

Perubahan Kekuatan Mampatan Konkrit Muda terhadap Amplitud Relatif Gelombang Ultrasonik

Kamarudin Mohd Yusof
Mohammad Fauzi Bahari

ABSTRAK

Konkrit muda bergred 20 dan 30 dengan nisbah air-simen 0.5 dan 0.6 telah dikaji dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Konkrit muda berumur antara 1 hari hingga 28 hari telah diuji dengan menggunakan Kaedah Gabungan Ultrasonik. Parameter-parameter amplitud relatif β , amplitud gelombang tekanan A dan halaju V_p daripada gelombang ultrasonik telah diukur terhadap kekuatan mampatan konkrit muda berkenaan. Kandungan lembapan yang terdapat dalam konkrit muda turut diukur dan dikaji untuk menentukan kesannya ke atas hubungan parameter-parameter ini dengan kekuatan mampatan. Didapati amplitud relatif β , amplitud tekanan A dan halaju tekanan gelombang ultrasonik menunjukkan perubahan yang jelas dengan perubahan kekuatan mampatan. Walau bagaimanapun kesan kandungan lembapan terhadap parameter-parameter ini juga besar. Oleh itu kesan kelembapan ini perlu diambil kira dalam pengukuran ini.

ABSTRACT

Grade 20 and 30 of young concrete paste with water-cement ratios 0.5 and 0.6 have been studied using ultrasonic wave. The young concrete paste ages between one day and 28 days have been tested with an ultrasonic combined method. Relative amplitude β , pressure wave amplitude A, and velocity V_p of the ultrasonic wave parameters have been measured for the compressive strength of the young concrete. Moisture content of the young concrete paste was also been studied to determine its effect on the concrete paste parameters in relation to the compressive strength. The relative amplitude β , the pressure wave amplitude A and the pressure wave velocity of the ultrasonic wave showed clearly that the parameters varied with the change of the compressive strength. However, the effect of moisture on these parameters are also large and therefore, the effect of moisture on the measurement should be taken into account.

PENGENALAN

Masalah pengukuran kekuatan mampatan konkrit secara tanpa musnah yang memberikan ralat yang besar sering menjadi hujah jurutera untuk tidak menggunakan kaedah pengukuran tanpa musnah dalam pengukuran kekuatan mampatan konkrit (Bungey 1984; Di Maio 1989). Mereka lebih cenderung untuk menggunakan kaedah tradisional seperti pengerudian sampel teras untuk mendapatkan nilai kekuatan mampatan atau bagi konkrit muda mereka menggunakan ujian ke atas contoh sampel kiub. Kaedah pengerudian

sampel teras akan menyebabkan bahagian binaan berkenaan akan rosak atau kadang-kala tidak dibenarkan digerudi atas sebab keselamatan binaan. Sementara sampel kiub pula tidak dapat memberikan kekuatan mampatan sebenar konkrit dalam binaan terutama ketika konkrit masih muda (Mindess & Young 1981). Oleh itu satu kaedah lain seperti kaedah tanpa musnah dirasakan perlu digunakan.

Ismail et al. 1996 telah mengemukakan satu kaedah baru mengukur kekuatan mampatan konkrit dengan menggunakan kaedah gabungan antara halaju ultrasonik dengan amplitud relatif β yang dapat menghasilkan penaksiran kekuatan mampatan dengan ralat sekitar 10%. Walau bagaimanapun kaedah mereka diuji ke atas konkrit keras yang telah berusia lama. Oleh kerana kaedah ini sangat bergantung pada kandungan lembapan yang terkandung dalam konkrit, penggunaannya bagi menguji konkrit muda, yang perubahan kandungan lembapan sangat ketara, akan memberikan ralat yang lebih besar.

Dalam kajian ini parameter-parameter dalam kaedah gabungan ultrasonik, iaitu amplitud relatif, amplitud gelombang tekanan, dan halaju gelombang tekanan dikaji hubungannya dengan kekuatan mampatan konkrit. Kesan kandungan lembapan turut dikaji terhadap parameter-parameter yang diukur.

AMPLITUD RELATIF

Amplitud relatif ditakrifkan sebagai pengabungan kedua-dua amplitud gelombang tekanan dan ricih yang terdapat dalam gelombang ultrasonik dengan menggunakan rumusan berikut:

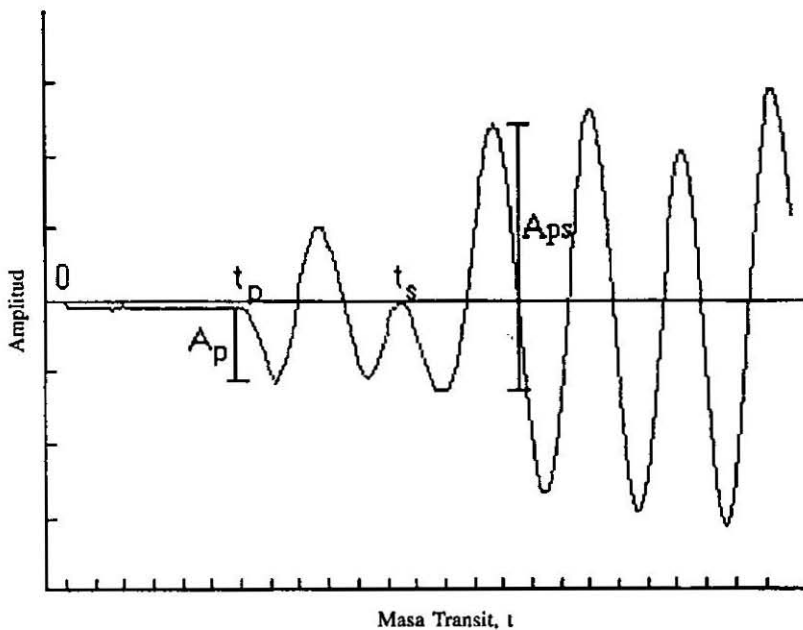
$$\beta = 20 \log \left(\frac{A_{ps}}{A_p} \right)$$

dengan A_{ps} ialah amplitud gelombang pertama dari gelombang ultrasonik yang sampai pada ketika gelombang ricih pertama kali sampai pada kedudukan yang diukur. Sementara A_p ialah amplitud gelombang tekanan yang pertama sampai. Dalam perambatan gelombang ultrasonik kedua-dua gelombang tekanan dan ricih merambat pada fasa yang berbeza dan gelombang tekanan terlebih dahulu sampai ke suatu kedudukan. Gambaran skema perambatan gelombang ini ditunjukkan dalam Rajah 1.

PROGRAM KAJIAN

Dalam kajian ini sampel-sampel konkrit kiub bergred 20 dan 30 masing-masing pada perkadaran 1:2.34:3.51 dan 1:1.64:3.04 dengan nisbah air-simen masing-masing ialah 0.5 dan 0.6 telah disediakan. Sampel-sampel ini telah dibahagikan kepada kumpulan mengikut umur rawatan, iaitu pada umur 3 hari, 7 hari, 14 dan 28 hari. Bagi setiap kumpulan terdapat 4 sampel dengan 3 sampel untuk ujian kekuatan mampatan dan 1 sampel bagi pengukuran kandungan lembapan.

Semua sampel kiub konkrit ini bersaiz 150mm yang disediakan dengan menggunakan simen Portland Biasa (OPC), pasir dan batu granit hancur bersaiz maksimum 20mm berdasarkan piawaian BS1881: part 3.



RAJAH 1. Gambar skema amplitud gelombang tekanan dan amplitud gabungan gelombang ultrasonik berfrikkuensi 54kHz/saat

Sampel kiub konkrit yang telah dibuka daripada acuan terus dibungkus dengan plastik sehingga berumur 24 jam. Selepas itu sampel-sampel ini diawet basah dalam tangki pengawet sehinggalah mencapai umur yang telah ditentukan bahawa konkrit-konkrit ini perlu diuji dengan gelombang ultrasonik, mendapatkan kekuatan mampatan dan kandungan lembapannya.

PENGUKURAN AMPLITUD GELOMBANG

Amplitud gelombang tekanan dan amplitud relatif diukur dengan menghantar gelombang ultrasonik dari suatu penjana gelombang PUNDIT menerusi set transduser 54kHz berdiameter 50mm secara kedudukan terus merentasi sampel kiub. Bahan ganding yang digunakan ialah gel akustik berjenama Aquasonic yang khusus untuk pengukuran ultrasonik.

Amplitud gelombang tekanan dan gelombang gabungan diukur dengan menggunakan osiloskop Yokogawa DL 1200 yang disambungkan kepada penjana gelombang. Semua amplitud gelombang diukur dengan gerakan kursor pengukur berdigit pada osiloskop setelah isyarat pada paparan ditetapkan ketika gelombang ricih terpapar.

PENGUKURAN HALAJU GELOMBANG ULTRASONIK

Masa transit gelombang ultrasonik bagi mendapatkan nilai halaju dicerap pada paparan digital PUNDIT. Cerapan masa transit ini dilakukan dua kali pada dua kedudukan yang berbeza bagi setiap sampel. Nilai halaju V_p dikira dengan membahagi panjang lintasan, iaitu saiz kiub dengan masa transit purata.

PENGIRAAN KANDUNGAN LEMBAPAN

Kandungan lembapan yang berbeza dalam sampel didapati dengan menggunakan kaedah pengeringan ketuhar pada suhu tetap 105°C untuk tempoh 24 jam, 48, jam dan 72 jam. Berat sampel sebelum pengeringan dan selepas setiap tempoh pengeringan ditimbang. Pada setiap kali tempoh pengeringan dilakukan turut diukur ialah amplitud relatif, amplitud gelombang tekanan dan halaju gelombang tekanan.

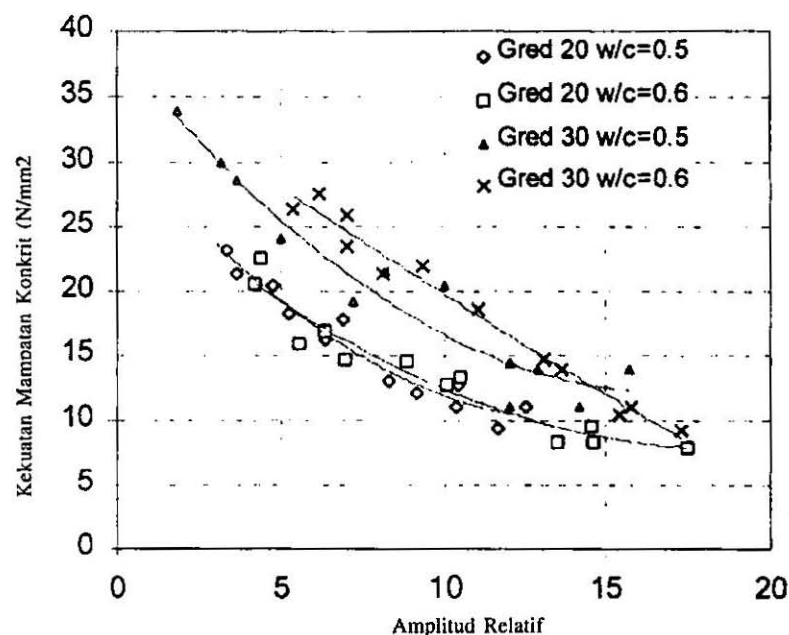
UJIAN KEKUATAN MAMPATAN

Kekuatan mampatan sampel diukur dengan menggunakan menggunakan Mesin Pemampat Automatik dengan keupayaan maksimum 3000 KN. Ujian mampatan ke atas sampel kiub ini dilakukan menurut saranan BS 1881:Part116:1983.

HASIL KAJIAN

Rajah 2 menunjukkan plot kekuatan mampatan sampel terhadap nilai amplitud relatif β yang diukur bagi konkrit gred 20 dan 30 masing-masing bagi nisbah air-simen 0.5 dan 0.6. Jelas menunjukkan bahawa terdapat hubungan kekuatan mampatan konkrit yang berusia muda ini dengan amplitud relatif gelombang ultrasonik. Oleh itu dengan mencerap perubahan pada amplitud relatif, kekuatan mampatan konkrit muda ini dapat dianggarkan.

Perubahan kekuatan mampatan ini terhadap amplitud relatif didapati turut berbeza bagi kedua-dua gred konkrit yang berbeza. Bagi gred konkrit 20 didapati berada pada tahap yang lebih rendah berbanding dengan konkrit

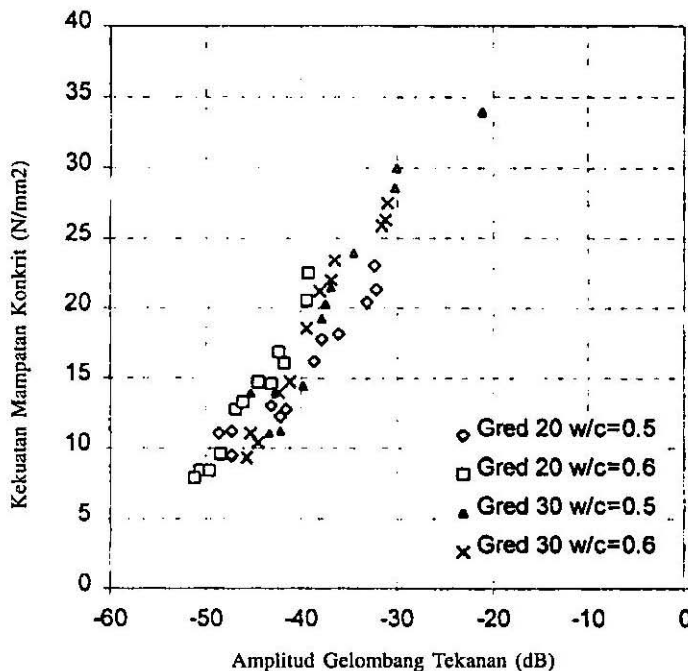


RAJAH 2. Hubungan amplitud relatif (dB) dengan kekuatan mampatan konkrit

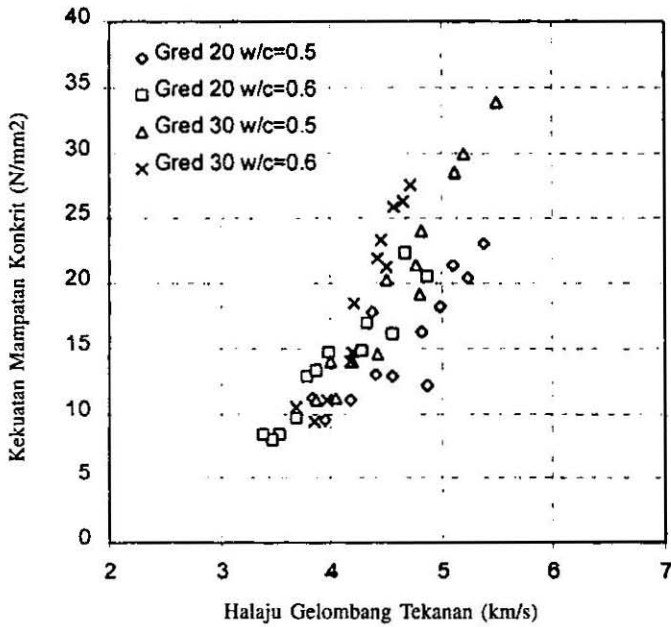
gred 30. Walau bagaimanapun perbezaan pada nisbah air-simen tidak memberikan perbezaan yang ketara pada hubungan antara kekuatan mampatan dengan amplitud relatif.

Dalam Rajah 3 pula telah diplotkan perubahan kekuatan mampatan ini dengan amplitud gelombang tekanan sahaja. Didapati bagi semua sampel konkrit yang diuji, iaitu bagi konkrit gred 20 dan 30 dengan nisbah air-simen 0.5 dan 0.6, tidak memberikan perbezaan yang ketara. Yang jelas hanyalah, nilai amplitud ini besar ketika konkrit masih muda dan berkekuatan rendah dan pertambahan kekuatan mampatan berubah dengan pengecilan amplitud gelombang tekanan. Walaupun kita tidak dapat membezakan antara gred-gred konkrit yang berlainan, tetapi perubahan amplitud terhadap kekuatan mampatan cukup jelas dan merupakan suatu faktor yang positif ke arah penggunaan hubungan ini dalam pengukuran konkrit muda yang terdiri daripada pelbagai gred atau konkrit yang tidak diketahui grednya. Walaupun begitu kajian lanjut bagi gred-gred lain perlu dilakukan terlebih dahulu.

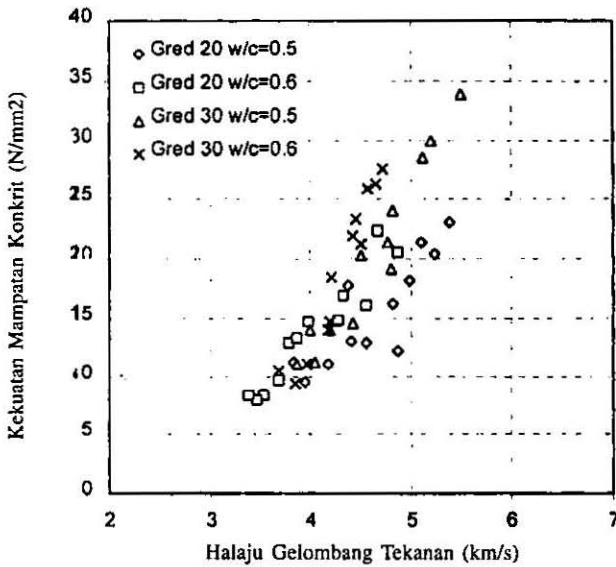
Apabila kita bandingkan hubungan dalam Rajah 2 dan 3 dengan Rajah 4, iaitu hubungan antara kekuatan mampatan terhadap halaju tekanan, didapati hubungan tradisi ini, yang telah banyak dilakukan dan dikaji oleh penyelidik-penyelidik lain (Bungey 1984; Faccaoru 1969; Reynolds 1984; Zivkovic & Kovacevic 1987), tidak begitu memberangsangkan. Dalam kajian ini sampel-sampel dari bancuhan konkrit yang sama dengan pengukuran amplitud relatif, telah diplotkan juga dan jelas kepada kita seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4, penggunaan halaju tekanan tidak boleh digunakan dalam mengukur kekuatan mampatan konkrit muda.



RAJAH 3. Hubungan amplitud gelombang tekanan dengan kekuatan mampatan konkrit muda



RAJAH 4. Hubungan halaju gelombang tekanan dengan kekuatan mampatan konkrit



RAJAH 5. Peratus kandungan lembapan terhadap umur sampel konkrit

Rajah 5 pula menunjukkan perubahan kandungan lembapan dalam sampel-sampel konkrit yang dikaji dan didapati kandungan lembapan telah merosot dengan umur konkrit berkenaan. Oleh kerana parameter-parameter gelombang ultrasonik ini berubah-ubah mengikut kandungan lembapan,

perlu diingatkan bahawa hasil yang didapati dalam Rajah 2, 3 dan 4 di atas hanya sesuai bagi kandungan lembapan konkrit seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5 sahaja.

KESIMPULAN

Daripada kajian ini dapat dibuat kesimpulan bahawa pengukuran parameter amplitud relatif bagi konkrit muda boleh digunakan untuk menentukan kekuatan mampatan konkrit kerana terdapat perubahan yang ketara pada nilai amplitud relatif gelombang ultrasonik terhadap perubahan kekuatan mampatan konkrit muda dan perubahan ini turut berbeza apabila terdapat perbezaan dalam gred konkrit.

Apabila parameter yang diukur ialah amplitud gelombang tekanan, didapati perubahan kekuatan mampatan konkrit terhadap perubahan amplitud ini tidak begitu dipengaruhi oleh perbezaan dalam gred konkrit dan nisbah air-simen.

RUJUKAN

- Bungey, J. H. 1984. The use of ultrasonics for NDT of concrete. *British Journal of NDT* 26(5): 365-369.
- Di Maio, A. A. & Traversa, L. P. 1989. Estimation of concrete strength in situ using Non-Destructive Testing. Dalam Boogaard, J, Van G.M.(Ed.) *Non-Destructive Testing - Proc.12th World Conference*: 1579 - 1581. Amsterdam: Elsevier Science Publisher B.V.
- Facaoaru, I., 1969. Non-destructive testing of concrete in Romania. *Symposium on NDT of Concrete and Timber*. London. Institution of Civil Engineers. Pp 39-50.
- Ismail, M. P., Yusof, K. M. & Ibrahim, A. N. 1996. A combined ultrasonic method on the estimation of compressive concrete strength. *INSIGHT* 38(11):781-785
- Mindess, S. & Young, J. F. 1981. *Concrete*. New Jersey: Prentice Hall
- Reynolds, W. N. 1984. Measuring concrete quality non-destructively. *British Journal of NDT* 26(1): 11-14.
- Zivkovic, S. D. & Kovacevic, T. M. 1987. A possibility for generalization the strength-velocity relationship for ultrasonic assessment of in-situ concrete strength. *Proceed. of Conference on Structural Faults and Repair*. London: Engineering Technics Press.

Kamaruddin Mohd. Yusof & Mohammad Fauzi Bahari
Jabatan Kejuruteraan Awam & Struktur
Fakulti Kejuruteraan
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi
Selangor D.E. Malaysia