

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN DAN KANDUNGAN UDARA PADA BETON PRACETAK YANG DIPRODUKSI DENGAN MEJA GETAR

M. Wihardi Tjaronge

Dosen Tetap Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jalan Perintis Kemerdekaan KM.10 Makassar 90245, Sulawesi Selatan

ABSTRAK

Dewasa ini beton pracetak telah digunakan secara meluas pada elemen-elemen struktur bangunan seperti kolom, balok dan lantai serta dinding penahan dan saluran air. Metode yang paling umum digunakan untuk memproduksi beton pracetak adalah meja getar (vibrating table) yang memadatkan beton di dalam cetakan secara vertikal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh getaran vertikal dari meja getar terhadap kuat tekan dan kandungan udara yang ada di dalam beton yang telah mengeras. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meja getar dapat memadatkan beton pracetak dengan baik dan menghasilkan kuat tekan yang memenuhi kuat tekan rencana pada seluruh lapisan beton. Selain itu, meja getar menghasilkan kandungan udara yang sama dan memenuhi kandungan udara yang dipersyaratkan pada seluruh bagian beton pracetak.

Kata kunci : meja getar, beton pracetak, kuat tekan, kandungan udara

PENDAHULUAN

Dewasa ini beton pracetak telah digunakan secara meluas pada elemen-elemen struktur bangunan seperti kolom, balok dan lantai. Banyak juga di jumpai dinding penahan (*retaining wall*) serta saluran irigasi dan drainase yang terbuat dari beton pracetak. Beton pracetak mudah dipasang sehingga mampu mempercepat waktu pelaksanaan proyek.

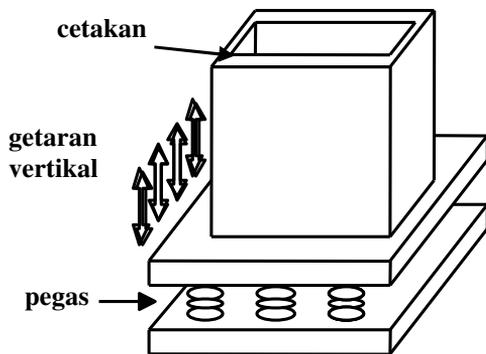
Metode yang paling umum digunakan untuk memproduksi beton pracetak adalah meja getar (*vibrating table*) yang memadatkan beton segar (*fresh concrete*) di dalam cetakan secara vertikal. Getaran akan membuat beton segar menjadi lebih encer dan gesekan antara material semakin berkurang. Hal ini yang membuat beton

segar dapat mengalir dan memenuhi seluruh ruang-ruang yang ada di dalam cetakan. Pemadatan yang baik akan menghasilkan susunan yang rapat antara material-material beton itu sendiri, atau dengan material-material lainnya seperti tulangan baja. Keropos atau sarang lebah (*honey combs*) akan terjadi jika pemadatan kurang sempurna, namun sebaliknya segregasi material akan terjadi pada pemadatan yang berlebihan (Neville, 1995).

Kuat tekan adalah parameter kunci untuk mengetahui kekuatan dari benda uji yang terbuat dari beton. Selain itu, kandungan udara sebesar $4\pm 1,5\%$ dibutuhkan untuk mengatasi pembekuan

dan pengembangan berulang (*freezing and thawing*) pada saat musim dingin.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh getaran vertikal dari meja getar terhadap kuat tekan beton dan kandungan udara yang ada di dalam beton pracetak yang telah mengeras. Penelitian ini menggunakan meja getar untuk memadatkan beton segar yang ada di dalam cetakan berukuran 100 mm (tebal) x 500 mm (lebar) x 600 mm (tinggi). Jumlah pelat beton pracetak yang dibuat adalah 2 buah. Setelah berumur 4 minggu, pengujian kuat tekan dilaksanakan pada pelat beton pracetak yang pertama, dan pelat yang kedua digunakan untuk pengujian kandungan udara. Selain itu, untuk mengetahui kualitas beton yang



Gambar 1. Metode pemadatan dengan meja getar

Mix Disain Beton

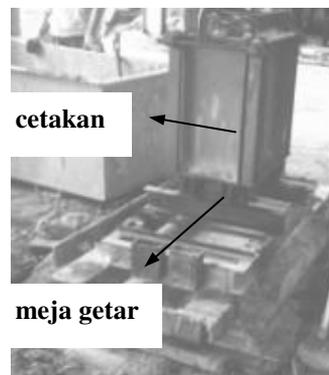
Tabel 1 memperlihatkan karakteristik fisik agregat. Agregat digunakan dalam kondisi kering permukaan. Agregat yang digunakan adalah pasir sungai dan batu sungai yang telah diolah menjadi batu pecah. Tabel 2 memperlihatkan mix disain beton yang digunakan dalam penelitian ini. Mix desain beton direncanakan berdasarkan JIS A 5305-1998.

digunakan maka pengujian kelecekan (*slump test*) dan pengukuran kandungan udara (*air content*) dilaksanakan pada beton segar. Pengujian kuat tekan dilaksanakan untuk mengetahui kuat tekan beton yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Meja Getar

Gambar 1 memperlihatkan metode pemadatan dengan meja getar. Meja getar menggerakkan cetakan dalam arah vertikal dan searah dengan gaya gravitasi untuk memadatkan beton segar. Gambar 2 memperlihatkan meja getar yang digunakan. Frekuensi getaran adalah 45 Hz hingga 90 Hz dan amplitudo yang digunakan sekitar 1 mm – 5 mm.



Gambar 2. Meja getar

Tabel 1. Karakteristik fisik

Sifat fisik		Agregat	
		Pasir	Batu pecah
Ukuran maksimum (mm)		2,5	25
Berat jenis (kg/m ³)	Kering total	2,50	2,64
	Kering permukaan	2,55	2,71
Absorpsi (%)		1,98	1,25
Kepadatan curah (kg/l)		1,58	1,64
Abrasi (%)		-	21,5

Tabel 2 Mix desain beton (1m³)

Material	Jumlah
Air (kg)	132
Semen (kg)	275
Pasir (kg)	895
Batu pecah (kg)	1028
Air entraining agent (g)	27,5
Plasticizer (g)	2750

Mix disain tersebut menggunakan semen Portland jenis 1 (*Ordinary Portland cement*) yang diproduksi oleh Osaka cement Co.Ltd. Bahan penambah udara (*air entraining agent*) digunakan juga untuk memperoleh kandungan udara yang dipersyaratkan sebesar 4±1,5%. Kuat tekan rencana (yang dihitung berdasarkan kuat tekan silinder) adalah sebesar 20 MPa.

Selain itu digunakan bahan kimia tambahan (*plasticizer*) untuk meningkatkan *flowability* dari beton segar. Bahan kimia penambah udara berbasis *vinsol* (resin kayu) dan *plasticizer* yang berbasis *melamine* diproduksi oleh Takemoto Oil Co.Ltd. Meja getar membutuhkan kelecakan (*slump*) beton yang kental yaitu 12±2,5 cm karena frekuensi getarannya tinggi (>45 Hz). Penimbangan dan pencampuran material-material beton dilakukan di sebuah *batching plant* yang memiliki kapasitas 1m³. Waktu pemasukan dan pencampuran adalah 3 menit.

Pengujian Kelecakan Beton Segar

Pengujian kelecakan menggunakan konus slump (*slump cone* atau *Abram's cone*) dan dilaksanakan untuk mengetahui kelecakan beton segar, dimana nilai kelecakan menunjukkan tingkat kemampuan pengerjaan (*workability*) dari beton yang akan digunakan. Pelaksanaan pengujian berdasarkan JIS A 1101-1998.

Gambar 3 memperlihatkan hasil pengujian kelecakan.



Gambar 3. Pengujian kelecakan

Pengujian Kandungan Udara Beton Segar

Pengujian kandungan udara beton segar mengacu pada JIS A 1128-1999. Gambar 4 memperlihatkan pengujian kandungan udara.



Gambar 4. Pengujian kandungan udara.

Pengujian Kuat Tekan

Untuk mengetahui mutu beton yang digunakan, maka beton yang telah mengeras (*hardened concrete*) diuji kuat tekannya dengan menggunakan *Universal testing machine* (UTM) berkapasitas 150 ton. Pengujian dilaksanakan berdasarkan JIS A1108-1999 dan Gambar 5 memperlihatkan peralatan pengujian kuat tekan.



Gambar 5 Pengujian kuat tekan

Benda uji kuat tekan berbentuk silinder dan memiliki diameter 100 mm dengan tinggi 200 mm. Benda uji silinder untuk kuat tekan dibuat dan dirawat (*curing*) bersama dengan beton pracetak yang dipadatkan dengan meja getar. Pengujian kuat tekan benda uji silinder dilaksanakan bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton pracetak

Pembuatan Beton Pracetak

Pelat beton pracetak yang digunakan sebagai benda uji memiliki ukuran 100 mm (tebal) x 500 mm (lebar) x 600 mm (tinggi). Beton segar di bagi 3 lapisan yaitu lapisan bawah, lapisan tengah dan lapisan atas ketika dimasukkan ke dalam cetakan pelat. Setiap lapisan memiliki tinggi 200 mm dan dipadatkan dengan meja getar selama 60 detik dengan frekuensi getaran 45 Hz. Setelah dipadatkan maka beton ditinggal selama 2,5 jam dan kemudian dirawat (*curing*) dengan uap (*steam curing*) selama 7 jam dengan suhu tertinggi 70⁰ C. Beton didinginkan secara alami dan diletakkan di udara terbuka. Evaluasi kuat tekan dan kandungan udara beton pracetak dilaksanakan setelah beton berumur 4 minggu.

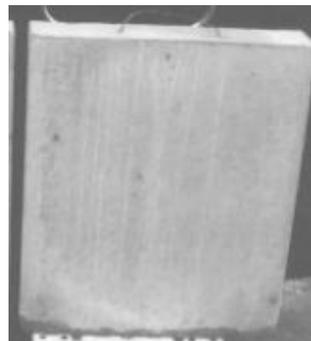
Observasi Visual Terhadap Tampak Luar Beton Pracetak

Observasi visual dilakukan untuk mengetahui pengaruh getaran terhadap hasil pemadatan dan tampak luar beton

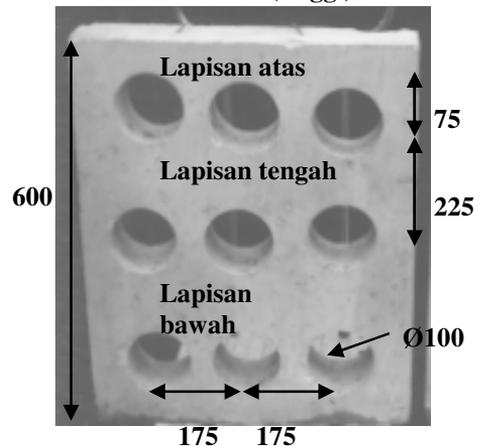
pracetak. Gambar 6 memperlihatkan beton pracetak yang telah dibuat.

Pengujian Kuat Tekan Beton Pracetak

Pengujian kuat tekan pada beton pracetak dilakukan untuk mengetahui kuat tekan di lapisan bawah, tengah dan atas beton pracetak. *Core* benda uji digunakan untuk mengetahui kuat tekan beton pracetak dan Gambar 4 memperlihatkan tempat pengambilan *core* benda uji.



Gambar 6. Benda uji pelat yang memiliki ukuran : 100 mm (tebal) x 500 mm (lebar) x 600 mm (tinggi).



Gambar 7. Tempat pengambilan *core* benda uji (satuan=mm)

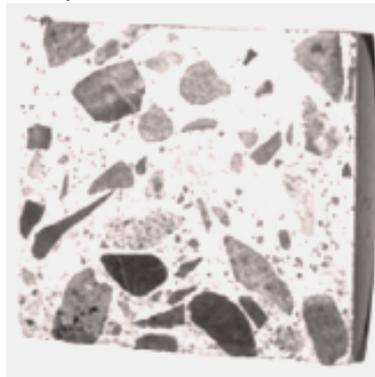
Tiga buah *core* benda uji dengan diameter 100 mm dan tinggi 100 mm diambil dari tiap-tiap lapisan dengan menggunakan *core drill* berdasarkan JIS

1107. Pengujian kuat tekan pada benda uji *core* juga menggunakan alat uji tekan yang digunakan pada pengujian kuat tekan benda uji silinder. Pelaksanaan pengujian mengacu pada JIS A 1108-1999. Kuat tekan rata-rata dari tiga benda uji pada tiap lapisan mewakili kuat tekan pada lapisan tempat *core* benda uji diambil. Selain itu observasi visual terhadap *core* juga dilaksanakan untuk melihat ikatan antara pasta semen, mortar dan agregat kasar.

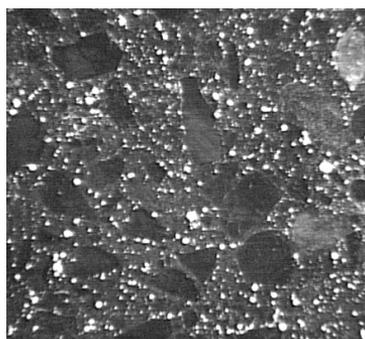
Evaluasi Kandungan Udara di Dalam Beton Pracetak

Evaluasi kandungan udara dilakukan untuk mengetahui pengaruh pematatan meja getar terhadap kandungan udara di dalam beton pracetak. Posisi benda uji untuk evaluasi kandungan udara sama seperti pada pengambilan benda uji untuk pengujian kuat tekan, dimana 3 buah benda uji diambil dari tiap-tiap lapisan. Gambar 8 memperlihatkan *core* benda uji yang di belah untuk mengevaluasi kandungan udara di dalam beton yang telah mengeras. Permukaan yang telah dibelah kemudian di haluskan, permukaan dicat secara hati-hati dengan tinta hitam agar tidak menutupi pori-porinya. Pori-pori yang terlihat kemudian ditutupi dengan kapur putih seperti pada Gambar 9. Tiap-tiap benda uji tersebut dievaluasi jumlah kandungan udara pada area dekat permukaan, area permukaan dengan bagian tengah dan bagian tengah dari benda uji seperti pada Gambar 10. Setiap area memiliki ukuran 150 mm x 700 mm. Luas dan jumlah pori-pori dihitung dengan sistem komputer yang ada pada *image analysis equipment* dan analisisnya berdasarkan modifikasi ASTM C 457-98. Gambar 11 memperlihatkan alat untuk menganalisa kandungan udara di dalam pelat beton pracetak. Selain itu dilaksanakan observasi

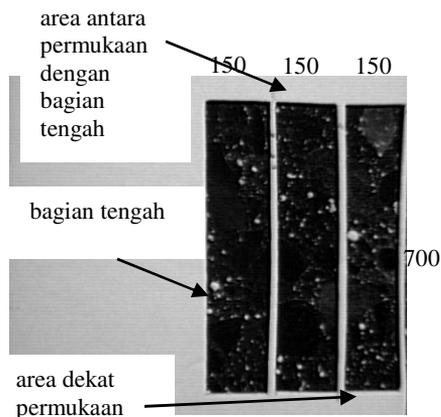
terhadap bekas gelembung udara yang terperangkap di dalam beton dan diameternya lebih dari 20mm.



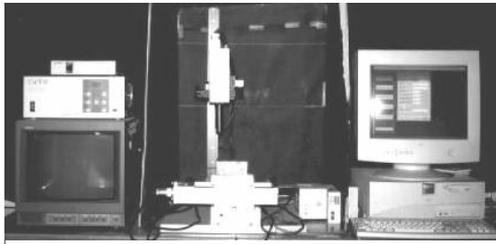
Gambar 8. Core benda uji yang di belah



Gambar 9. Pori-pori yang terlihat ditutupi dengan kapur putih.



Gambar 10. Kandungan udara di area dekat permukaan, area permukaan dengan bagian tengah dan bagian tengah



Gambar 11 Alat untuk menganalisa kandungan udara di dalam beton pracetak (*image analysis equipment*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Beton Yang Digunakan

Nilai kelecekan dan kandungan udara beton segar adalah masing-masing 13 cm dan 4,2%. Nilai kelecekan yang diperoleh memenuhi kelecekan yang dibutuhkan ($12 \pm 2,5$ cm) dan kandungan udara juga memenuhi nilai yang dipersyaratkan ($4 \pm 1,5$ %). Kuat tekan rata-rata silinder beton adalah sebesar 21 MPa, dan nilai ini memenuhi nilai rencana (20 MPa).

Tampak Luar Beton Pracetak

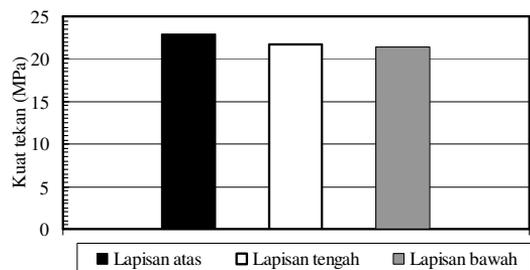
Hasil observasi visual menunjukkan bahwa tidak terdapat lubang-lubang bekas gelembung udara pada permukaan beton pracetak yang telah mengeras. Permukaan pelat halus, seluruh sudut-sudutnya terpadatkan dengan baik dan tidak ada keropos (*honeycomb*). Hal ini menunjukkan bahwa meja getar dapat memadatkan beton pracetak. dengan baik.

Kuat Tekan Beton Pracetak

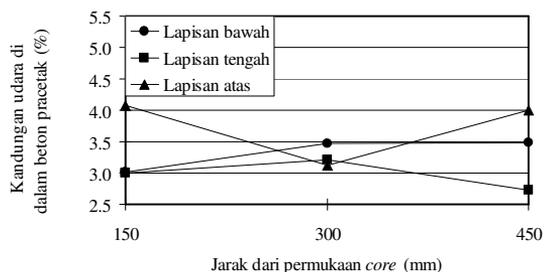
Hasil pengujian kuat tekan beton pracetak diperlihatkan pada Gambar 12. Kuat tekan rata-rata lapisan atas, lapisan tengah dan lapisan bawah adalah 23 MPa, 21,7MPa dan 21,5 MPa.

Hasil ini menunjukkan bahwa proses pemadatan dengan menggunakan meja getar mampu menghasilkan kuat tekan yang sama dari lapisan atas hingga ke lapisan bawah beton pracetak. Selain itu

kuat tekan beton pracetak sama dengan nilai kuat tekan benda uji silinder (21 MPa) yang digunakan untuk mengevaluasi mutu beton. Observasi visual yang dilaksanakan pada *core* dari beton pracetak menunjukkan bahwa pasta semen dan mortar menyelimuti agregat kasar dengan baik dan memberikan ikatan yang kuat. Ikatan antara material yang kuat akan meningkatkan kemampuan beton pracetak untuk menerima beban tekan.



Gambar 12. Kuat tekan beton pracetak



Gambar 13. Kandungan udara di dalam beton pracetak

Kandungan Udara di Dalam Beton Pracetak

Hasil evaluasi kandungan udara dari permukaan hingga ke tengah *core* diperlihatkan pada Gambar 13. Kandungan udara di lapisan bawah; pada area dekat permukaan, area permukaan dengan bagian tengah dan bagian tengah adalah 3%, 3,5% dan 3,5%. Kandungan udara di lapisan tengah; pada area dekat permukaan, area permukaan dengan bagian tengah dan bagian tengah adalah 3%, 3,2% dan 2,7%.

Kandungan udara di lapisan atas; pada area dekat permukaan, area permukaan dengan bagian tengah dan bagian tengah adalah 4,1%, 3,1% dan 4%.

Hasil ini menunjukkan bahwa proses pemadatan dengan menggunakan meja getar mampu menghasilkan kandungan udara yang tidak terlalu berbeda dari permukaan hingga bagian tengah pada semua lapisan beton pracetak.

Observasi terhadap kandungan udara menunjukkan bahwa tidak terdapat lubang besar (*void*) bekas gelembung udara yang terperangkap. Hal ini menunjukkan bahwa meja getar dapat menghilangkan gelembung-gelembung udara di dalam beton pada saat pemadatan dan menjadikannya berukuran kecil kurang dari 20 mm.

Beton pracetak yang dipadatkan dengan meja getar mampu memenuhi kandungan udara yang dipersyaratkan ($4\pm 1,5\%$). Kandungan udara yang lebih dari 2,5% membuat beton pracetak mampu

menghadapi proses pembekuan dan pengembangan pada musim dingin.

Selain itu, kandungan udara yang kurang dari 5,5% tidak akan membuat kuat tekan beton pracetak menurun.

KESIMPULAN

Meja getar dapat memadatkan beton pracetak dengan baik.

Meja getar menghasilkan kuat tekan yang seragam pada seluruh lapisan beton dan memenuhi kuat tekan rencana.

Meja getar menghasilkan kandungan udara yang sama dari permukaan hingga bagian tengah pada semua lapisan beton pracetak dan memenuhi kandungan udara yang dipersyaratkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada Prof. Kawabe Shinji, Nagoya Institute of Technology, yang memberikan arahan dan bantuan teknik.

DAFTAR PUSTAKA

- ____ 1981, ACI Committee 309, *Behavior of Fresh Concrete During Vibration*, ACI Journal, Proceeding V.78, No.1, January-February, pp.36-53
- ____, 2002, ASTM C457-98, [Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete](#)
- ____ 1998, JIS A 5305, *Standard specification for Ready-Mixed Concrete*
- ____ 1998, JIS A 1101, *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*
- ____ 1999, JIS 1128, [Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method](#)
- ____ 1999, JIS 1108, [Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens](#)
- ____ 2002, JIS 1107, *Method of sampling and testing for compressive strength of drilled cores of concrete*
- Neville A.M., 2000, *Properties of Concrete*, Prentice Hall, 2000.