

PEMANFAATAN KAOLIN BELITUNG SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN PADA CAMPURAN BETON

Indra Gunawan, S.T., M.T

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB Balunijuk, Merawang, Kab. Bangka

Email : gunawanindra15@yahoo.co.id

Laksmi Puri Laraswati

Alumni Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

ABSTRAK

Adanya keterbatasan semen di daerah tertentu khususnya di Pulau Belitung akan menjadi kendala pembangunan di daerah tersebut. Salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan semen adalah memanfaatkan dan menggunakan material lokal, sehingga mampu menekan biaya serta dapat menggali potensi material lokal yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar daerah tersebut. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan yaitu dengan cara memanfaatkan potensi material kaolin. Kemiripan kandungan unsur-unsur kimia penyusun semen yang menjadikan dasar penelitian penggunaan kaolin sebagai bahan substitusi parsial semen untuk bahan baku pembuatan beton. Penelitian ini menggunakan variasi campuran, yaitu: 0%, 15%, 30% dan 45%. Umur beton yang digunakan adalah 3 hari, 14 hari dan 28 hari pada kuat tekan rencana 22,5 MPa. Dari masing-masing campuran beton tersebut dibuat tiga benda uji. Pengujian yang dilakukan pada campuran beton adalah kuat tekan dengan menggunakan alat uji tekan beton (compressive strength test). Dari hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan beton umur 3 hari pada campuran beton dengan menggunakan persentase penambahan kaolin 0% sebesar 17,93 MPa, 15% sebesar 16,44 MPa, 30% sebesar 8,22 MPa dan 45% sebesar 6,54 MPa. Nilai kuat tekan beton umur 14 hari pada campuran beton dengan menggunakan persentase penambahan kaolin 0% sebesar 22,08 MPa, 15% sebesar 19,04 MPa, 30% sebesar 11,34 MPa dan 45% sebesar 7,46 MPa. Nilai kuat tekan beton umur 28 hari, pada campuran beton dengan menggunakan persentase penambahan kaolin 0% sebesar 24,72 MPa, 15% sebesar 22,56 MPa, 30% sebesar 13,65 MPa dan 45% sebesar 9,29 MPa. Dari data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan kaolin pada campuran beton pada persentase tersebut hanya bisa digunakan pada penambahan persentase 15 %, karena hanya kuat tekan persentase tersebut yang masuk kedalam kuat tekan rencana, namun hasil tersebut lebih rendah 9,74 % dari hasil kuat tekan beton normal.

Kata Kunci: semen, kaolin, dan kuat tekan.

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bangunan di Indonesia dari tahun ke tahun memperlihatkan peningkatan yang cukup tinggi, hal ini erat kaitannya dengan kegiatan pembangunan fisik yang terus berlangsung, seperti pembangunan gedung-gedung bertingkat, pelabuhan, jalan, jembatan dan sebagainya. Peningkatan

kebutuhan bahan bangunan ini akan terus berlangsung pada tahun-tahun mendatang, karena kegiatan pembangunan akan terus meningkat dari waktu ke waktu seiring meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana fisik.

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang saat ini paling banyak digunakan dalam pembuatan bangunan

fisik di Indonesia. Hal ini dapat dilihat pada data penggunaan semen yang diproyeksikan akan mencapai 49 juta ton pada tahun 2012 (Media Indonesia, Agustus 2010). Hal ini mendorong para ahli material untuk terus berupaya mengembangkan teknologi material berbasis semen.

Adanya keterbatasan bahan pembuatan beton di daerah tertentu khususnya ketersediaan semen akan menjadi kendala pembangunan di daerah tersebut. Salah satu alternatif untuk mengatasi kebutuhan tersebut adalah memanfaatkan dan menggunakan material lokal, sehingga mampu menekan biaya serta dapat menggali potensi material lokal yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar daerah tersebut.

Sama seperti daerah lainnya di Indonesia, Belitung saat ini sedang giat-giatnya melaksanakan pembangunan infrastruktur. Penggunaan semen dalam proses pembangunan ini dirasakan masih cukup mahal karena harus didatangkan dari Pulau Jawa, oleh sebab itu dibutuhkan suatu alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan yaitu dengan cara memanfaatkan potensi material kaolin yang banyak terdapat di Belitung.

Endapan kaolin di Pulau Belitung dapat dijumpai pada beberapa tempat di antaranya di daerah Badau, Dendang, Manggar, Membalong, Kelapa Kampit, dan wilayah lainnya. Kaolin ini berwarna putih, berbutir halus, lunak, dan lengket apabila basah, sebagian bersifat pasir (Sukandarrumidi, 2004).

Mineral galian ini antara lain digunakan untuk bahan baku keramik, bahan pemutih kertas dan bahan pencampur cat dan sebagai bahan utama dalam industri bata tahan api, namun pada saat ini penggunaan kaolin untuk bahan bangunan belum dimanfaatkan dengan baik, dikarenakan belum adanya penelitian lanjut tentang kelayakan penggunaan kaolin Belitung sebagai bahan baku untuk pembuatan struktur bangunan.

Kaolin mempunyai kemiripan kandungan unsur-unsur kimia penyusun semen yang menjadikan dasar penelitian penggunaan kaolin sebagai bahan substitusi parsial semen untuk bahan baku pembuatan beton.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh sifat kelecakan/kemudahan pengerjaan (nilai uji slump) penggunaan kaolin pada pembuatan beton.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan kaolin Belitung sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton.
3. Mengetahui persentase penggunaan kaolin Belitung yang menghasilkan kuat tekan beton optimum.

TINJAUAN PUSTAKA

Kaolin

Kaolin atau "Kaolinite" termasuk jenis mineral clay, nama kaolin berasal dari bahasa Cina "Kau-Ling" yaitu suatu daerah di Cina yang banyak mengandung mineral

ini. Kaolin merupakan masa batuan yang tersusun dari material lempung dengan kandungan besi yang rendah, dan umumnya berwarna putih atau agak keputihan. Kaolin mempunyai komposisi hidrous aluminium silikat ($2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) dengan disertai mineral penyerta.

Proses pembentukan kaolin (kaolinisasi) dapat terjadi melalui proses pelapukan dan proses hidrotermal alterasi pada batuan beku felspartik. Endapan kaolin ada dua macam, yaitu endapan residual dan sedimentasi.

Mineral yang termasuk dalam kelompok kaolin adalah kaolinit, nakrit, dikrit, dan halloysit ($\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{SiO}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), yang mempunyai kandungan air lebih besar dan umumnya membentuk endapan tersendiri. Sifat-sifat mineral kaolin antara lain, yaitu kekerasan 2 – 2,5, berat jenis 2,6 – 2,63, plastis, mempunyai daya hantar panas dan listrik yang rendah, serta pH bervariasi (Sukandarrumidi, 2004).

Menurut Sukandarrumidi (2004) potensi dan cadangan kaolin yang besar di Indonesia terdapat di Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Pulau Bangka dan Belitung, serta potensi lainnya tersebar di Pulau Sumatera, Pulau Jawa, dan Sulawesi Utara.

Hasil pemeriksaan kandungan unsur kimia yang dilakukan di Laboratorium Timah, Tbk, kaolin di daerah Belitung mengandung susunan kimia sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan unsur semen Portland dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Susunan unsur kaolin Belitung

No	Keterangan	Kandungan Unsur (%)
1	SiO_2	30,44
2	Al_2O_3	59,27
3	Fe_2O_3	0,199
4	CaO	0,0042
5	TiO_2	0,449

Sumber: Hasil pemeriksaan Laboratorium PT. Timah

Tabel 2. Susunan unsur semen Portland

No	Keterangan	Kandungan Unsur (%)
1	CaO	60 – 65
2	SiO_2	17 – 25
3	Al_2O_3	3 – 8
4	Fe_2O_3	0,5 – 6
5	MgO	0,5 – 4
6	SO_3	1 – 2
7	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	0,5 – 1

Sumber: Teknologi Beton, Tjokrodinuljo, K., 2007

Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

Untuk mengukur tingkat kemudahan pengerjaan umumnya digunakan nilai slump melalui uji slump. Slump test atau uji slump adalah salah satu cara untuk mengukur kecacakan beton segar, yang dipakai pula untuk memperkirakan tingkat kemudahan dalam pengerjaannya (Tjokrodinuljo, K., 2007). Kecacatan (sifat plastis, consistency, yaitu sifat kekentalan beton segar, antara cair dan padat) pada beton segar penting dipelajari karena

merupakan ukuran kemudahan beton segar (adukan beton) untuk diaduk dalam bejana pengaduk ke cetakan beton, dan dipadatkan setelah beton segar berada dalam cetakan. Secara umum, dapat dikatakan bahwa semakin encer beton segar maka semakin mudah beton tersebut dikerjakan.

Kuat Tekan Beton

Kekuatan beton tergantung dari beberapa faktor antara lain: proporsi campuran, kondisi temperatur dan kelembaban tempat dimana beton akan mengeras. Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan/curing, dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, maka akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan kekuatan beton turun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990). Untuk menghitung kuat tekan beton dapat digunakan rumus:

$$f'_c = P/A$$

dengan:

f'_c = Kuat tekan ((N/mm² atau MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu. Kaolin berasal dari Badau Kecamatan Badau, Belitung. Agregat kasar dari Desa Kenanga Kecamatan Sungailiat, Bangka. Agregat halus berasal dari Pedindang Bangka Tengah. Semen yang digunakan adalah semen portland type I dari PT. Indocement. Air yang digunakan yaitu air sumur yang terdapat pada Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kep. Bangka Belitung.

Pada agregat halus dan agregat kasar dilakukan pemeriksaan meliputi gradasi, modulus halus butir, berat jenis, penyerapan air dan kadar lumpur, sedangkan untuk air hanya dilakukan pemeriksaan pH.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Saringan, terdiri dari 1 susunan saringan (standart ASTM), Timbangan, Oven, Kuas, Sieve shaker, Talam, Tongkat pemadat, Mistar perata, Sendok atau sekop, Bejana baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang, Keranjang kawat, Tempat air yang dilengkapi dengan pipa, Batang penumbuk rata, Gelas ukur, Alat pengaduk, Mesin Los Angeles, Bola-bola baja, Piknometer dengan kapasitas 500 ml, Kerucut terpancung (cone) dari logam, Pompa, pH meter, Mesin pengaduk, Kerucut Slump, Bejana silinder, Bak perendam, Mesin uji tekan.

Pelaksanaan pemeriksaan bahan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Perhitungan campuran beton menggunakan metode SNI 03 - 2834 - 2000 "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal" dengan faktor air semen 0,47 dan mutu beton rencana $f_c' = 22,5$ MPa. Hasil hitungan kebutuhan bahan tiap m³ dapat dilihat pada Tabel 3 dan kebutuhan benda uji pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil hitungan kebutuhan bahan tiap m³

Bahan susun (kg)	Persentase Kaolin terhadap semen portland			
	0 %	15%	30%	45%
Semen	393,6	334,56	275,52	216,48
Air	185	185	185	185
Agregat halus	706	706	706	706
Agregat kasar	1105	1105	1105	1105
Kaolin	-	59,04	118,08	177,12

Tabel 4. Kebutuhan benda uji sesuai persentase kaolin terhadap semen yang digunakan

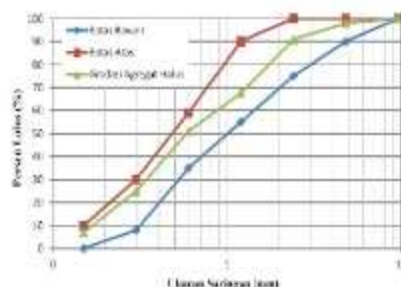
Proporsi Kaolin	Umur Beton (hari)			Jumlah benda uji
	3	14	28	
0%	3	3	3	9
15%	3	3	3	9
30%	3	3	3	9
45%	3	3	3	9
Jumlah Total				36

Benda uji kuat tekan beton berbentuk silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian untuk beton segar berupa uji slump sedangkan untuk beton keras dilakukan pengujian kuat tekan yang dilakukan pada umur beton 3, 14 dan 28 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Agregat Halus

Hasil pemeriksaan agregat halus sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 5.

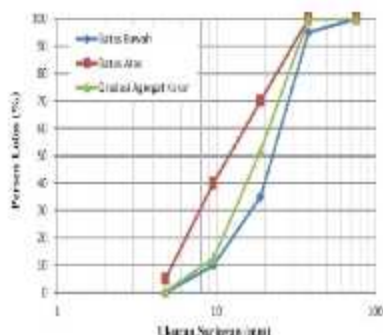


Gambar 1. Gradasi agregat halus

Dari hasil pemeriksaan agregat halus yang telah dilakukan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa agregat halus memenuhi syarat untuk campuran beton dan dari Gambar 1 menunjukkan bahwa agregat halus masuk kedalam pasir tipe II yaitu pasir agak kasar.

Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan agregat kasar sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 dan Tabel 6.



Gambar 2. Gradasi agregat kasar

Dari hasil pemeriksaan agregat kasar yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa agregat kasar memenuhi syarat untuk campuran beton.

Air

Pengujian air dilakukan dengan menggunakan alat pH meter, dari hasil pengujian air diperoleh nilai pH air adalah 5,4 dengan ini menunjukkan bahwa air dapat digunakan sebagai bahan campuran beton, karena persyaratan yang diijinkan untuk air yang digunakan yaitu pH minimal 4,5 dan maksimal 8,5.

Uji Slump

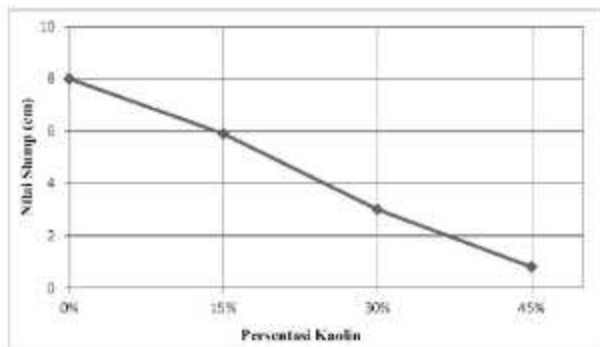
Hasil uji *slump* ditunjukkan pada Tabel 7 dan Gambar 3.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Pengujian	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1	Analisa Saringan	SNI 03-4142-1990	-	1	0	%
	- Lolos Saringan No. 200		5	8	7,36	%
2	a. Berat jenis - Bulk - SSD - Apparent b. Penyerapan air	SNI 1969 : 2000	2,5	-	2,565	-
			2,5	-	2,617	-
			2,5	-	2,707	-
			-	3	2,040	%
3	Berat isi	SNI 03-4804-1988	0,4	1,9	1,396	kg/lt
	- Lepas - Padat		0,4	1,9	1,566	kg/lt
4	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	2,45	%
5	Kearifan agregat	SNI 2417 : 2008	-	40	28,20	%

Tabel 7. Hasil uji *slump*

No	Persentase penambahan kaolin pada campuran beton	Slump I (cm)	Slump II (cm)	Slump Rata-rata (cm)
1	0 %	7,9	8,1	8,0
2	15%	5,8	6,0	5,9
3	30%	2,9	3,1	3,0
4	45%	0,8	0,8	0,8

Gambar 3. Hubungan persentase kaolin dalam campuran beton dengan nilai *slump*

Dari Tabel 7 dan Gambar 3 hasil nilai *slump* yang diperoleh menunjukkan bahwa campuran beton dengan penambahan persentase kaolin mengalami penurunan nilai *slump* dari nilai *slump* beton normal atau nilai *slump* rencana. Semakin besar persentase kaolin maka semakin kecil nilai *slump* campuran beton tersebut dan nilai *slump* terendah terdapat pada persentase kaolin 45%. Semakin kecil nilai *slump* pada penambahan persentase kaolin menunjukkan bahwa campuran beton kaolin menyerap air lebih banyak dibandingkan campuran beton normal, hal ini dikarenakan jumlah volume kaolin yang

semakin besar menyebabkan bidang luasan yang harus dilumasi air semakin banyak. Selain itu kecilnya nilai *slump* pada campuran beton kaolin berpengaruh pada tingkat pengerjaan, semakin besar persentase kaolin maka semakin sulit tingkat pengerjaannya.

Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 8, 9 dan 10 serta Gambar 5.

Tabel 8. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 3 hari

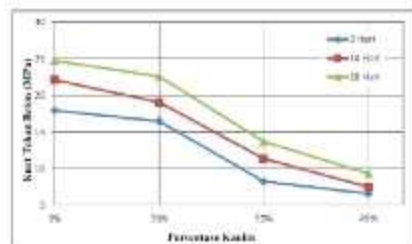
Kode Benda Uji	Berat (kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
K 0%	12,680	320	18,12	17,93
	12,530	310	17,55	
	12,620	320	18,12	
K15%	12,435	290	16,64	16,44
	12,403	280	16,06	
	12,220	290	16,64	
K30%	12,160	150	8,72	8,22
	11,931	140	8,03	
	12,044	140	7,93	
K45%	11,942	100	6,98	6,54
	11,915	90	5,74	
	11,981	100	6,89	

Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 14 hari

Kode Benda Uji	Berat (kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
K 0%	12,680	380	21,51	22,08
	12,530	400	22,64	
	12,620	390	22,08	
K15%	12,405	330	18,94	19,04
	12,407	330	18,68	
	12,320	340	19,51	
K30%	12,180	190	11,05	11,34
	11,991	210	12,21	
	12,144	190	10,76	
K45%	11,962	140	8,14	7,46
	11,935	130	7,36	
	11,971	120	6,89	

Tabel 10. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari

Kode Benda Uji	Berat (kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
K0%	12,702	450	25,48	24,72
	12,719	430	24,35	
	12,711	430	24,35	
K15%	12,446	400	22,65	22,56
	12,267	390	22,37	
	12,085	380	22,68	
K30%	12,420	250	14,15	13,65
	12,240	240	13,77	
	12,110	230	13,02	
K45%	12,040	170	9,62	9,29
	12,150	160	9,18	
	12,065	160	9,06	



Gambar 5. Hubungan persentase kaolin dengan kuat tekan beton

Dari Tabel 8, 9 dan 10 serta Gambar 5 dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan beton tertinggi terdapat pada persentase penambahan kaolin 0 % (beton normal) yaitu sebesar 24,72 MPa. Diantara ketiga persentase penambahan kaolin, persentase penambahan kaolin 15% pada umur 28 hari mencapai hasil kuat tekan rencana yaitu 22,5 MPa, namun hasil tersebut lebih rendah 9,74 % dari kuat tekan beton normal, sedangkan pada persentase 30 % umur 28 hari hanya menghasilkan kuat tekan sebesar 13,65 MPa dan pada persentase 45 % umur 28 hari, kuat tekan beton yang dihasilkan semakin kecil yaitu sebesar 9,29 MPa. semakin besar persentase kaolin maka semakin kecil nilai kuat tekan beton tersebut. Penurunan kuat tekan beton disebabkan oleh semakin kecilnya nilai slump pada penambahan persentase kaolin dan berpengaruh pada tingkat kemudahan pekerjaan. Kecilnya nilai slump menyebabkan semakin sulitnya campuran beton tersebut untuk dikerjakan dan hal ini berpengaruh pada kepadatan campuran beton yang menyebabkan beton menjadi berongga dan menghasilkan nilai kuat tekan beton yang minimum.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kaolin pada campuran beton hanya bisa digunakan pada penambahan persentase 15 %, karena hanya kuat tekan persentase tersebut yang masuk kedalam kuat tekan rencana.

KESIMPULAN

1. Semakin besar persentase penggunaan kaolin maka nilai slump yang dihasilkan akan semakin rendah.
2. Semakin besar persentase penggunaan kaolin maka kuat tekan beton yang dihasilkan akan semakin kecil.
3. Nilai kuat tekan beton yang paling besar adalah campuran beton dengan menggunakan 15% penambahan kaolin pada umur 28 hari yaitu sebesar 22,56 MPa. Hasil kuat tekan beton pada persentase 15% menunjukkan bahwa persentase ini mencapai kuat tekan rencana yaitu 22,5 MPa dan perencanaan campuran tersebut dapat digunakan untuk aplikasi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 2000, SNI. 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta.
- Media Indonesia, 7 Januari 2011, http://mirror.unpad.ac.id/koran/mediaindonesia/10-086/mediaindonesia_2010-08-06_014.pdf
- Sukandarrumidi., 2004, *Bahan Galian Industri*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Tjokrodinuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit KMTS FT UGM, Yogyakarta.