

**UJIAN MODEL GEGARAN PENUSUKAN KESAN PARAMETER : SAIZ
CERUCUK**

By

Suzita Zainal Anuar

Thesis submitted to

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

To fulfill the requirement of graduation

BACHELOR DEGREE IN CIVIL ENGINEERING

ABSTRAK

Gegaran yang terhasil daripada kerja – kerja pembinaan mungkin akan mengakibatkan kerosakkan dan gangguan terhadap kawasan yang bangunan yang berdekatan, struktur , peralatan sensitif dan manusia. Ini kerana semasa kerja – kerja pembinaan; tenaga, anjakan, kelajuan dan pecutan yang terhasil akan dipindahkan ke dalam struktur lapisan tanah. Pemindahan unsur – unsur ini akan mengakibatkan terhasilnya gegaran yang mengakibatkan kerosakkan dan gangguan kepada kawasan yang berdekatan jika gegaran yang terhasil adalah sangat besar.

Oleh sebab itu analisis terhadap penusukan cerucuk untuk mengetahui jumlah gegaran yang terhasil apabila sesuatu cerucuk dihentak. Antara langkah yang perlu dilakukan ialah pemantauan terhadap projek pembinaan yang bakal dijalankan, meramal atau membuat hipotesis terhadap getaran yang terhasil dengan menggunakan alatan Geophone dan perisian M-Vib dan mengawal tahap gegaran yang terhasil.

Melalui disertasi ini hubungan antara saiz cerucuk dan jumlah gegaran yang terhasil dan kesan gegaran kepada kawasan berhampiran akan diterangkan dengan lebih mendalam. Kaedah yang digunakan ialah mencerap dan menganalisa menggunakan alatan geophone dan perisian M-Vib.

Model cerucuk dan pemberat digunakan untuk menggantikan cerucuk dan pemberat sebenar. Kajian melibatkan kerja – kerja dalam makmal dan kerja – kerja lapangan. Melalui kajian dan analisis yang dijalankan menunjukkan jumlah gegaran akan bertambah apabila saiz cerucuk turut bertambah.

Hasil kajian dilihat dapat membantu jurutera awam menyelesaikan masalah berkaitan gegaran yang terhasil semasa pelantakkan cerucuk.

ABSTRACT

Vibrations that occur during piling work can be harmful to the adjacent structures or sensitive machineries operating nearby. Vibrations also produce noise that can disturb the human. During piling, energy is transferred into the soil. The transmitted energy from pile to ground can cause damage to adjacent structures if the involved are excessive.

This report presents relationships between pile size and total vibrations. Model piles with diameter of 15 mm, 25 mm, 44 mm, 50 mm, and 80 mm were used with a 10 kg hammer. It was found that the bigger the size pile used the higher the vibrations. Also found, the further the monitoring point the lower the vibrations.

The outcome from this research will help the civil engineer to solve the problem about pile vibration.

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Pengasih. Alhamdulillah dengan izinNya dapat menyiapkan laporan tahun akhir ini dengan jayanya. Dalam kesempatan ini saya ingin mengucapkan berbanyak – banyak terima kasih kepada penyelia saya, Prof. Madya Dr. Ir. Mohd Razif bin Selamat untuk segala tunjuk ajar dan bimbingannya selama saya menyiapkan projek tahun akhir ini. Terima kasih juga kepada ibu bapa saya yang sentiasa mendoakan kejayaan saya tidak di dalam apa jua bidang.

Selain itu ucapan terima kasih ini juga kepada juruteknik – juruteknik yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam memberikan bantuan teknikal dan tunjuk ajar dalam mengendalikan kerja – kerja di makmal mahupun kerja – kerja di lapangan. Mereka termasuklah semua juruteknik makmal geoteknik, makmal konkrit, makmal kerja – kerja kayu dan juga makmal mesin di pusat kejuruteraan mekanik. Kepada rakan – rakan seperjuangan yang bersama – sama menjalankan kerja – kerja penyelidikan bagi memenuhi objektif projek tahun akhir ini. Mereka ialah Nurul Huda, Sharul Bariah, Mohd Zariman dan Chin Lee Ling.

Tanpa kerjasama dari mereka semua yang di atas mustahil saya dapat menyempurnakan projek akhir tahun ini. Selain itu juga ucapan terima kasih saya kepada rakan sebilik yang sangat – sangat membantu saya bagi menghasilkan laporan yang baik.

ISI KANDUNGAN

ISI KANDUNGAN	MUKASURAT
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	iv
ISI KANDUNGAN	v
SENARAI RAJAH	vii
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI GRAF	viii
BAB 1 PENGENALAN	
1.1 PERNYATAAN MASALAH	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	2
1.3 KEPENTINGAN KAJIAN	2
BAB 2 KAJIAN LITERATUR	
2.1 PENGENALAN	3
2.2 KESAN GEGARAN TERHADAP STRUKTUR DI SEKELILING	5
2.3 HUBUNGAN ANTARA SAIZ CERUCUK DAN GEGARAN	9
2.4 KESIMPULAN	11
BAB 3 METODOLOGI	
3.0 PENGENALAN	13
3.1 LOKASI	13
3.2 MODEL CERUCUK	15

3.3 MODEL PEMBERAT DAN PENUKUL	16
3.4 UJIKAJI PROBE MACKINTOSH	17
3.5 PERSEDIAAN AWAL	19
3.6 MVIB DAN GEOPHONE	20
3.6.1 Mencerap dan menyimpan data	20
3.6.2 Menganalisa data	21
BAB 4 KEPUTUSAN	
4.0 PENGENALAN	23
4.1 KEPUTUSAN UJIKAJI	23
4.2 PERBANDINGAN DENGAN NILAI TEORI	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1 RINGKASAN KAJIAN	40
5.2 KESIMPULAN KAJIAN	40
5.3 CADANGAN KAJIAN MASA HADAPAN	42
RUJUKAN	
LAMPIRAN A, B DAN C GAMBAR DAN KEPUTUSAN.	

SENARAI RAJAH

RAJAH	TAJUK	M/S
Rajah 2.1	Ilustrasi proses pelantakkan cerucuk sebenar.	3
Rajah3.1	Pembahagian kawasan kajian	14
Rajah 3.2	Kon penusukan mengikut spesifikasi JKR dan Mackintosh	18

SENARAI JADUAL

JADUAL	TAJUK	M/S
Jadual 2.1	Jadual tahap selamat gegaran untuk rumah kediaman (USBM: Siskind et al 1980).	6
Jadual 2.2	Had – had gegaran dan kesannya.	7
Jadual 2.3	Kesan cerucuk terhadap objek – objek yang berlainan.	8
Jadual 3.1	Keputusan ujikaji Mackintosh Probe untuk titik 2Da.	18
Jadual 3.2	Keputusan jumlah gegaran untuk cerucuk berdiameter 25 mm.	21
Jadual 4.1	Keputusan jumlah gegaran untuk cerucuk berdiameter 15 mm.	26
Jadual 4.3	Keputusan jumlah gegaran untuk cerucuk berdiameter 44 mm.	27
Jadual 4.4	Keputusan jumlah gegaran untuk cerucuk berdiameter	27

	50 mm.	
Jadual 4.5	Keputusan jumlah gegaran untuk cerucuk berdiameter	27
	80 mm.	
Jadual 4.6	Keputusan jumlah gegaran untuk berbagai saiz cerucuk (RADIAL).	35
Jadual 4.7	Keputusan jumlah gegaran untuk berbagai saiz cerucuk (TRANVERSE)	35
Jadual 4.8	Keputusan jumlah gegaran untuk berbagai saiz cerucuk (VERTICAL)	36
Jadual 4.9	Keputusan jumlah gegaran untuk berbagai saiz cerucuk (ALL)	36

SENARAI GRAF

GRAF	TAJUK	M/S
Graf 2.1	Hubungan antara impedan dan keluasan cerucuk	11
Graf 4.1	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 25 mm (RAD)	28
Graf 4.2	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 25 mm (TRV)	28
Graf 4.3	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 25 mm (VER)	28
Graf 4.4	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 25 mm (ALL)	29

Graf 4.5	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 44 mm (RAD)	29
Graf 4.6	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 44 mm (TRV)	29
Graf 4.7	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 44 mm (VER)	30
Graf 4.8	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 44 mm (ALL)	30
Graf 4.9	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 50 mm (RAD)	30
Graf 4.10	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 50 mm (TRV)	31
Graf 4.11	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 50 mm (VER)	31
Graf 4.12	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 50 mm (ALL)	31
Graf 4.13	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 80 mm (RAD)	32
Graf 4.14	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 80 mm (TRV)	32
Graf 4.15	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 80 mm (VER)	32
Graf 4.16	Hubungan antara halaju dan jarak untuk cerucuk Φ 80 mm (VER)	33

Graf 4.17	Hubungan halaju melawan jarak untuk berbagai saiz Cerucuk (RAD)	36
Graf 4.18	Hubungan halaju melawan jarak untuk berbagai saiz Cerucuk (TRV)	37
Graf 4.19	Hubungan halaju melawan jarak untuk berbagai saiz Cerucuk (VER)	37
Graf 4.20	Hubungan halaju melawan jarak untuk berbagai saiz Cerucuk (ALL)	37

BAB 1

PENGENALAN

1.0 Latar belakang projek

Gegaran berlaku apabila ada daya yang dikenakan kepada struktur dan mesin. Dalam erti kata yang mudah gegaran adalah pergerakan berulang – ulang sama ada ke hadapan atau ke belakang. Terdapat beberapa unsur yang menghasilkan gegaran yang amat kuat contohnya gempa bumi, mesin, pelutupan kuari dan kerja – kerja melantak cerucuk. Untuk kajian ini hubungan di antara saiz cerucuk dan jumlah gegaran akan dibincangkan dengan lebih lanjut. Apabila gegaran dikenakan kepada struktur ataupun mesin kegagalan mungkin akan terjadi.

Gegaran adalah masalah utama yang terjadi semasa kerja – kerja pelantakkan cerucuk. Masalah tersebut menjadi perhatian umum kerana kesannya yang sering kali mengakibatkan kerosakkan kepada struktur berdekatan. Selain itu, gegaran juga mengakibatkan bunyi bising yang mengganggu keselesaan penduduk – penduduk berdekatan. Seseengah kegagalan boleh mengakibatkan bencana yang memberi risiko kepada keselamatan manusia dan membawa kepada kerugian yang besar dari segi faktor ekonomi kerajaan mahupun swasta. Terdapat banyak saiz cerucuk yang digunakan dalam aktiviti pembinaan.

Oleh sebab itu kajian mengenai hubungan gegaran dan saiz cerucuk adalah penting sebagai satu ilmu yang diperkembang untuk mengatasi masalah – masalah berpunca daripada gegaran. Kajian ini kelak dapat membantu jurutera awam dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

1.1 Objektif

Kajian ini secara amnya dijalankan untuk mengkaji hubungan antara gegaran dan saiz cerucuk. Objektif – objektif kajian adalah:

- a) Perhubungan antara saiz cerucuk dengan gegaran.
- b) Perhubungan antara jumlah gegaran dan jarak.
- c) Menghasilkan model cerucuk yang dapat menggantikan cerucuk sebenar.
- d) Menentukan faktor – faktor lain yang mempengaruhi gegaran sepanjang proses ujikaji.

1.2 Skop kajian.

Perhubungan antara jumlah gegaran dengan saiz cerucuk. Saiz – saiz yang digunakan ialah 15 mm, 25 mm, 44 mm, 50 mm dan 80 mm.

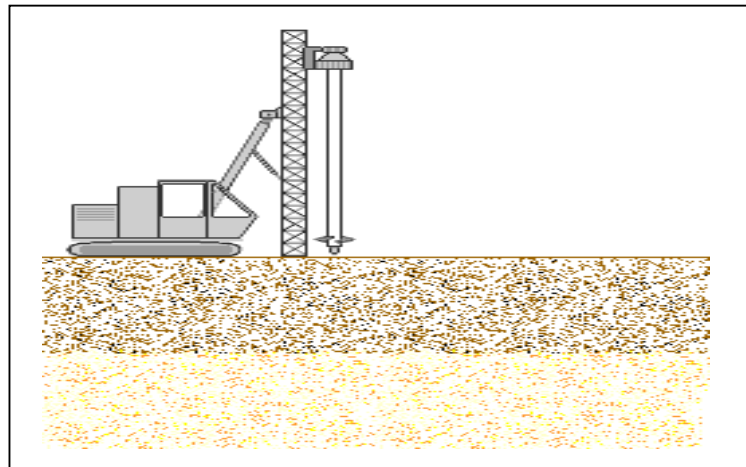
BAB 2

KAJIAN LITARATUR

2.1 Pengenalan

Bab ini akan membincangkan mengenai hubungan di antara jumlah gegaran dan saiz cerucuk berdasarkan kajian – kajian yang terdahulu. Masalah yang dihadapi oleh bangunan berdekatan dengan kawasan pembinaan yang sedang menjalankan kerja – kerja melantak cerucuk telah menjadi satu masalah serius di negara ini malahan di luar negara. Bukan sahaja bangunan yang menghadapi masalah malahan peralatan sensitif dan manusia turut berdepan dengan masalah ini.

Semasa kerja – kerja pembinaan; tenaga, anjakan, kelajuan dan pecutan yang terhasil akan dipindahkan ke dalam lapisan tanah yang mengakibatkan gegaran. Sebagai contoh kerja – kerja melantak cerucuk akan memindahkan tenaga daripada pemberat atau hammer kepada lapisan tanah melalui cerucuk. Rajah 2.1 menunjukkan satu proses biasa melantak cerucuk di negara ini.



Rajah 2.1 : Ilustrasi proses pelantakkan cerucuk sebenar.

Apabila sesuatu cerucuk dilantak, pemberat atau tukul akan menghasilkan gegaran dan bunyi bising untuk setiap hentakan yang dikenakan dan kemudiannya dipindahkan kepada cerucuk. Jumlah gegaran menghasilkan gelombang tenaga yang kemudiannya dipindahkan kepada lapisan tanah. Gegaran yang mengganggu struktur lapisan tanah ini akan mengakibatkan tekanan yang boleh merosakkan struktur. Gelombang tenaga yang terhasil ini boleh diukur dengan kaedah kelajuan zarah.

Terdapat banyak aktiviti yang menghasilkan gegaran kepada lapisan tanah; pepadatan dinamik, peletupan dan operasi yang menggunakan peralatan dan jentera berat. Peletupan adalah aktiviti yang menghasilkan gegaran paling banyak dan diikuti oleh pelantakkan cerucuk.

Di dalam BS 5228-4:1992 telah menggariskan panduan yang perlu dipatuhi oleh setiap pihak yang terlibat di dalam projek pembinaan yang melibatkan kerja – kerja melantak cerucuk. Antara garis panduan dan akta yang telah dikemukakan adalah Akta Mengawal Pencemaran 1974 atau Control of Pollution Act 1974 yang mana telah memberikan kuasa kepada sesuatu pihak untuk memantau dan mengawal bunyi bising dan getaran yang terhasil daripada tapak pembinaan dan kawasan – kawasan yang menjalankan aktiviti - aktiviti yang berkenaan.

Segala pengawasan perlu dijalankan sepanjang projek pembinaan dijalankan. Dalam seksyen 60 pula dalam akta yang sama pula menyatakan bahawa pihak yang terlibat dengan pengawasan kawasan pembinaan ini perlu mengenalpasti semua masalah yang timbul akibat bunyi bising dan getaran dan memastikan masalah ini dapat diselesaikan dengan cara perundingan.

Seterusnya akan dibincangkan dengan lebih lanjut ialah kesan getaran kepada struktur yang berdekatan dan hubungan di antara getaran dan saiz cerucuk.

2.2 Kesan gegaran terhadap struktur di sekeliling.

Berdasarkan kes – kes dan pengalaman yang dicatatkan gegaran dari kerja – kerja melantak cerucuk membawa kepada kerosakkan struktur dan mengundang rasa kemarahan manusia yang berdekatan dengan kawasan pembinaan. Penggunaan parameter Kelajuan Puncak Zarah atau Peak Particle Velocity, PPV digunakan untuk mengukur kesan gegaran kepada bangunan dan struktur di dalam unit mm/s.

Jadual 2.1 menunjukkan tahap selamat gegaran untuk sesuatu rumah moden dan rumah tadisional. Penggunaan PPV sebagai satu unit ukuran kesan getaran kepada struktur adalah paling sesuai (Gasch 1968, Steffens 1974, New 1986). Manakala laporan (Richart et al 1970) pula mengatakan bahawa kerosakan bangunan dan gegaran yang terhasil juga dikaitkan dengan menggunakan unit PPV. Melaluinya juga, nilai PPV untuk bangunan perumahan yang melebihi 50mm/s pada frekuensi antara 3 hingga 100Hz akan mengakibatkan kemusnahan manakala bangunan komersil pula adalah melebihi PPV 100mm/s. Terdapat tiga kategori kerosakan yang disebabkan oleh gegaran pada lapisan tanah. Pertama adalah kerosakan biasa contohnya cat bangunan tertanggal dan keretakan kepada lepa yang menjadi pengikat struktur bangunan (Svinkin et al 1993).

Kerosakan kedua ialah kerosakan minor atau kecil contohnya menyebabkan keretakan sedia ada pada bangunan bertambah teruk, sistem

lepaan menghadapi kegagalan dan pengikat strutur – struktur kecil pada bangunan tertanggal.

Kerosakkan ketiga pula adalah kerosakkan major atau besar contohnya keretakan sehingga beberapa milimeter pada dinding bangunan, struktur mengalami lesu, dan keupayaan penyokong beban yang menurun.

Selain itu kesan gegaran kepada manusia ialah rasa kemarahan dan tidak puas hati yang timbul akibat penghasilan bunyi bising. Ini kerana manusia hanya boleh menerima getaran di bawah 2.5mm/s (Marr et al 2001) seperti jadual 2.2. Oleh sebab itu dikuathiri masyarakat sekitar akan mengancam projek pembinaan yang sedang dijalankan kerana mengganggu aktiviti seharian mereka. Jadual 2.2 menunjukkan had – had getaran dan apakah akibatnya kepada struktur bangunan dan manusia (Ali et al 2003). Manakala jadual 2.3 pula menunjukkan kesan – kesan gegaran terhadap objek – objek yang berlainan. Jadual ini menjadi rujukan bagi mengelakkan kerosakkan dan mengekalkan keselatan manusia.

Jadual 2.1 : Jadual tahap selamat gegaran untuk rumah kediaman

(USBM: Siskind et al 1980)

Jenis struktur	Getaran PPV in/s (mm/s)	
	<40Hz	>40Hz
Rumah moden	0.75(19)	2(50)
Rumah tradisional	0.5(12.7)	2.0(50)

Jadual 2.2 : Had – had gegaran dan kesannya.

ppv (mm/s)	Sumber rujukan				
	Marr	Langefors	Edwards	Nicholls	Wiss
250	Merosakkan dinding	Keretakkan serius	Kerosakkan	Kerosakkan besar	Merbahaya kepada manusia
225					
200		Keretakkan			
175					
150					
125		Keretakkan kecil		Kerosakkan kecil	
100					
75	Keretakkan pada dinding	Amaran	Amaran	Amaran	Tidak selamat
50		Tiada kerosakkan			
25	Masalah kepada manusia	Tiada kerosakkan	Selamat	Selamat	Kurang selamat
10					
2.5					Sederhana
0.25					
0	Selamat	Selamat			

Jadual 2.3 : Kesan cerucuk terhadap objek – objek yang berlainan.

Subject area	Example	Measurement parameter and ranges of sensitivity
Equipment and processes	Laboratory facilities	Displacement between 0.25 μ m and 1 μ m in frequency range 0.1 Hz to 30 Hz. Accelaration between 10 ⁻⁴ g and 5 x 10 ⁻³ g in frequency range 30 Hz to 200 Hz.
	Microelectronics facilities	Ppv between 6 μ m/s and 400 μ m/s in frequency range 3 Hz to 100 Hz. Accelaration between 0.5 x 10 ⁻³ g and 8 x 10 ⁻³ g in frequency range 5 Hz to 200 Hz.
	Precision machine tools.	Displacement between 0.1 μ m and 1 μ m
	Computer	Displacement between 35 μ m and 250 μ m Accelaration (rms) between 0.1 g and 0.25 g at frequency up to 300 Hz.
	Microprocessor	Accelaration between 0.1 g and 1 g.
People	In dwelling or hospitals	Vertical accelaration from 5x10 ⁻⁴ g to 5 x 10 ⁻² g in frequency range 4 Hz to 8Hz. Vertical ppv from 0.5mm/s in frequency range 8 Hz to 80 Hz. Horizontal ppv from 1 mm/s to 52 mm/s in frequency range 2 Hz to 80 Hz.
	In offices	Vertical accelaration from 1x10 ⁻³ g to 1 x 10 ⁻¹ g in frequency range 4 Hz to 8Hz. Vertical ppv from 0.5mm/s to 20 mm/s in frequency range 8 Hz to 80 Hz. Horizontal ppv from 1 mm/s to 52 mm/s in frequency range 2 Hz to 80 Hz.
	In workshop	Vertical accelaration from 4x10 ⁻³ g to 6.5 x 10 ⁻¹ g in frequency range 4 Hz to 8Hz. Vertical ppv from 1.0mm/s to 20 mm/s in frequency range 8 Hz to 80 Hz. Horizontal ppv from 3.2 mm/s to 52 mm/s in frequency range 2 Hz to 80 Hz.
Buildings	Residential or commercial	Ppv from 1 mm/s to 50 mm/s.
Underground services	Gas or water main	Displacement from 10 μ m to 400 μ m ppv from 1 mm/s to 50 mm

2.3 Hubungan antara saiz cerucuk dan gegaran semasa penusukan cerucuk.

Terdapat beberapa aspek yang menyumbang kepada penghasilan gegaran dalam lapisan tanah. Antaranya adalah jenis cerucuk, bentuk cerucuk, impedan cerucuk, rintangan tanah, panjang cerucuk, rintangan penusukan, pemadatan dinamik, beban dinamik dan peletupan.

Perhubungan antara saiz cerucuk dan gegaran akan diterangkan dengan lebih lanjut lagi. Terdapat kaitan antara saiz cerucuk dan impedan cerucuk. Ini dibuktikan melalui laporan 'Modeling of vibratory pile Driven' oleh (F. Rausehe et al 1985). Beliau menggunakan kaedah kajian kes yang dimulakan pada tahun 1960 an. Yang mana kaedah ini mendapatkan daya rintangan menggunakan nilai daya dan kelajuan. Hubungan di antara impedan dan saiz cerucuk dapat diterangkan berdasarkan persamaan 2.1 (Rausche et al 1985).

$$R(t) = \frac{1}{2} (F1+Zv1)(1+Jc) + \frac{1}{2} (F2-Zv2)(1+Jc) \dots\dots\dots (2.1)$$

Di mana:

R(t)= daya rintangan pada masa t

A = luas cerucuk

F1 = daya pada masa t

F2 = daya pada masa t+2L/c

V1 = kelajuan pada masa t

V2 = kelajuan pada masa t+2L/c

Z = impedan, EA/c

L = panjang cerucuk

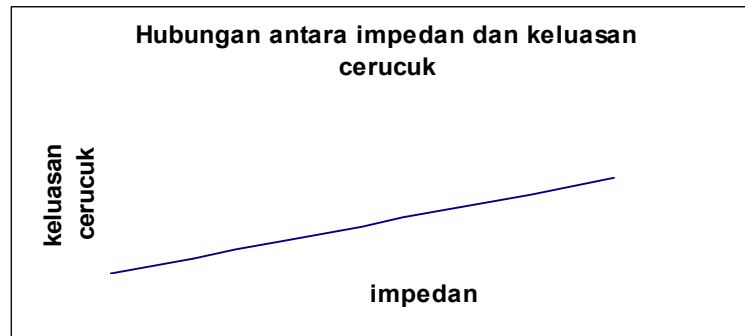
E = modulus Young

c = kelajuan gelombang

Apa yang ingin dinyatakan di sini adalah persamaan impedan, $Z = AE/c$. Ini menunjukkan bahawa impedan adalah berkadar langsung dengan saiz cerucuk. Ini menunjukkan semakin tinggi keluasan atau saiz cerucuk maka nilai impedan juga bertambah. Hubungan ini dinyatakan dalam graf 2.1.

Melalui hubungan impedan dan gegaran seperti yang dicatakan di dalam kes – kes yang telah dikaji di dalam laporannya Kesan Getaran daripada Operasi Pembinaan atau ‘Vibration Environment Effect of Construction Operations’ menyatakan bahawa semakin besar nilai impedan cerucuk maka semakin besar kapasiti cerucuk dan daya dinamik sesuatu cerucuk itu (Mark R. Svinkin et al 1993). Pertambahan impedan cerucuk akan menyebabkan daya yang dipindahkan kepada struktur cerucuk dan juga lapisan tanah juga bertambah.

Ini kerana semakin besar keluasan atau saiz cerucuk maka lebih banyak tenaga yang diperlukan untuk membenamkan cerucuk ke dalam lapisan tanah. Oleh sebab itu semakin besar tenaga yang dipindahkan kepada cerucuk maka semakin besar pula tenaga yang akan dipindahkan daripada cerucuk kepada lapisan tanah. Ini menghasilkan getaran yang lebih besar di dalam lapisan tanah. Dapat disimpulkan di sini bahawa apabila saiz cerucuk bertambah, nilai impedan juga bertambah dan ini juga menyebabkan getaran yang terhasil turut bertambah. Pertambahan yang berlaku kepada nilai impedan akan mengakibatkan kenaikan kepada nilai PPV. Selain itu juga semakin besar saiz cerucuk semakin tinggi halaju gegaran yang terhasil (Heckman 1978 dan Massarch 1992).



Graf 2.1 : **Hubungan antara impedan dan keluasan cerucuk.**

2.4 Kesimpulan

Gegaran yang terhasil dari projek pembinaan akan mengakibatkan gangguan dan kerosakkan kepada bangunan bersebelahan, struktur, kelengkapan atau alat yang sensitif dan juga manusia. Gegaran dari projek pembinaan memberi akibat kepada struktur dalam dua cara. Pertama; merosakkan struktur bangunan secara terus melalui gelombang yang dihasilkan dan kedua; menyebabkan berlakunya pemendapan yang akhirnya turut merosakkan struktur.

Terdapat beberapa aspek yang menyumbang kepada penghasilan gegaran dalam lapisan tanah. Antaranya adalah jenis cerucuk, bentuk cerucuk, impedan cerucuk, rintangan tanah, panjang cerucuk, rintangan penusukan, pemadatan dinamik, beban dinamik dan peletupan.

Terdapat tiga kerosakkan yang diakibatkan oleh gegaran iaitu kerosakkan biasa, kerosakkan kecil dan kerosakkan besar. Hubungan antara saiz cerucuk dan impedan cerucuk adalah berkadar terus.

Semakin besar saiz dan keluasan cerucuk maka semakin meningkat nilai getaran yang dihasilkan. Nilai kesan gegaran terhadap bangunan dan

kawasan persekitaran dapat dinilai dengan menggunakan Kelajuan Puncak Zarah (PPV).

Pemantauan dan kawalan di tapak bina dari awal permulaan dan berterusan sepanjang proses pembinaan adalah penting untuk memastikan keselamatan dan kebolehkerjaan persekitaran. Dalam memastikan pengawalan gegaran yang berterusan pengukur tell-tale statik boleh digunakan menurut BS 5228 (BSI 1992). Alatan ini akan memberikan amaran awal jika gegaran yang dihasilkan boleh merosakkan struktur berdekatan. Gegaran yang terhasil semasa pelantakkan cerucuk boleh merosakkan bangunan berdekatan oleh sebab itu pemasalahan ini perlulah difikirkan di peringkat fasa perancangan lagi.

BAB 3

METHODOLOGI

3.0 Pengenalan.

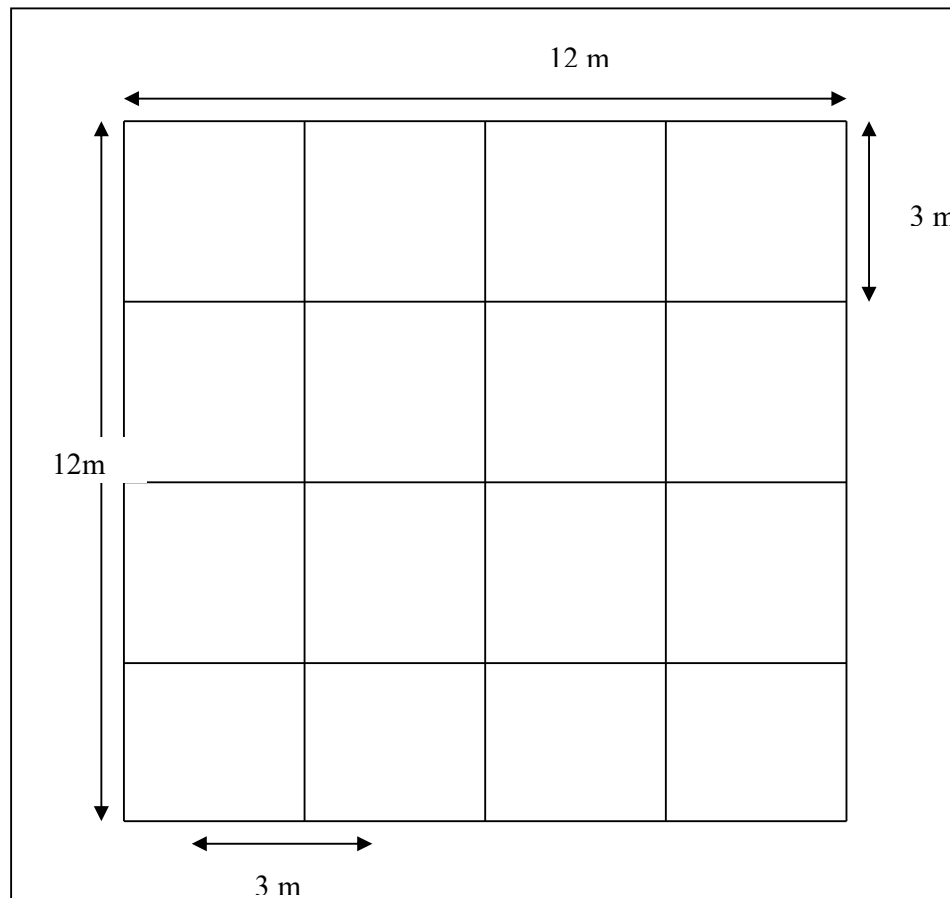
Kajian ini menumpukan perhatian kepada hubungan yang berlaku antara saiz cerucuk dan jumlah gegaran yang terhasil semasa kerja – kerja melantak cerucuk. Bab ini membincangkan secara keseluruhan mengenai kelengkapan dan bahan – bahan yang digunakan dalam ujikaji – ujikaji seperti pengkonkritan untuk menghasilkan model cerucuk dan pemberat, Probe Mackintosh untuk menentukan kekerasan tanah serta mencerap dan menyimpan data menggunakan perisian MVIB dan peralatan Geophone.

3.1 Lokasi

Tempat yang dipilih untuk menjalankan kajian ini adalah di kawasan lapang di antara Pusat Pengajian Awam dan Pusat Pengajian Aeroangkasa. Lokasi di atas dipilih kerana kawasan tersebut lapang dan mencukupi untuk menjalankan ujikaji ke atas cerucuk. Untuk ujikaji ini kawasan lapang yang melebihi 12 meter kali 12 meter diperlukan. Kemudian kawasan dibahagikan kepada 3 m kali 3 m seperti rajah 3.1. Selain itu juga kawasan yang telah dipilih ini juga adalah berdekatan dengan pusat pengajian awam dan ini memudahkan kerja – kerja mengangkat alatan – alatan untuk ujikaji.

Selain itu juga, kawasan ini mudah diawasi dari semasa ke semasa kerana tempatnya yang strategik dan bersebelahan dengan susur gajah yang

dapat diperhatikan setiap hari. Ini adalah untuk memastikan alatan – alatan yang ditinggalkan di lapangan tidak berubah dan kekal seperti yang sepatutnya. Kawasan yang rata juga menjadi sebab mengapa lokasi tersebut dipilih. Ini memudahkan kerja – kerja mencerap data dan dapat mengurangkan ralat yang mungkin terjadi jika kawasan yang dipilih adalah tidak rata.



Rajah 3.1 : Pembahagian kawasan kajian.

3.2 Model cerucuk

Model cerucuk adalah bahan utama yang bakal dijadikan ujikaji bagi menentukan jumlah gegaran yang dihasilkan untuk setiap saiz cerucuk yang dipilih. Saiz model cerucuk yang telah dipilih adalah 15 mm, 25mm, 44 mm, 50mm dan juga 80 mm. Paip PVC dijadikan acuan untuk menghasilkan cerucuk berbentuk bulat. Untuk setiap paip PVC yang dipilih panjangnya adalah 2 m. Untuk menghasilkan model cerucuk proses pengkonkritan dilakukan. Konkrit bertetulang dipilih untuk menjadikan model yang terhasil menyerupai cerucuk sebenar yang digunakan di sektor – sektor pembinaan. Bilangan tetulang untuk setiap cerucuk akan ditentukan. Setiap tetulang akan diikat menggunakan dawai bagi mengekalkan kedudukan dalam jarak yang betul bagi membolehkan tetulang yang telah diikat dimuatkan ke dalam cerucuk. Tetulang yang telah dipotong panjangnya mestilah kurang daripada 2 m bagi memastikan tetulang tidak terkeluar dari acuan cerucuk. Ini kerana tetulang yang terkeluar akan menjejaskan bacaan yang diperolehi kelak.

Tetulang akan dimasukkan ke dalam acuan PVC dan kemudian konkrit dengan campuran simen, agregat dan air dimasukkan ke dalam acuan sedikit demi sedikit. Apabila konkrit dimasukkan untuk lapisan pertama batang besi akan digunakan untuk memadatkan konkrit dengan mencucuk lapisan konkrit itu. Ini adalah untuk mengelakkan terjadinya ruang – ruang terjadi antara konkrit. Ini kerana ruang – ruang yang terhasil akan mengurangkan kekuatan cerucuk yang akan dihasilkan. Kaedah ini diulangi sehingga konkrit memenuhi acuan PVC. Konkrit akan dibiarkan mengeras selama 7 hari dan kemudian cerucuk yang dihasilkan akan ditutup dengan guni

basah sehingga hari ke 28 sebagai tujuan pengawetan bagi memastikan cerucuk mencapai kekuatan yang dikehendaki. Selepas hari ke 28 cerucuk telah sedia untuk digunakan dalam ujikaji.

3.3 Model pemberat atau penukul

Pemberat atau penukul ini akan digunakan sebagai beban yang akan dihentak ke atas cerucuk. Pemberat yang dipilih adalah seberat 10 kg. Bagi menghasilkan model pemberat, paip PVC berdiameter 6 inci dipilih sebagai acuan. Paip ini akan dipotong sepanjang 30 cm. Sebanyak dua batang keluli dipotong untuk dijadikan tetulang. Kedua – dua keluli ini akan dibengkokkan menjadi bentuk U. Kemudian tetulang - tetulang ini akan diikat bagi mengekalkan kedudukan tetulang di dalam acuan. Campuran konkrit yang dibuat perlulah disukat terlebih dahulu bagi memastikan berat yang diperlukan dapat dihasilkan. Campuran konkrit ini akan dimasukkan kedalam acuan PVC yang telah diletakkan tetulang sedikit demi sedikit.

Rod besi digunakan untuk memampatkan konkrit yang telah dimasukkan ke dalam acuan. Apabila semua konkrit telah dimasukkan ke dalam acuan model ini cangkuk akan diletakan di bahagian atas sebagai pemegang pemberat. Selepas selesai pemberat akan dibiarkan mengeras selama 7 hari. Kemudian pemberat yang terhasil akan direndamkan ke dalam air sehingga hari ke 28 sebagai tujuan pengawetan supaya pemberat mencapai kekuatan yang diperlukan. Selepas hari ke 28 pemberat telah sedia untuk digunakan di lapangan.

3.4 Ujikaji Probe Mackintosh.

Sebelum memulakan ujikaji mencerap dan menyimpan data gegaran ujikaji ini perlu didahulukan. Ujikaji ini dijalankan untuk mengetahui kekerasan tanah di seluruh kawasan yang telah dipilih untuk menjalankan ujian penusukan cerucuk. Alatan Mackintosh ini adalah terdiri daripada kon penusukan, rod – rod penyambung, penyambung dan pemberat. Kon penusukan yang dipilih adalah dari spesifikasi JKR. Kon penusukan ini juga mempunyai diameter 25 mm dan sudut hujung kon adalah 60⁰. Rajah 3.2 menunjukkan kon penusukan mengikut spesifikasi JKR. Setiap rod berdiameter 12 mm dan panjang 1 m. Untuk ujikaji ini sebanyak tiga batang rod yang diperlukan. Dalam ujikaji ini setiap kawasan dibahagikan kepada segiempat sama yang berjarak 3 meter kali 3 meter. Pertemuan pepenjuru setiap segiempat kemudiannya dipilih sebagai titik untuk melakukan ujikaji. Titik – titik yang dipilih akan ditandakan dengan koordianat – koordinat tertentu supaya pengkelasan tanah akan dilakukan dengan lebih mudah.

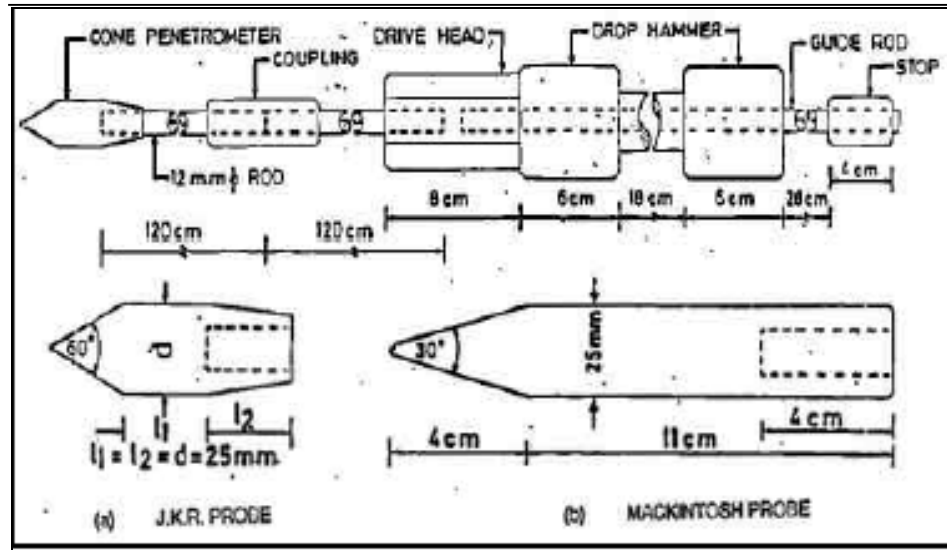
Apabila titik telah dipilih kon penusukan akan dipasangkan dengan satu rod besi dan kemudiannya pemberat turut dipasangkan. Alatan ini akan diletakan tepat pada titik yang dipilih kemudian pemberat akan diangkat dan dilepas bebas. Dalam spesifikasi JKR ini pemberat akan dijatuhkan pada ketinggian 28 m dari batang rod. Untuk setiap 0.3 m berapa bilangan hentakan pemberat dicatatkan. Jadual 3.1 menunjukkan contoh bacaan bilangan hentakan untuk setiap kedalaman 0.3 m.

Untuk kedalaman 0.3 m yang pertama sebanyak 192 hentakan dicatatkan. Walaubagaimanapun jumlah hentakan bagi setiap 0.3 m hendaklah

kurang daripada 400 kali. Jika koordinat yang dipilih menghasilkan hentakan untuk 0.3 m melebihi 400 kali, titik tersebut perlulah ditukar dengan memilih titik yang berdekatan dengan titik yang gagal. Ujikaji ini telah dilakukan 15 kali dan 9 titik berjaya diselesaikan sehingga kedalaman 3 m. Melalui keputusan yang telah diperolehi kawasan dikelaskan mengikut kekerasan tanah.

Jadual 3.1 : Keputusan ujikaji Mackintosh Probe untuk titik 2Da.

Depth (m)	Number of blows
0.0-0.3	192
0.3-0.6	85
0.6-0.9	43
0.9-1.2	71
1.2-1.5	88
1.5-1.8	100
1.8-2.1	182
2.1-2.4	77
2.4-2.7	41
2.7-3.0	27



Rajah 3.2 : Kon penusukan mengikut spesifikasi JKR dan Mackintosh.

3.5 Persediaan awal.

Sebelum ujikaji dijalankan titik paling tengah dipilih untuk menanam cerucuk. Kemudian titik tersebut dikorek dengan menggunakan auger sedalam 0.5 m. Lima lubang lagi dikorek di hadapan cerucuk dalam satu garisan selari. Lubang pertama adalah berjarak 0.5 m dari lubang untuk menanam cerucuk dan setiap satu lubang juga berjarak 0.5 m. Lubang – lubang yang dikorek mestilah dipilih dari kawasan yang mempunyai kekerasan tanah yang rendah berdasarkan keputusan yang didapati semasa ujikaji Mackintosh Probe.

Setiap lubang ini dikorek sehingga 0.2 m bagi memastikan kedalaman mencukupi untuk memasukkan geophone ke dalam lubang tersebut dengan cara yang betul. Apabila semua lubang telah siap dikorek dengan kedalaman yang dikehendaki cerucuk akan ditanamkan dan kemudian semua alatan disetkan bagi memulakan ujikaji. Bekas segiempat yang diperbuat daripada

kayu dan menyerupai acuan kayu digunakan untuk memastikan cerucuk sentiasa berada di dalam acuan kayu tersebut walaupun hentakan dikenakan. Tripod akan disetkan tepat berada di atas cerucuk. Pemberat digantung pada tripod dan ketepatan jatuhnya diuji sehinggalah pemberat tidak mengenai acuan kayu. Bagi memastikan setiap alatan dan cerucuk adalah tegak spirit level digunakan untuk memastikan alatan tidak senget.

Pelapik cerucuk yang dipilih adalah satu lapisan kayu setebal 4 cm, pemberat seberat 10 kg dan ketinggian jatuhnya pemberat adalah 0.5 m. Untuk memastikan ketinggian jatuhnya adalah sentiasa sama iaitu 0.5 m tali rafia digunakan dengan mengikat satu hujung pada cerucuk dan satu hujung pada pelapik. Alatan geophone disambungkan kepada perisian MVIB di dalam komputer.

3.6 MVIB dan Geophone.

Selepas kesemua alatan telah disetkan maka ujikaji pencerapan data gegaran boleh dilakukan. Terdapat dua proses yang berlaku menggunakan perisian MVIB dan alatan geophone iaitu mencerap dan menyimpan data, serta menganalisa data yang telah siap disimpan.

3.6.1 Mencerap dan menyimpan data.

Untuk mencerap data jumlah gegaran, geophone perlulah diletakkan di lubang pertama untuk bacaan yang pertama. Nama fail bagi setiap data ditentukan, contohnya untuk cerucuk bersaiz 15 mm dan berjarak 0.5 m dari cerucuk, fail dinamakan sebagai PS1. Apabila perisian dan alatan geophone

telah sedia, kabel tripod akan ditarik dan kemudian akan dilepaskan secara bebas.

Pemberat akan menghentak cerucuk yang berada di dalam acuan kayu. Apabila gegaran telah dapat dikesan oleh alat geophone data tersebut akan disimpan ke dalam perisian di dalam komputer. Jika didapati pemberat tidak jatuh tepat kepada cerucuk maka ujikaji akan dimulakan sekali lagi. Ini untuk memastikan bacaan yang diperolehi tidak mempunyai ralat.

Untuk setiap lubang hanya sekali hentakan dilakukan dan satu data yang disimpan. Apabila data telah selesai disimpan alat geophone akan diubah pada lubang kedua yang berjarak 1.0 m daripada cerucuk dan ujikaji diulangi untuk menukar saiz cerucuk yang lain semua alatan perlulah disetkan semula. Cerucuk yang tertanam akan dicabut dan cerucuk baru yang ingin diuji ditanam pada lubang yang sama. Kemudian pencerapan akan diulangi bermula dari lubang berjarak 0.5 m dari cerucuk.

3.6.2 Menganalisa data – data yang telah disimpan.

Data – data yang telah disimpan ke dalam komputer akan diletakkan dalam satu folder. Kemudian setiap data akan dianalisis satu persatu. Sebagai contoh untuk data cerucuk bersaiz 15 mm dan berjarak 0.5 m fail PS1 akan dianalisis. Melalui perisian MVIB ini gegaran akan dibahagikan kepada 3 jenis iaitu RAD, TRV dan VER. Jumlah gegaran akan diwakili oleh halaju – halaju yang diperolehi dari perisian. Bagi fail PS1 ini nilai halaju yang tertinggi untuk RAD adalah 1.2 m/s , TRV adalah 0.5 m/s dan 1.7 m/s. Untuk

nilai yang paling tertinggi bacaan akan dicatatkan sebagai ALL. Kesemua nilai ini akan dimasukkan ke dalam jadual bagi memudah kerja – kerja analisis. Jadual 3.2 menunjukkan contoh data – data yang telah dimasukkan ke dalam jadual. Bagi data yang telah diperolehi graf – graf jumlah halaju melawan jarak akan diplot.

Jadual 3.2 : Keputusan jumlah gegaran untuk cerucuk berdiameter 25 mm.

Jarak (meter)	Halaju (m/s)			
	RAD	TRV	VER	ALL
0.5	1.4	0.6	3.1	3.1
1.0	1.6	1.2	1.7	1.7
1.5	1.3	0.5	1.7	1.7
2.0	0.3	0.3	1.8	1.8
2.5	-	-	-	-

BAB 4

KEPUTUSAN

4.0 Pengenalan

Bab ini membincangkan hasil keputusan pencerapan data gegaran cerucuk bagi setiap saiz cerucuk yang digunakan. Faktor – faktor lain yang mempengaruhi jumlah gegaran yang dihasilkan seperti kekerasan tanah, kaedah yang dijalankan dan kebolekhidmatan peralatan juga akan diperbincangkan dengan lebih lanjut. Di akhir bab ini, perbandingan jumlah gegaran dengan setiap saiz cerucuk yang berbeza dilakukan.

4.1 Keputusan Ujikaji Pencerapan Jumlah Gegaran

Bagi memenuhi objektif utama ujikaji ini iaitu menentukan hubungan antara jumlah gegaran dan saiz cerucuk dengan saiz 15 mm, 25mm, 44 mm, 50 mm, dan 80 mm. Alatan geophone dan perisian M-Vib digunakan dalam ujikaji ini. Konkrit bertetulang digunakan sebagai unsur utama untuk model cerucuk bagi memastikan model yang dihasilkan menyerupai cerucuk yang sebenar.

Untuk ujikaji ini, lima kali cerapan diambil untuk menentukan hubungan antara jumlah gegaran dan saiz cerucuk. Jarak yang dipilih ialah 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m dan 2.5 m. Untuk setiap jarak, hentakan dengan pemberat akan dilakukan dan kemudiannya gegaran yang telah dicerap dengan alat geophone disimpan ke dalam perisian M-Vib di dalam komputer. Untuk setiap saiz cerucuk hanya sekali hentakan untuk setiap jarak dan data yang

direkod untuk setiap hentakan yang dilakukan. Keputusan akan dianalisa dalam bentuk RAD yang bermaksud gegaran dipindahkan ke kawasan bersebelahan secara radial atau membulat, bentuk TRV di mana gegaran dipindahkan secara melintang atau gelombang ombak dan VER iaitu gegaran dipindahkan secara vertikal atau bersudut tepat dengan dengan lapisan tanah. Manakala bentuk ALL pula bermakna untuk setiap jarak, halaju yang paling tinggi dari ketiga - tiga jenis cara gegaran dipindahkan dipilih.

Untuk cerucuk berdiameter 15 mm keputusan ujikaji dimasukkan ke dalam jadual 4.1. Merujuk kepada keputusan yang telah diperolehi menunjukkan bacaan untuk jarak 0.5 meter sahaja yang diperolehi. Keputusan bacaan untuk VER mencatat yang tertinggi iaitu 1.7 m/s. Bacaan dapat dicerap hanya pada jarak 0.5 meter kerana cerucuk mempunyai diameter yang terlalu kecil iaitu hanya 15 mm. Tenaga yang dipindahkan dari pemberat kepada cerucuk 15 mm akan sampai kepada hujung cerucuk yang tertanam dan gegaran yang tersebar adalah kecil kerana berat cerucuk tidak memainkan peranan dalam menambahkan beban bagi meningkatkan jumlah gegaran. Ini kerana saiznya yang kecil dan beratnya adalah kurang berbanding cerucuk yang lain.

Keputusan ujikaji untuk cerucuk berdiameter 25 mm pula dicatatkan dalam jadual 4.2. Berdasarkan jadual 5.2 menunjukkan bacaan dapat dicerap sehingga jarak 2.0 meter. Bacaan dapat diperolehi sehingga jarak 2.0 m adalah kerana gegaran yang dihasilkan adalah besar dan gegaran dapat dikesan oleh alat geophone hingga ke jarak 2.0 m. Perhubungan di antara jarak dan halaju ditunjukkan melalui graf. Jumlah gegaran yang telah diperolehi menunjukkan ianya lebih besar berbanding cerucuk berdiameter 15 mm. Ini kerana cerucuk