

BETON “ORASA EOP DENGAN ASF SCP” UNTUK DAERAH LANGKA AGREGAT ALAMI

Setijadi Harianto

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57 Yogyakarta 53122, Telp/Fax. (0274) 543676
E-mail: hari_setiadi@janabadra.ac.id

ABSTRACT

One way to overcome the scarcity of aggregate in the manufacture of concrete, is made concrete with substitution of artificial aggregate which is concrete with aggregate substitution has been replaced either partially or completely. One alternative is the substitution of concrete ORASA that uses artificial aggregate ORASA. Furthermore, this research, which is a concrete substitution ORASA research, carried out by using the EOP with the ASF technology of the SCP, and the modules OR type 2517 and type 2524. Results showed concrete of ORASA EOP ASF SCP can be used as structural concrete.

Keywords: *Substitution Concrete, ORASA Concrete, EOP, ASF, SCP*

PENDAHULUAN

Maksud dan tujuan tulisan ini adalah untuk memperkenalkan Beton ORASA EOP pada pemakaian atau penggunaan beton di daerah langka agregat alami.

ORASA adalah agregat buatan berbasis pipa pendek yang diisi ‘bahan padat keras’ pada lubang pipa. Pipa pendek ini disebut Modul OR, dan bahan pengisi pipa disebut ASF (Harianto, 2007). Sedangkan Beton ORASA adalah beton yang agregat kasarnya digantikan dengan agregat buatan ORASA. Penggantian bisa meliputi sebagian atau bahkan seluruh agregat kasarnya. Sejauh ini dikenal dua kategori Beton ORASA, yaitu Beton ORASA EOP dan Beton ORASA OOP. Adapun penamaan atau pemanggilan obyek serta istilah mengacu pada Laporan Penelitian Harianto (Harianto, 2013).

EOP adalah suatu mode teknologi dalam proses pembuatan beton ORASA dimana didefinisikan bahwa modul OR ada dan terbentuk lebih dahulu dibanding agregat ORASA-nya (Harianto, 2007). Selain mode teknologi EOP, terdapat pula mode teknologi OOP dimana didefinisikan bahwa modul OR tidak terbentuk kecuali bersamaan dengan terbentuknya agregat ORASA (Harianto, 2007). Beton ORASA EOP, adalah beton yang agregat kasarnya digantikan dengan agregat buatan ORASA dan menggunakan

Mode Teknologi EOP. Adapun Beton ORASA EOP ini termasuk ke dalam kategori Beton Substitusi, dan hanya bermanfaat atau berdayaguna pada daerah langka agregat alami. Sekalipun beton ORASA hanya memiliki 2 kategori: EOP dan OOP, tapi varian ORASA baik EOP ataupun OOP tetap amat banyak karena tergantung pada bentuk, bahan serta dimensi modul OR dan juga jenis ASF yang digunakan.

Pada tulisan ini dilaporkan hasil penelitian dengan topik beton ORASA EOP yang menggunakan dua jenis modul OR serta satu jenis ASF dan menggunakan 2 macam RPA (Rasio Penggantian Agregat) berbasis volume.

Pada 2002, Khanapi melaporkan perlunya peningkatan penggunaan material lokal dan pemanfaatan bahan bekas atau limbah sebagai bahan dasar atau bahan struktur untuk memperoleh penghematan biaya (Khanapi, 2002). Dalam konteks pembangunan gedung beton khususnya pembuatan beton struktur, usulan Khanapi ini termasuk dalam Rekayasa Beton Substitusi. Pada daerah langka agregat alami, diperlukan pasokan agregat alami dari daerah lain untuk pembuatan beton. Alternatif lain adalah membuat beton substitusi. Mahalnya komponen beton menyebabkan harga akhir beton menjadi mahal, oleh sebab itu digunakan alternatif kedua yaitu membuat

beton substitusi. Permasalahan yang terjadi ialah bagaimana membuat substitusi agregat karena agregat alami pengganti juga tidak terdapat atau tidak ada. Permasalahan kemudian dipilih memfokus pada substitusi agregat buatan bukan substitusi agregat alami. Oleh karena itu kemudian dibuatlah rekayasa eksperimental penelitian beton *ORASA EOP* ini.

Road Map dan Luaran Penelitian Terdahulu

Sejauh ini sudah diteliti secara berkesinambungan oleh Harianto dan beberapa periset lain, penelitian tentang berbagai macam Beton *ORASA* (Harianto, 2007; Harianto, 2008; Harianto, 2009; Harianto dkk, 2010; Ariyanto, 2010; Subagiya, 2010; Harianto, 2011; Harianto, 2013).

Dari penelitian yang dilakukan dengan cara estafet dan segmental berkesinambungan tersebut, diperoleh berbagai luaran sebagai berikut.

1. Metoda pengisian *hole* pada Modul *OR* (Harianto, 2007),
2. Beton *ORASA* (Harianto, 2008),
3. Beton *Cocoon* berbasis Modul *OR* (Harianto, 2009),
4. Beton Terapan *ORASA LoG Class-Duo Grade* (Harianto, 2010),
5. *ASF* Bubuk Batu Apung pada Beton *ORASA HiG* (Ariyanto, 2010),
6. Beton *Voided Cell*, menggunakan modul *LoG* (Subagiya, 2010)
7. Beton *ORASA OR-4* (Harianto, 2010)
8. Beton *ORASA SLC* berbasis *ASF* (Harianto, 2011),
9. Teknologi *ORASA* (Harianto, 2011),

Luaran-luaran tersebut menjadi *road map* dan digunakan sebagai dasar berpijak serta rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya termasuk laporan penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Rasio Penggantian Agregat (RPA)

Rasio Penggantian Agregat atau ditulis dengan notasi RPA adalah rasio jumlah agregat kasar pengganti terhadap jumlah total agregat kasar (Harianto, 2007). Rasio Penggantian Agregat hanya dikenal pada beton substitusi saja.

Terdapat dua macam RPA yaitu:

1. RPA berbasis berat

RPA berbasis berat adalah rasio jumlah berat agregat pengganti terhadap jumlah berat total agregat kasar. Untuk menyatakan RPA berbasis berat, digunakan notasi RPA-x.G. Notasi G adalah jumlah berat total agregat kasar, sedangkan x adalah rasio jumlah berat dari agregat pengganti terhadap jumlah berat total agregat kasar.

2. RPA berbasis volume

RPA berbasis volume adalah rasio jumlah volume agregat pengganti terhadap jumlah volume total agregat kasar. Untuk menyatakan RPA berbasis volume, digunakan notasi RPA-p.V. Adapun notasi V adalah jumlah volume total agregat kasar, sedangkan notasi p adalah rasio jumlah volume agregat pengganti terhadap jumlah volume total agregat kasar.

Penelitian Beton *ORASA EOP* ini menggunakan RPA-0,5.V serta RPA-1,0.V sebagai komparator, menggunakan *single ASF SCP EOP* (yaitu *ASF* dari pasir-semen) dan menggunakan modul *OR 2517* serta *OR 2524*. Beberapa syarat dan ketentuan lain termasuk Perbandingan Campuran Adukan (PCA), telah ditetapkan mengacu pada laporan terdahulu.

Klasifikasi Beton Berdasar Berat Satuan (BS)

Klasifikasi beton, baik berdasar berat satuannya (BS) maupun berdasarkan kuat tekannya (KT), diperlukan untuk dapat mengkategorikan beton eksperimen ke dalam kelompok-kelompok yang ada, dan dengan demikian dapat disimpulkan klasifikasi beton eksperimen yang diselidiki dan dapat diumumkan keamanan penggunaannya.

Adapun klasifikasi beton dilihat berdasar berat satuannya (BS) adalah sebagai berikut (Imran, 2003).

1. Beton Normal ialah beton dengan:
 $BS = 2160-2560 \text{ kg/m}^3$ (Imran, 2003),
2. Beton Semi Ringan dengan:
 $BS = 1840-2160 \text{ kg/m}^3$ (Harianto, 2007),
3. Beton Ringan ialah beton dengan:
 $BS = 1360-1840 \text{ kg/m}^3$ (Imran, 2003)

Klasifikasi Beton Berdasar Kuat Tekan (KT)

Klasifikasi beton jika dilihat berdasar kuat tekannya (KT) adalah sebagai berikut (Neville, 1975).

1. Beton Sederhana, dengan kuat tekan kurang dari 10 MPa.
2. Beton Normal, dengan kuat tekan 10 MPa sampai 30 MPa.
3. Beton Prategang, dengan kuat tekan 30 MPa sampai 40 MPa.
4. Beton Mutu Tinggi, dengan kuat tekan 40 MPa sampai dengan 80 MPa.
5. Beton Mutu Sangat Tinggi, dengan kuat tekan > 80 MPa.

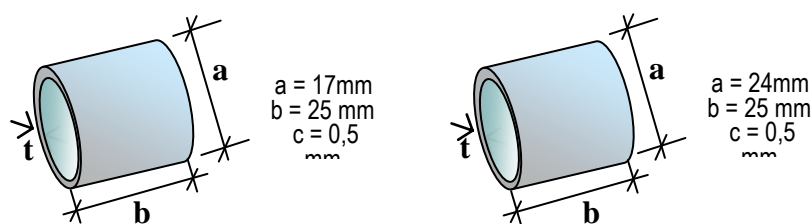
Varian ASF

Setelah diperoleh Modul *OR*, dilakukan pengisian lubang dengan *ASF* (*Artificial Stone Filler for hole*) dengan mode teknologi tertentu. Setelah *ASF* mengeras dalam lubang *OR*, maka Modul *OR* berubah menjadi Agregat *OR* (sebelumnya dikenal dengan sebutan Agregat *ORASA*) (Harianto, 2007). Setelah Modul *OR* berubah menjadi Agregat *OR*, maka dapat digunakan sebagai agregat kasar pada adukan beton (Harianto, 2007).

Modul *OR* mempunyai lubang atau *hole* (karena berbentuk pipa) yang harus diisi dengan suatu bahan sembarang, tetapi bahan pengisi ini harus dapat mengeras menjadi batu dalam kurun waktu yang pendek. Bahan pengisi lubang pipa tersebut kemudian oleh Harianto dinamai *ASF* (*Artificial Stone Filler for hole*) (Harianto, 2007).

Beberapa varian *ASF* adalah sebagai berikut.

1. *Styrofoam Laminated Cement (SLC)*



Gambar 1. Modul *OR* 2517 (kiri) dan Modul *OR* 2524 (kanan)

Bahan, Alat dan Teknologi Penelitian

Bahan penelitian:

1. Semen, pasir kali progo, *split* kali Clereng, dan menggunakan air lokal.
2. Modul *OR* 2517, modul *OR* 2524 secukupnya.

Alat dan Teknologi Penelitian:

- (Harianto, 2011),
- Bubuk batu apung (Ariyanto, 2010),
- Sand-Cement Paste (SCP)* (Harianto, 2011),
- Sand-Cement Paste with special mixed design* (Harianto, 2011).

Penetapan PCA dan Dimensi Modul *OR*

Dalam penelitian ini terdapat 2 buah PCA yang disebut PCA1 dan PCA2. Adapun PCA1 diperoleh dari hasil analisis kebutuhan bahan Beton Normal dengan cara SK SNI T-15-1990-03. Sebelum dilakukan analisis kebutuhan bahan untuk Beton Normal, dilakukan sejumlah pemeriksaan awal bahan adukan normal.

Setelah data awal diperoleh, maka dapat dibuat analisis kebutuhan bahan dengan mengacu SNI T-15-1990-03. Hasil analisis adalah jumlah kebutuhan bahan Beton Normal sehingga dapat dituliskan perbandingan campurannya. Perbandingan campuran ini disebut PCA1, yaitu PCA untuk Beton Normal. Selanjutnya berat total Beton Normal tanpa air juga dihitung (tidak berasal dari pengukuran berat benda uji).

PCA2 kemudian ditetapkan secara empiris eksperimental. Berat adukan tanpa air Beton *ORASA* *EOP* *SCP* *EOP* disamakan dengan berat total Beton Normal tanpa air yang telah disebut di muka.

Dimensi modul *OR* ditetapkan berdasar hasil penelitian terdahulu dan ditunjukkan pada Gambar 1. berikut ini.

1. Alat-alat pembuatan beton konvensional dan beton *ORASA*, cetakan beton, alat-alat perawatan beton dan alat-alat penunjang lainnya.
2. Alat-alat pembuatan modul *OR* 2517 dan modul *OR* 2524.
3. Alat-alat pengujian beton.
4. Teknologi yang digunakan adalah teknologi *EOP*.

Kompilasi Beton pada Teknologi EOP

Untuk membuat beton ORASA EOP, prosedur yang harus dilakukan berbeda dengan prosedur untuk membuat beton konvensional. Di dalam kompilasi ini, termuat teknologi EOP.

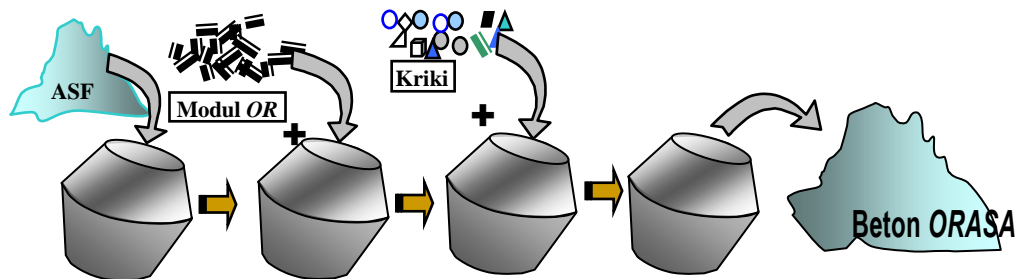
Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Kompel (*compile*) pasir dan semen serta air dengan jumlah seperti telah dihitung sebelumnya, yaitu membuat SCP sebagai ASF (lihat Gambar 2.) dan putar dengan molen hingga homogen (minimal 3 menit)

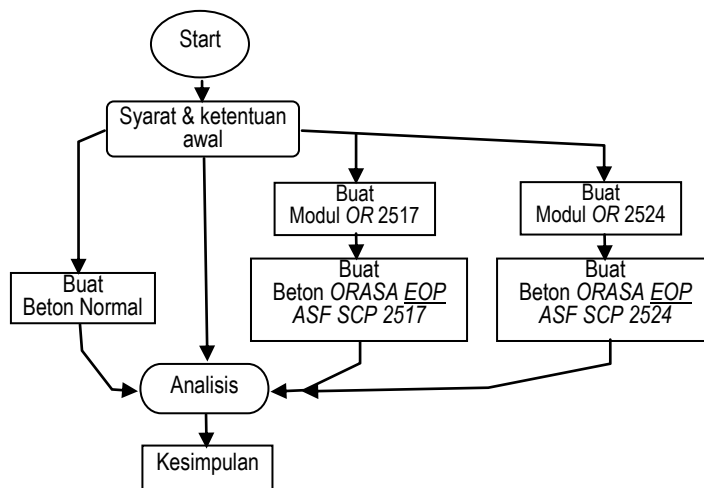
2. Masukkan modul OR terlebih dahulu
3. Setelah satu episode putar molen masukkan split atau krikil sesuai hitungan.
4. Putar satu episode dan tuang beton ORASA yang dihasilkan.

Bagan Alir Penelitian

Agar memudahkan pemahaman atas penelitian ORASA EOP ini, disajikan bagan alir pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut ini.



Gambar 3. Kompilasi pada Teknologi EOP untuk memperoleh Beton ORASA EOP



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah berhasil dibuat beton ORASA EOP 2517 ASF SCP dan beton ORASA EOP 2524 ASF SCP masing-masing 6 benda uji, benda uji kemudian dirawat sesuai prosedur

perawatan beton sampai umur beton 28 hari. Benda uji kemudian diuji di laboratorium meliputi 2 aspek yaitu berat satuan (BS) dan kuat tekan (KT).

Hasil pengujian ditabelkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Beton Normal dan Beton ORASA EOP serta Berat Satuan

No.	Nama Benda Uji / Kelompok	Berat Satuan (BS) (gr/cm ³)
1.	Beton Normal	2,3451
2.	Beton <u>OR 2517 EOP RPA 0,5.V</u>	2,1622
	Beton <u>OR 2517 EOP RPA 1,0.V</u>	1,9127
3.	Beton <u>OR 2524 EOP RPA 0,5.V</u>	2,0815
	Beton <u>OR 2524 EOP RPA 1,0.V</u>	2,0144

Tabel 2. Beton *ORASA EOP* dan Kuat Tekan (KT)

No.	Nama Benda Uji / Kelompok	Kuat Tekan (KT) (kg/cm ²)
1.	Beton Normal	361,2945
2.	Beton <i>OR 2517 EOP</i> RPA 0,5.V	210,0225
	Beton <i>OR 2517 EOP</i> RPA 1,0.V	172,5832
3.	Beton <i>OR 2524 EOP</i> RPA 0,5.V	212,1085
	Beton <i>OR 2524 EOP</i> RPA 1,0.V	176,6435

Dari hasil uji tersebut pada Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa Beton *ORASA (OR)* dengan modul *OR 2517* dan *ASF SCP* mempunyai BS antara 2,0815 gr/cm³ – 2,1622 gr/cm³. Dengan menggunakan Klasifikasi Berat Satuan tersebut di muka, maka Beton *ORASA EOP 2517 ASF SCP* termasuk dalam kelompok beton semi ringan (Harianto, 2007).

Pengujian berat satuan yang sama juga dilakukan terhadap Beton *ORASA (OR)* dengan modul *2524* dan *ASF SCP*, sehingga dapat disimpulkan bahwa Beton *ORASA 2524 ASF SCP* mempunyai BS antara 1,9127 gr/cm³ – 2,0144 gr/cm³ dan termasuk dalam kelompok beton semi ringan (Harianto, 2007).

Dalam aspek kuat tekan, dari Tabel 2. dapat disimpulkan bahwa Beton *ORASA (OR)* dengan modul *OR 2517* dan *ASF SCP* pada RPA 0,5.V mempunyai KT antara 210,0225 kg/cm². Dengan menggunakan Klasifikasi Kuat Tekan tersebut di muka, maka Beton *ORASA EOP 2517 ASF SCP* RPA 0,5.V termasuk dalam kelompok beton normal (Neville, 1975 dalam Harianto, 2007).

Pengujian kuat tekan yang sama juga dilakukan terhadap Beton *ORASA (OR)* dengan modul *2524* dan *ASF SCP* pada RPA 0,5.V, sehingga dapat disimpulkan bahwa Beton *ORASA 2524 ASF SCP* RPA 0,5.V mempunyai KT = 212,1085 kg/cm² dan termasuk dalam kelompok beton semi ringan (Neville, 1975 dalam Harianto, 2007).

Pada kelompok RPA 1,0.V dapat disimpulkan bahwa Beton *ORASA (OR)* dengan modul *OR 2517 ASF SCP* RPA 1,0.V mempunyai KT = 172,5832 kg/cm². Dengan menggunakan Klasifikasi Kuat Tekan tersebut di muka, maka Beton *ORASA EOP 2517 ASF SCP* RPA 1,0.V. termasuk dalam kelompok beton normal (Neville, 1975 dalam Harianto, 2007).

Pengujian kuat tekan pada kelompok yang sama menghasilkan kesimpulan bahwa Beton *ORASA (OR) 2524 ASF SCP* RPA 1,0.V, mempunyai KT = 176,6435 kg/cm² dan masih termasuk dalam kelompok beton semi ringan (Neville, 1975 dalam Harianto, 2007).

Hasil-hasil tersebut ditulis kembali pada Tabel 3. sebagai berikut

Tabel 3. Kuat Tekan Beton *OR 2517 EOP* dan *OR 2524 EOP*

No.	Nama Benda Uji / Kelompok	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan (kg/cm ²) RPA 0,5.V	Kuat Tekan (kg/cm ²) RPA 1,0.V
1.	Beton Normal	361,2945		
2.	Beton <i>OR 2517 EOP</i>	–	210,0225	172,5832
3.	Beton <i>OR 2524 EOP</i>	–	212,1085	176,6435

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian eksperimental beton *ORASA 2517 EOP ASF SCP* dan beton *ORASA 2524 EOP ASF SCP* dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok beton tersebut termasuk dalam klasifikasi beton normal dan dapat digunakan sebagai beton struktur rumah tinggal sederhana.

Saran

Berdasar kesimpulan tersebut di atas maka dapat diajukan saran yaitu publikasi yang seluas-luasnya atas pemakaian beton *ORASA EOP* modul *OR 2517* atau modul *OR 2524* pada pembangunan rumah tinggal sederhana.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1990, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-15-1990-03)*, Departemen Pekerjaan Umum Bandung, Bandung.
- Ariyanto, Iwan, 2010, *Kajian Penggunaan Campuran Bubuk Batu Apung-Semen Sebagai ASF (Artificial Stone Filler) pada Beton HiG 2517 Dengan Mode OOP*. Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Harianto, Setijadi; Suhardiman, Mudji, 2007, *Pemanfaatan Limbah Genteng Godean Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Serta Optimasi Proporsi Campurannya Pada Beton Semi Ringan*, APDM DIKTI tahun anggaran 2007, Jakarta.
- Harianto, Setijadi, 2007, *Peneguhan Metoda Pembuatan Agregat OR-PVC (O-Ring Poly Vinyl Chloride) Untuk Beton ORASA (O-Ring PVC Artificial Stone Aggregate)*, LP3M UJB, Yogyakarta.
- Harianto, Setijadi; Suhardiman, Mudji, 2008, *Studi Eksperimental Beton Substitusi Menggunakan Agregat O-Ring PVC-ASA (O-Ring PVC-Artificial Stone Aggregate)*, KOP. V, Yogyakarta.
- Harianto, Setijadi, 2009, *Studi Embrio Agregat Cocoon (Cocoon-Artificial Stone Aggregate) Berbasis Modul OR-PVC*, KOP. V, Yogyakarta.
- Harianto, Setijadi; Suhardiman, Mudji, 2010, *Klas dan Spesifikasi Modul O-Ring pada Substitusi Agregat Halus dan Kasar Beton ORASA*, LP3M UJB, Yogyakarta.
- Harianto, Setijadi, 2011, *Studi Rancang Bangun Agregat Ringan Buatan Berbahan Dasar Styrofoam Laminated Cement Dengan Teknologi ORASA (O-Ring Artificial Stone Aggregate)*, KOP. V, Yogyakarta.
- Harianto, Setijadi, 2011, *Studi Eksperimental Beton ORASA Dengan Model ORASA OR-4 EOP Dan Model ORASA OR-4 Eki OOP (Suatu Model Rekayasa Agregat Kasar Buatan)*, Prosiding Seminar Nasional-1 BMPTTSSI-KoNTekS 5.
- Harianto, Setijadi, 2013, *Studi Eksperimental Dimensi Non Standar ORASA Type OR-4 EOP Dan Perbandingannya Dengan Dimensi Standar ORASA Type OR-4 (Suatu Rekayasa Dimensi ORASA OR-4)*, KOP. V, Yogyakarta.
- Imran, Iswandi, 2003, **Pengenalan Rekayasa dan Bahan Konstruksi**. Catatan Kuliah, Penerbit ITB, Bandung.
- Khanapi, 2002, *Pecahan Genteng Dari Kebumen Sebagai Pengganti Agregat Kasar Beton Dengan Variasi Penambahan Plastocrete-N Ditinjau Permeabilitas dan Kuat Tekan*, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Subagiyo, Untung, 2010, *Studi Eksperimental Beton Voided Cell Menggunakan Modul LoGrade O-Ring*, Tugas Akhir S-1, Kelas Paralel, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Suparsono, F.X., 2000, **Beton, Bahan Dasar Dan Unsur Kekuatannya, Trend Teknik Sipil Era Milenium Baru**, Penerbit UI, Jakarta.