

## **Pengaruh Penggantian Agregat Halus Dengan Pasir Pantai Dan Penambahan Fly Ash Limbah Pembakaran Batubara Terhadap Mutu Kuat Tekan Beton**

**Setiyadi, Ashal Abdussalam, MT**

Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Sains Al-Qur'an (UNSIQ) Wonosobo  
Jl. Kalibeber Km. 3 Wonosobo, 56351 Telp (0286) 321 873  
Email: ashalabdussalam@gmail.com

### **Abstrak**

*Seiring dengan meningkatnya pembangunan, maka semakin meningkat pula kebutuhan akan bahan dasar konstruksi sehingga kita dituntut untuk dapat memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Salah satu contoh yaitu pemanfaatan pasir pantai untuk konstruksi bangunan seperti, pekerjaan pemasangan, pembuatan batu batako, dan pembuatan beton. Untuk itu usaha untuk pemanfaatan pasir pantai dilakukan dengan penambahan abu terbang (Fly Ash). Penambahan abu terbang (Fly Ash) dimungkinkan dapat meningkatkan mutu beton, juga dapat mempengaruhi tegangan dan regangan pada beton.. Pemanfaatan pasir pantai sebagai bahan pengganti agregat halus pada bahan material beton dan pencampuran fly ash limbah pembakaran batubara sebagai pengganti sebagian semen yang diambil dari presentase berat semen pada campuran beton berpengaruh pada nilai kuat tekan beton. Proporsi penggunaan bahan pengganti masing-masing fly ash limbah batubara: 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%..*

*Metode perancangan campuran beton mengacu pada SNI-03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal yang merupakan adopsi dari metode Department of Environment (DoE). Langkah-langkah perancangan campuran beton dengan metode Department of Environment (DoE) sebagai berikut: Menetapkan mutu beton yang disyaratkan ( $f'c$ ), menetapkan target standar deviasi ( $S$ ), menghitung besarnya margin ( $M$ ), menghitung kuat tekan rata-rata ( $f'c$ ), dan menentukan jenis material penyusun beton.*

*Proporsi campuran optimal dari penelitian ini terdapat pada komposisi pasir pantai yang sudah dicuci dan fly ash limbah batubara 7,5% terhadap berat semen dengan nilai kuat tekan sebesar 19,126 N/mm<sup>2</sup>. Terjadi penurunan dari nilai kuat tekan beton normal yaitu 23,235 N/mm<sup>2</sup>, nilai kuat tekan tersebut juga belum lolos dari nilai kuat tekan rencana sebesar 20,75 N/mm<sup>2</sup>.*

*Beton hasil penelitian kali ini bisa digunakan/diterapkan untuk menekan biaya konstruksi yang lebih rendah khusus untuk daerah sekitar pantai tapi tidak di anjurkan untuk beton bertulang karena dimungkinkan bisa merusak/membuat korosi besi beton yang ada di dalam beton tersebut karena dimungkinkan masih adanya kandungan garam pada pasir pantai.*

**(Kata kunci: pasir pantai, fly ash, limbah batubara)**

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan akan informasi yang cepat, tepat dan akurat merupakan suatu aspek yang sangat penting dalam setiap aktifitas di satu lembaga atau instansi. Pentingnya peranan Teknologi Informasi didalam pengorganisasian sumber daya saat ini semakin terasa, apalagi dengan bertambahnya data, maka pemrosesan data tersebut secara manual akan semakin sulit. Pemrosesan data secara manual yang saat ini masih banyak digunakan oleh instansi-instansi pemerintah maupun swasta memiliki banyak redundansi dan tumpang tindih data, serta kesulitan dalam pengaksesan kembali bila sewaktu-waktu data tersebut di perlukan. Kemudahan, kecepatan dan keakuratan adalah kata kunci sukses sebuah sistem aplikasi. Kata “kemudahan” berkaitan dengan kemudahan penggunaan yang kemudian berkaitan dengan desain *Graphical User Interface*. Kata kecepatan dan keakuratan data merupakan “efektifitas” dari sistem aplikasi berkaitan dengan bagaimana sebuah hasil pemrosesan data di tampilkan dan diranking (*page ranking*).

Akan tetapi masyarakat yang tinggal di pesisir pantai masih menggunakan pasir pantai sebagai salah satu agregat halus pada beton dengan alasan mudah didapat. Untuk itu usaha untuk pemanfaatan pasir pantai dilakukan dengan penambahan abu terbang (*Fly Ash*). Penambahan abu terbang (*Fly Ash*) dimungkinkan dapat meningkatkan mutu beton, juga dapat mempengaruhi tegangan dan regangan pada beton. Abu terbang atau *Fly Ash* merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara di PLTU atau industri yang membutuhkan pembakaran batu bara.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Bahan Tambah

Bahan tambahan (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton pada saat atau selama percampuran berlangsung. Dalam hal ini bahan yang dipakai sebagai bahan tambah harus memenuhi ketentuan yang diberikan oleh SNI. Untuk bahan tambahan yang merupakan bahan tambah kimia harus memenuhi syarat yang diberikan dalam ASTM C.494, “*Standard Specification for Chemical Admixture Concrete*”.

Dalam penelitian ini bahan yang di gunakan adalah pasir pantai dan bahan tambahnya adalah limbah batubara

### 2.1.1 Pasir Pantai

Pantai adalah sebuah bentuk geografis yang terdiri dari [pasir](#), dan terdapat di daerah pesisir [laut](#). Daerah pantai menjadi batas antara daratan dan perairan laut. Pantai terdiri dari biota laut, air laut, hutan bakau, dan pasir pantai. Pasir pantai yang saya gunakan adalah pasir pantai dipantai sekitar Purworejo dan Kebumen atau didaerah pantai selatan Jawa Tengah.

Pasir berwarna hitam karena mengandung mineral dengan dominasi unsure besi. Semakin gelap warna dari pasir, menunjukkan konsentrasi unsur Fe yang makin tinggi. Pasir besi yang berasal dari gunung berapi, mengalir melewati sungai, berkumpul di sepanjang sungai (terutama pada lekukan sungai), dan mengendap di sungai, muara, hingga menuju laut. Ombak yang menyapu di sepanjang pantai membuat pasir besi terpilahkan dan menjadi butiran bebas, yang terkayakan, dimana mineral dengan nilai *specific gravity* tinggi akan mengendap, sedangkan mineral yang mempunyai nilai *specific gravity* rendah akan tercuci dan terbang.

### 2.1.2 Limbah Batu Bara

Limbah yang di hasilkan oleh pembakaran batubara yaitu *fly ash* dan *bottom ash* yang merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik. Ada tiga type pembakaran batubara pada industri listrik yaitu *dry bottom boilers*, *wet-bottom boilers* dan *cyclon furnace*.

Apabila batubara dibakar dengan *type dry bottom boiler*, maka kurang lebih 80% dari abu meninggalkan pembakaran sebagai *fly ash* dan masuk dalam corong gas. Apabila batubara dibakar dengan *wet-bottom boiler* sebanyak 50% dari abu tertinggal di pembakaran dan 50% lainnya masuk dalam corong gas. Pada *cyclon furnace*, di mana potongan batubara digunakan sebagai bahan bakar, 70-80 % dari abu tertahan sebagai boiler slag dan hanya 20-30% meninggalkan pembakaran sebagai *dry ash* pada corong gas.

*Fly ash* merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran

batubara. Pada intinya *fly ash* mengandung unsur kimia antara lain silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), fero oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu magnesium oksida ( $\text{MgO}$ ), titanium oksida ( $\text{TiO}_2$ ), alkalin ( $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$ ), sulfur trioksida ( $\text{SO}_3$ ), pospor oksida ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) dan carbon.

### **3. Metode Penelitian**

#### **3.2 Benda Uji Penelitian**

Benda uji penelitian berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan kubus dengan diameter 15 cm x 15 cm, sebanyak 3 benda uji untuk setiap jenis pengujian yaitu 2 silinder dan 1 kubus. Penggunaan pasir pantai menggunakan pasir pantai yang sudah di cuci dan penggunaan limbah batu. bara dengan presentase 2,5%, 5,0%, 7,5%, 10% dari semen sebagai pengganti sebagian semen. Untuk pengujian tekan beton, dengan pasir pantai dan limbah batubara sebagai pembanding dibuat pula benda uji beton normal, beton dengan pasir pantai dan beton dengan pasir pantai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

#### **3.3 Alat Uji Penelitian**

Ayakan, dipakai untuk memisahkan fraksi-fraksi agregat menurut kelompok butiranya. Dalam penelitian ini digunakan satu set ayakan dari lubang mulai 0,15 mm sampai dengan 38,1 (40) mm, Timbangan, dipakai untuk menimbang semen, pasir, dan batu pecah sebelum bahan-bahan dicampur, dengan ketelitian 1 gram, Gelas ukur, dipakai untuk mengukur volume air, Kerucut Abrams dan tongkat penusuknya, dipakai untuk mengukur nilai konsistensi adukan (slump), Cetakan silinder, digunakan untuk mencetak benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, Mesin pengaduk beton (Mollen), digunakan untuk mencampur dan mengaduk beton, merk Lokal, kapasitas 0,60 m<sup>3</sup>, Mesin uji tekan, digunakan untuk menguji kuat tekan silinder beton, merk WF kapasitas 2500 kN.

#### **3.4 Bahan Material Yang Digunakan**

Bahan yang dibutuhkan antara lain:

- a. Semen Portland (Tiga roda)
- b. Pasir (Pasir Alam, Mbrosot)
- c. Kerikil/Kricak (Batu Pecah)
- d. Air (PDAM, Lab. UNSIQ)
- e. Pasir Pantai
- f. Limbah Batubara

### 3.5 Prosedur Penelitian

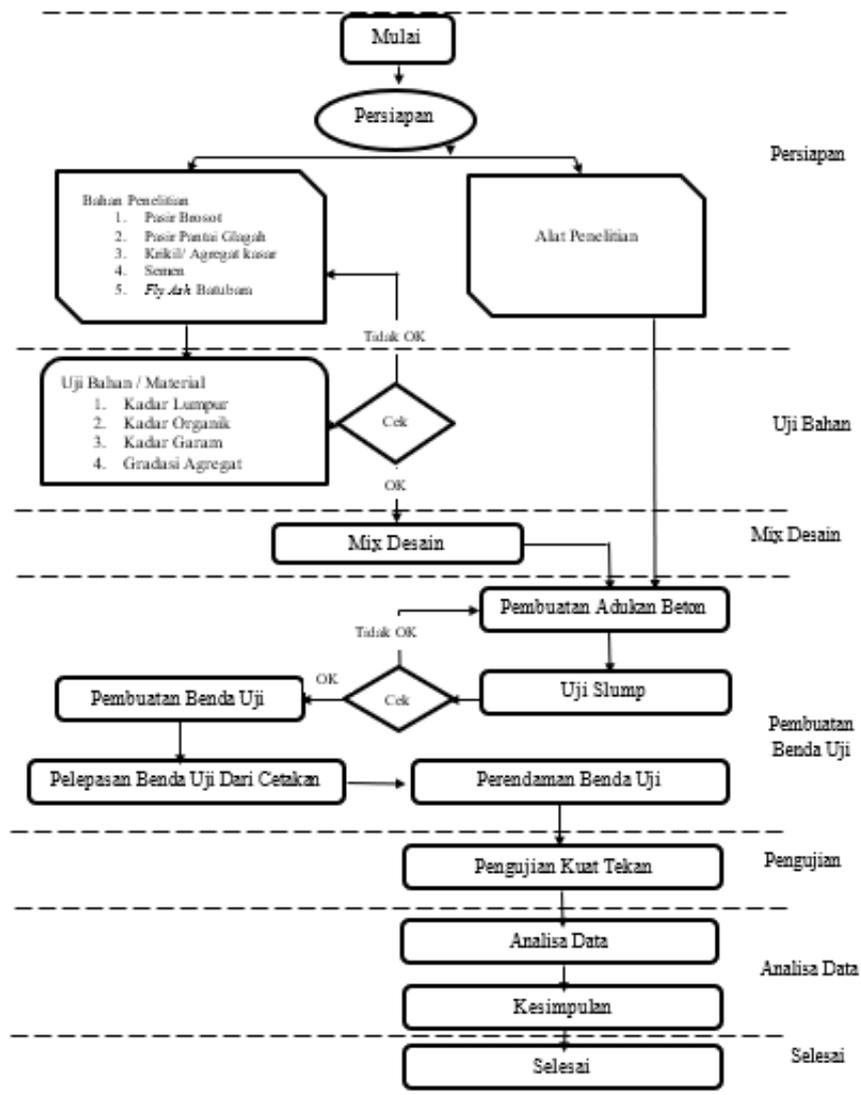
Prosedur penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu : tahap persiapan, pengadukan, perawatan, dan pengujian.

- A. Tahap persiapan, sebelum bahan-bahan dicampur dan diaduk, terlebih dahulu ditetapkan dahulu butir maksimum batu pecah, berat jenis dan penyerapan air, kadar air, susunan butir (gradasi) butirannya,. Dalam penelitian ini besar butir maksimum ditetapkan 40 mm, proporsi bahan tambah Jenis C (*Accelerating*) dibuat mulai dari ( 0,2, sampai 2,0 )% dari berat semen dengan beda setiap 0,2%, sedang pasir dan batu pecah dibuat sedemikian rupa sehingga gradasi agregat masuk dalam batas gradasi standar sebagaimana yang tercantum dalam British Standard atau Standar Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SNI 03-2834-1993, dengan nilai faktor air semen ditetapkan dari 0,54. Nilai slump ditetapkan antara 60 mm sampai dengan 120 mm dengan pertimbangan dapat diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan dengan mudah dengan atau cara manual (tanpa alat getar).
- B. Pencampuran dan pengadukan. dalam campuran ini untuk setiap adukan direncanakan dibuat kubus beton, yang akan diuji tekan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari dengan banyak benda uji masing-masing umur 2 buah. Setelah bahan siap, kemudian dicampur dan diaduk dengan mesin mollen kurang lebih 3 - 4 menit (bahan tercampur secara merata atau adukan homogen).
- C. Pencetakan, apabila nilai slump adukan telah mencapai antara 60-120 mm, maka adukan beton dimasukkan dalam cetakan kubus beton dan dipadatkan dengan cara 25 kali tusukan dengan alat pemadat  $\varnothing = 16$

mm, panjang = 160 mm atau dengan cara digetar menggunakan *table vibrator* dan diberi tanda (kode) sesuai dengan komposisi bahan tambah.

- D. Perawatan, cetakan dibuka setelah 24 jam, kemudian direndam dalam *curing tank* atau air sampai dengan umur uji.
- E. Pengujian, benda uji kubus beton diuji kekuatan tekannya pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari. Sebelum diuji kubus beton ditimbang, diukur dimensinya, kemudian diuji dengan mesin tekan dengan kecepatan 2 sampai 4 kg/cm<sup>2</sup> per detik dan dicatat beban tekan maksimumnya.

### 3.6 Bagan Alir



## 4. Hasil Dan pembahasan

### 4.1 Perencanaan *Mix Design*

#### 4.1.1 Pasir Biasa

No	Uraian	Jumlah
1.	Kuat tekan rencana benda uji ( $f^c$ )	20,75 MPa
2.	Deviasi Standar (S)	-
3.	Nilai Tambah (M) (Tabel 4.9)	7 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan ( $f^{cr}$ )	27,75 MPa
5.	Jenis Semen	Semen tipe I
6.	Jenis Agregat Halus	Alami, Brosot
	Jenis Agregat Kasar	Batu pecah Ø 40 mm
7.	Faktor Air Semen (Lihat Gambar 4.6 Grafik)	0,54
8.	Faktor air semen maksimum (ditetapkan)	0,54 (nilai terendah)
9.	Nilai Slump	100 ± 20 mm
10.	Ukuran Maksimum Agregat Kasar	40 mm
11.	Jumlah Kebutuhan Air (Tabel 4.12)	218 liter
12.	Jumlah Semen	404 Kg
13.	Jumlah Semen Minimum (Tabel 4.13)	280 Kg
14.	Jumlah Semen yang Dipakai	404 Kg (Yang
15.	Penyesuaian FAS	Terbesar)
16.	Daerah Gradasi Agregat Halus	-
17.	Persen Agregat Halus (Lihat Gambar. 4.8	Masuk Zona III
18.	Grafik)	33%
19.	Berat Jenis Agregat Campuran	2,7 Kg/m <sup>3</sup>
20.	Berat Jenis Beton (Gambar. 4.9 Grafik)	2400 Kg/m <sup>3</sup>
21.	Kebutuhan Agregat (Langkah 19-11-14)	1778 Kg/m <sup>3</sup>
22.	Kebutuhan Agregat Halus (Langkah 17-20)	587 Kg/m <sup>3</sup>
	Kebutuhan Agregat Kasar (Langkah 20-21)	1191 Kg/m <sup>3</sup>

#### 4.1.2 Pasir Pantai

No	Uraian	Jumlah
----	--------	--------

1.	Kuat tekan rencana benda uji ( $f'_c$ )	20,75 MPa
2.	Deviasi Standar (S)	-
3.	Nilai Tambah (M) (Tabel 4.15)	7 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan ( $f'_{cr}$ )	27,75 MPa
5.	Jenis Semen	Semen tipe I
6.	Jenis Agregat Halus	Alami, Pantai Glagah
	Jenis Agregat Kasar	Batu pecah Ø 40 mm
7.	Faktor Air Semen (Lihat Gambar. 4.10 Grafik)	0,54
8.	Faktor air semen maksimum (ditetapkan)	0,54 (nilai terendah)
9.	Nilai Slump	100 ± 20 mm
10.	Ukuran Maksimum Agregat Kasar	40 mm
11.	Jumlah Kebutuhan Air (Tabel 4.18)	218 liter
12.	Jumlah Semen	404 Kg
13.	Jumlah Semen Minimum (Tabel 4.19)	280 Kg
14.	Jumlah Semen yang Dipakai	404 Kg (Yang
15.	Penyesuaian FAS	Terbesar)
16.	Daerah Gradasi Agregat Halus	-
17.	Persen Agregat Halus (Lihat Gambar. 4.12	Masuk Zona IV
18.	Grafik)	28%
19.	Berat Jenis Agregat Campuran	2,7 Kg/m <sup>3</sup>
20.	Berat Jenis Beton (Gambar. 4.13 Grafik)	2400 Kg/m <sup>3</sup>
21.	Kebutuhan Agregat (Langkah 19-11-14)	1778 Kg/m <sup>3</sup>
22.	Kebutuhan Agregat Halus (Langkah 17-20)	498 Kg/m <sup>3</sup>
	Kebutuhan Agregat Kasar (Langkah 20-21)	1280 Kg/m <sup>3</sup>

#### 4.2 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kode Benda Uji	Benda Uji	$f_c$ 28 hari (N/mm <sup>2</sup> )	$f'_{cr}$	( $f_c - f'_{cr}$ )	( $f_c - f'_{cr}$ ) <sup>2</sup>	$\Sigma(f_c - f'_{cr})^2$	S	Hasil Uji $f_c$ (Mpa)
N	Silinder	38.803	35.367	3.437	11.812	109.439	7.397	23.235
	Silinder	40.420		5.054	25.539			
	Kubus	26.876		-8.490	72.088			
P1	Silinder	19.402	16.693	2.708	7.336	16.366	2.861	12.002
	Silinder	16.977		0.283	0.080			

	Kubus	13.702		-2.992	8.950			
P2	Silinder	28.294	24.542	3.752	14.080	26.153	3.616	18.611
	Silinder	24.252		-0.290	0.084			
	Kubus	21.079		-3.463	11.989			
P3	Silinder	13.743	14.701	-0.958	0.918	2.169	1.041	12.993
	Silinder	14.551		-0.150	0.022			
	Kubus	15.810		1.108	1.228			
P4	Silinder	20.210	19.610	0.601	0.361	1.566	0.885	18.158
	Silinder	18.593		-1.016	1.033			
	Kubus	20.025		0.416	0.173			
P5	Silinder	24.252	22.726	1.527	2.331	9.635	2.195	19.126
	Silinder	20.210		-2.515	6.327			
	Kubus	23.714		0.989	0.978			
P6	Silinder	21.827	19.973	1.854	3.438	5.566	1.668	17.237
	Silinder	18.593		-1.380	1.903			
	Kubus	19.498		-0.474	0.225			

### 4.3 Pembahasan

#### 4.3.1 Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Dan Campuran Fly Ash Batubara Pada Presentase Maksimum

Tabel Presentase penurunan nilai kuat tekan benda uji.

No	Kode Benda Uji	$f'_{cr}$	Presentase (%)	Persentase Penurunan Terhadap Beton Normal (%)
1	N	23.24	100.00	0.00
2	P1	12.00	51.65	48.35
3	P2	18.61	80.10	19.90
4	P3	12.99	55.92	44.08
5	P4	18.16	78.15	21.85
6	P5	19.13	82.31	17.69
7	P6	17.24	74.19	25.81

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

Terdapat pengaruh yang berupa penurunan nilai kuat tekan hasil dari penggunaan pasir pantai dan pencampuran *fly ash* batubara dibandingkan

dengan beton normal. Proporsi campuran optimal dengan nilai kuat tekan tertinggi didapat oleh kode benda uji P5 dengan penggunaan pasir pantai yang sudah dicuci dan variasi campuran *fly ash* batubara 7,5% dari berat semen dengan nilai kuat tekan sebesar 19,126 N/mm<sup>2</sup>, dan pembandinya beton normal sebesar 23,2 N/mm<sup>2</sup>.

## 5. Kesimpulan

- A. Nilai kadar lumpur pada pasir yang diuji adalah 3,774%. Maka nilai tersebut masih di bawah batas maksimal 5% yang ditentukan dari SK SNI S-04-1998-F (1998) dan memenuhi persyaratan.
- B. Nilai dari uji *slump* pada beton yang dimodifikasi memiliki nilai *slump* rata-rata 21 mm dan tidak memenuhi nilai *slump* rencana yaitu  $\pm 120$  mm.
- C. Nilai kuat tekan beton dengan campuran variasi yaitu P1 = 12,00, P2 = 18,611, P3 = 12,993, P4 = 18,158, P5 = 19,126, P6 = 17,237, mengalami penurunan dari beton normal dengan kuat tekan sebesar 23,235 MPa.
- D. Proporsi campuran optimal dengan nilai kuat tekan tertinggi didapat oleh kode benda uji P5 dengan menggunakan pasir pantai yang sudah dicuci dan penambahan campuran *fly ash* limbah batubara 7,5% dari berat semen dengan nilai kuat tekan sebesar 19,126 N/mm<sup>2</sup> sehingga tidak lolos dari kuat tekan beton normal yaitu sebesar 23,235 N/mm<sup>2</sup>.

## Daftar Pustaka

<https://jujubandung.wordpress.com/2012/06/03/limbah-batu-bara>. Diakses pada tanggal 4 Mei 2018

<https://andyahya.com/2014/02/pasir-besi-di-indonesia-dari-genesa.html>.

Diakses pada tanggal 4 Mei 2018

L.J. Murdock dan K.M. Brook. ( 1986 ). **Bahan dan Praktek Beton** ( edisi keempat ) Jl. Kramat IV No. 11, JAKARTA: ERLANGGA.

M.H. Habib Shaleh / CN13© 2011 Suara Merdeka 16 Januari 2011

Mulyono, Tri. (2004). **Teknologi Beton**. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Neville, Adam. (1981). **Properties of Concrete 3rd edition**. Michigan: Pitman Pub.

Nugraha, Paul & Antoni. (2007). **TEKNOLOGI BETON dari Material, Pembuatan, ke beton Kinerja Tinggi**. Yogyakarta: C.V. Andi Offset

SK SNI 03-2834-2000. Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal

SK SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (*Beta Version*)

SK SNI T-15-1990-03. Tata Cara Pembuatan Beton Normal

SNI 03-2834-1993. Tata Cara Campuran Beton Normal. 1993

PUBI 1982 (Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia)/Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Jakarta : Depdikbud

Yahya, Andy. 2014. Dari mana Asal Pasir Besi?