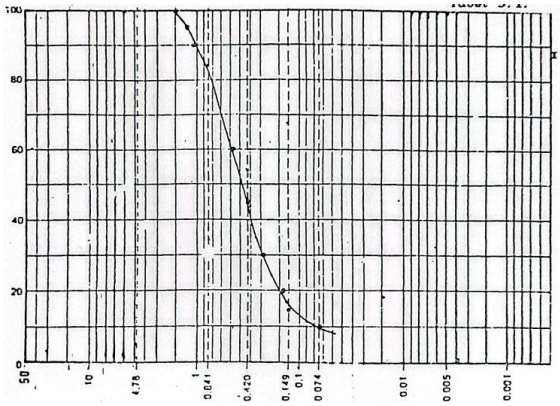
Gambar 3.2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan uji analisa ayakan untuk empat gradasi diperoleh data gradasi I,II,II,IV sebagai berikut.

Gradasi I											
A)	10	12	16	20	30	40	50	60	80	100	200	pan
B)	100	95	90	85	60	50	30	25	20	15	10	0
C)	0	5	5	5	25	10	20	5	5	5	5	10

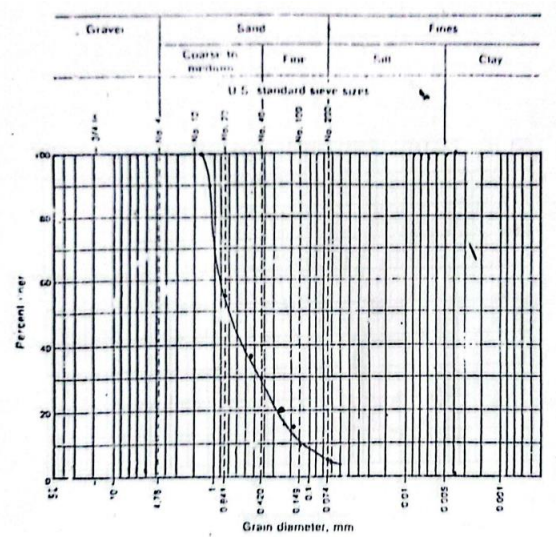
Tabel 4.1



Grafik 4.1

Gradasi II											
A)	10	12	16	20	30	40	50	60	80	100	200	pan
B)	100	100	90	55	35	30	20	15	12	10	5	0
C)	0	0	10	35	20	5	10	5	3	2	5	5

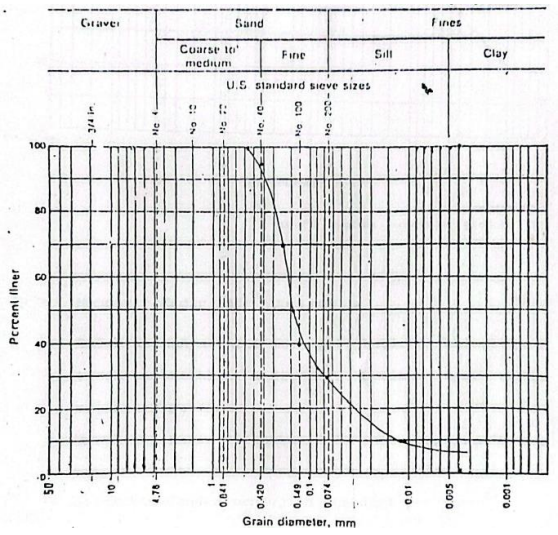
Tabel 4.2



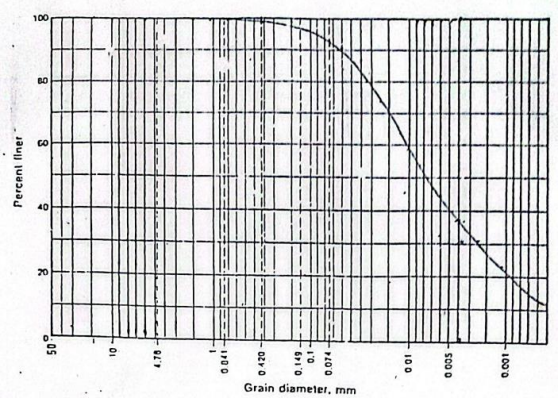
Grafik 4.2

Gradasi III											
A[1]	10	12	16	20	30	40	50	60	80	100	200	pan
B[2]	100	100	100	100	100	95	85	65	50	45	30	0
C[3]	0	0	0	0	0	5	10	20	15	5	15	30

Tabel 4.3

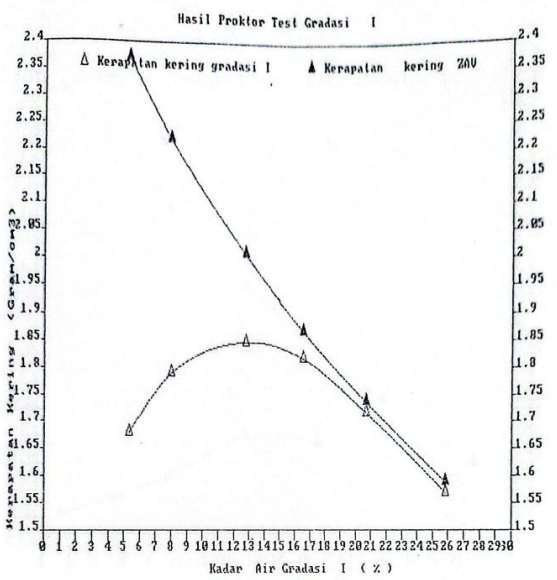


Grafik 4.3

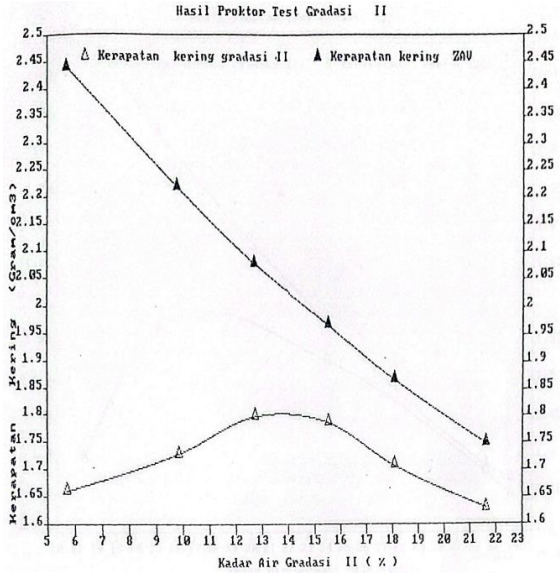


Grafik 4.4

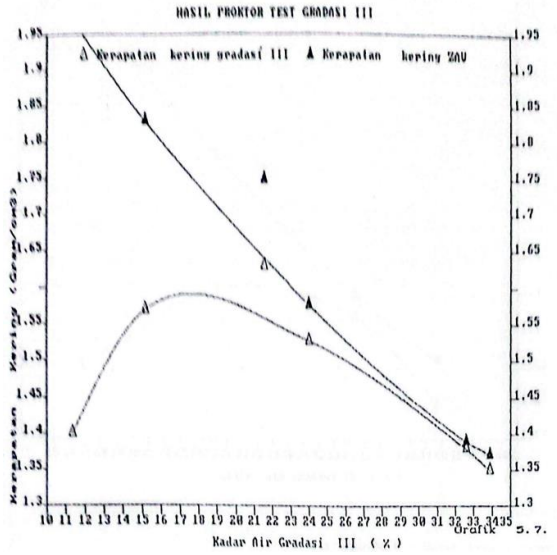
Untuk memperoleh kepadatan yang maksimal maka perlu diketahui kadar air optimum, oleh karena itu selanjutnya material uji dilakukan test standart proctor dengan hasil sebagai berikut.



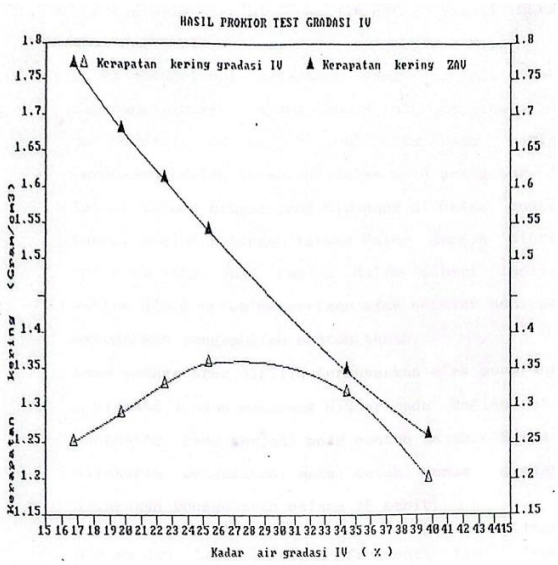
Grafik 4.6



Grafik 4.7

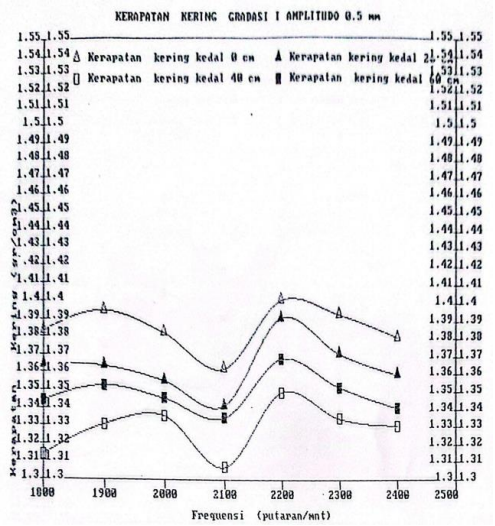


Grafik 4.8

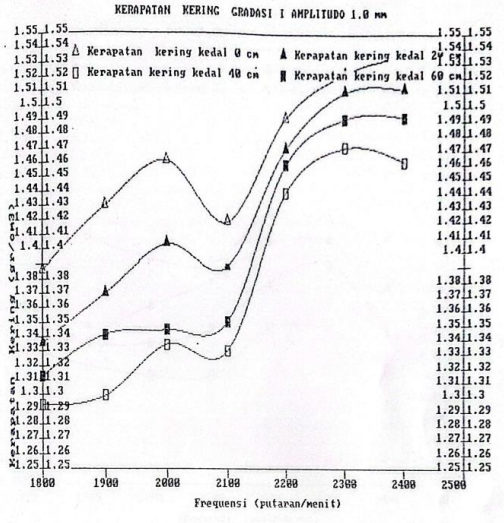


Grafik 4.9

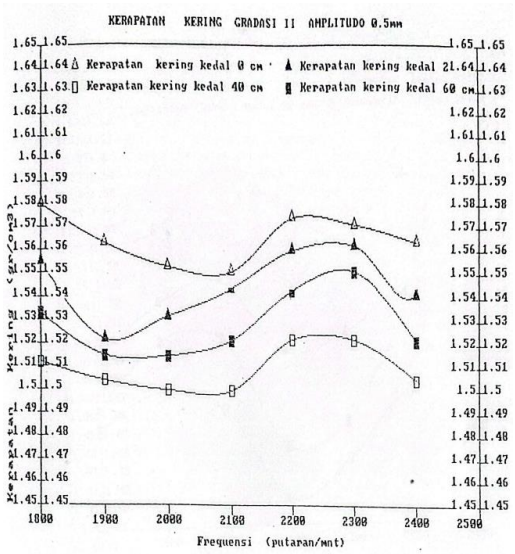
Dengan kadar air optimum yang diperoleh dari uji standart proktor tes, selanjutnya dilakukan uji pemadatan metode getar dengan amplitudo getar 0.5 mm dan 1.0 mm.



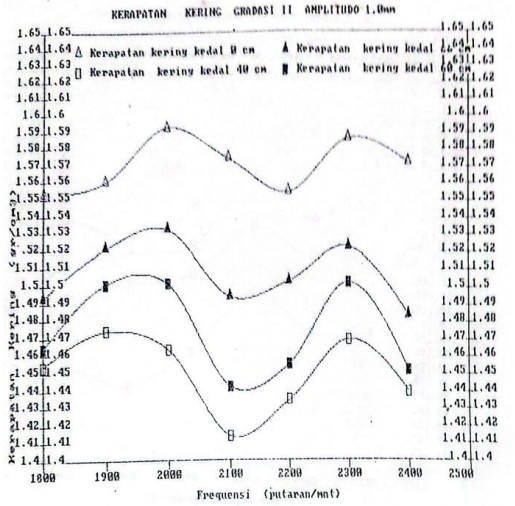
Grafik 4.10



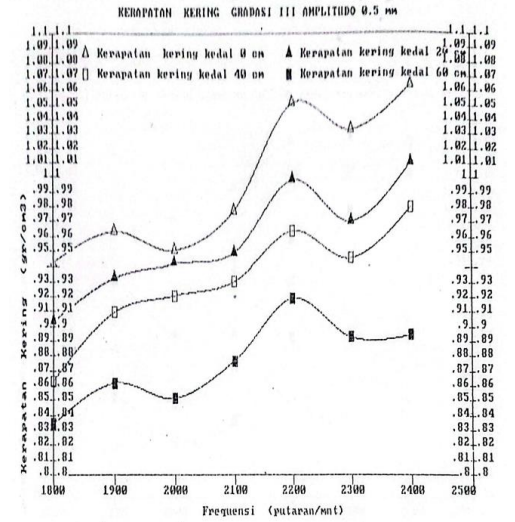
Grafik 4.11



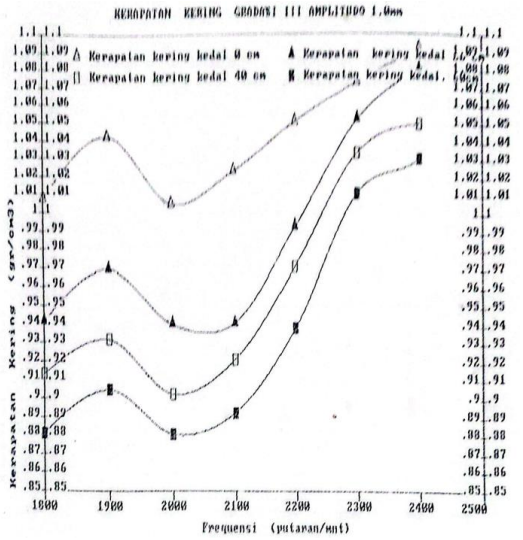
Grafik 4.12



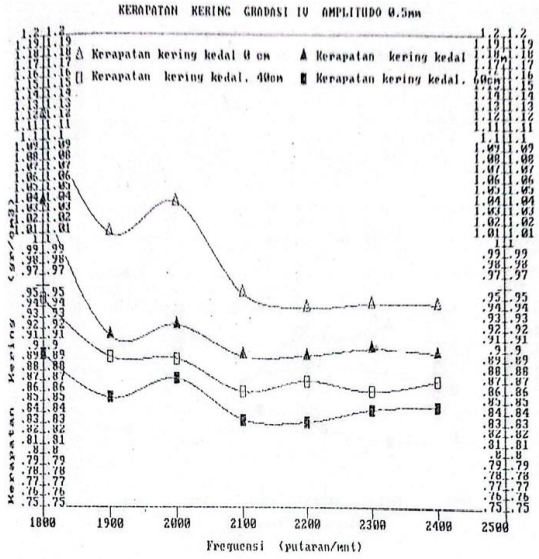
Grafik 4.13



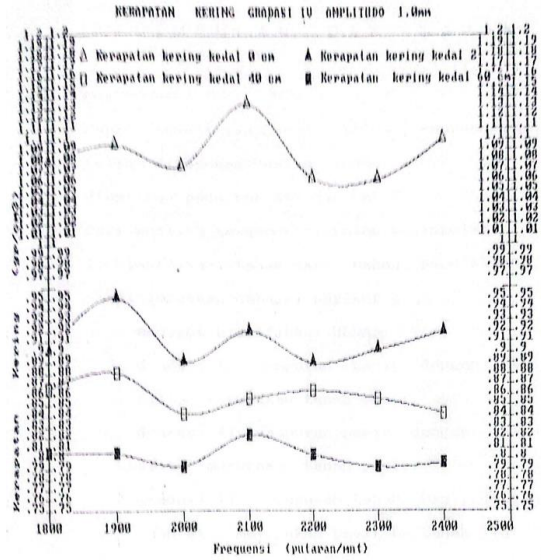
Grafik 4.14



Grafik 4.15



Grafik 4.16



Grafik 4.17

KESIMPULAN

Hasil pemadatan metode getar dapat mencapai kepadatan yang lebih tinggi pada materiai uji dengan gradasi I yang merupakan material dengan gardasi butiran lebih kasar dibandingkandengan hasil yang dicapai pada uji material gradasi lainnya

Pada material uji gradasi IV memperoleh hasil uji kepadatan getar paling kecil dibandingkan dengan yang dicapai pada material uji lainnya.

Pemadatan getar lebih efektif diterapkan pada material yang kasar dibandingkan material halus.

Perubahan amplitudo getaran akan meningkatkan nilai kepadatan yang dicapai untuk semua material uji.

DAFTAR PUSTAKA

Hsai-Yang Fang and Hans F Waiterkorn, Foundation Engineering Hand Book

John A Havers and Frank W Stubbs Jr, Hand Book of Heavy Construction, 1971 Mc.Graw-Hill Inc.

F.E. Richart Jr (Prof), Vibration of Soil and Foundation , 1978, PrenticeHall – Inc

Das, Braja M, (1985), "Principles and Geotechnical Engineering", PrenticeHall – Inc

Bowles JE (1984), "Principles and Geotechnical Properties of Soil 2nd Ed, Mc Graw-Hill Inc.