

ANALISA PENGGUNAAN LIMBAH GYPSUM SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP PEFORMA BETON NORMAL

I Gede Raditya Lalita^{1,*}, Akmad Suryadi², Utami Retno³

Mahasiswa Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang²
¹daimler007raditya@gmail.com, ²akhmad.suryadi@polinema.ac.id, ³utami.retno@polinema.ac.id

ABSTRAK

Sampai saat ini bahan bangunan beton masih dipakai disemua negara di dunia, dikarenakan bahan beton ini mempunyai keistimewaan yaitu material campuran mudah didapat. Dalam hal ini penggunaan limbah gypsum adalah sebagai bahan pengganti semen dan diharapkan limbah gypsum agar lebih bermanfaat baik dari segi biaya dan kekuatan beton itu sendiri. Banyak para peneliti dan para ahli yang sudah berusaha mengembangkan material ini baik dari sisi kekuatan, kemudahan pelaksanaan, nilai ekonomis. Material limbah gypsum akan dicampur sebagai substitusi semen dengan komposisi 10%, 20%, 30% dari prosentase semen itu sendiri. Kesimpulan: Campuran Limbah Gypsum pada beton tidak memberikan tambahan kekuatan pada beton tetapi memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*workability*).

Kata kunci : Beton;limbah gypsum;kemudahan pelaksanaan

ABSTRACT

*Until now, concrete building materials are still used in all countries in the world, because this concrete material has a feature, namely that the mixture is easy to obtain. In this case, the use of gypsum waste is as a substitute for cement and it is hoped that the gypsum waste will be more beneficial both in terms of cost and strength of the concrete itself. Due to the advantages of this concrete material, the use of concrete as a construction material is increasing. The gypsum waste material will be mixed as a cement substitution with a composition of 10%, 20%, 30% of the percentage of the cement itself. Conclusion: Gypsum waste mixture in concrete does not provide additional strength to concrete but provides ease of implementation (*workability*)*

Keywords : Concrete; gypsum waste; ease of implementation workability

1. PENDAHULUAN

Salah satu material utama dalam konstruksi bangunan, baik bangunan sederhana maupun bangunan konstruksi modern adalah beton. Beton mempunyai sifat kuat tekan dimana setelah dicampur dengan material lain seperti besi atau baja akan menjadi bahan bangunan yang kuat tarik dan tekan dengan berdasarkan standard perhitungan - perhitungan design yang diijinkan

2. METODE

Rancangan Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian di Laboratorium Bahan PT. Jayamix Indonesia dengan data sebagai berikut

- Bahan pengikat hidrolis dengan komposisi 90% semen (PCC) dan 8% RHA
- Agregat halus dengan komposisi:
 - A. 10% gypsum, 90% semen
 - B. 20% gypsum, 80% semen
 - C. 30% gypsum, 70% semen
- Agregat kasar (100% screened split 10- 15mm).

Pengujian Agregat Kasar

Untuk mengetahui Berat jenis dan penyerapan, analisa ayak dan kadar air agregat kasar.

Pengujian Agregat Halus

Untuk mengetahui Berat jenis dan penyerapan, analisa ayak dan kadar air agregat halus

Pembuatan Benda Uji (SK SNI T-15-1990-3)

Pengadukan bahan untuk campuran beton dapat dilakukan dalam komposisi berat atau dalam perbandingan, dengan cara mengkonversi satuan berat bahan tersebut dengan nilai berat isinya.

Pengujian Slump (SNI 03-1972-1990)

Pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai slump pada beton segar

Pengujian Berat Isi Beton (ASTM C-138M-01a)

Pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai berat isi beton segar, satuan berat ke satuan volume

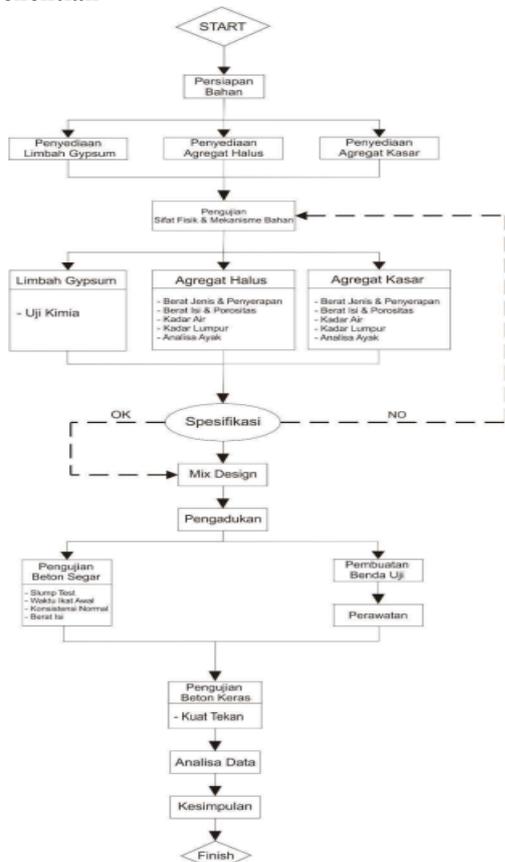
Beton Dengan Limbah Gypsum

Pengujian beton dengan dengan limbah gipsum ini dilakukan pada item slump dan kuat tekan sehingga hasil campuran ini yang menjadi penelitian utama dalam skripsi ini mendapat data yang akurat

Kuat Tekan Beton (SNI 03-1974-1990)

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk membandingkan kuat tekan hasil pengujian dengan kuat tekan rencana yang sesuai dengan standarisasi

Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Analisa Pengujian Agregat Kasar

Didapat berat isi padat rata – rata dari hasil pengujian diatas sebesar 1,42gr/cm³, nilai ini masih dalam bata yang diijinkan yaitu 1,2gr/cm³ (SIINo.51980). Sedangkan nilai voids yang didapat yaitu 1.995 %.

Hasil dan Analisa Pengujian Agregat Halus

Tabel 1 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

No	Pengukuran	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
1	Berat Silinder Kosong	gr	2184	2184	2184
2	Berat Silinder + Agr	gr	6043	6027	6035
3	Berat Agregat	gr	3859	3843	3851
4	Volume Silinder	cm ³	2590	2590	2590
5	Berat Isi Lepas	gr/cm ³	1.490	1.484	1.487
6	Void	%	1.552	1.526	1.539
7	Void rata-rata	%		1.539	

Berat Isi Lepas = $\frac{w_3}{v}$ (1) Berat Isi Lepas = $\frac{w_3}{v}$ (3)

= $\frac{3859}{2590}$ (2) = $\frac{3843}{2590}$ (4)

= 1.43 gr/cm³ = 1.42 gr/cm³

Void = 1.552%

Void = 1.526%

Void Rata-Rata = $\frac{1.552+1.526}{2}$ (5)

= 1.539

Pengujian Semen

Hasil Uji Konsistensi Normal Dengan Subtitusi 0%

Tabel 2 Hasil Konsistensi Normal Dengan Campuran 0%

No	Uraian	Satuan	Pengujian				
			1	2	3	4	5
1	Berat Air (Wa)	gr	84	78			
2	Berat Semen (Ws)	gr	300	300			
3	Konsistensi	%	28.00	26.00			
4	Penetrasi	mm	22	10			

Perhitungan

Konsistensi Campuran 1 = $\frac{WA}{WS} \times 100$ (1)

= $\frac{84}{300} \times 100$ (2)

= 28%

Konsistensi Campuran 2 = $\frac{WA}{WS} \times 100$ (3)

= $\frac{208}{300} \times 100$ (4)

= 69.33%

Hasil Uji Konsistensi Normal Dengan Substitusi 10%

Tabel 3 Hasil Konsistensi Normal Dengan Campuran 10%

Uraian	Satuan	Pengujian				
		1	2	3	4	5
1 Berat Air (Wa)	gr	84	72	78		
2 Berat Semen (Ws)	gr	270	270	270		
3 Berat Gypsum (Wg)	gr	30	30	30		
4 Berat (Ws+Wg)	gr	300	300	300		
5 Konsistensi	%	28.00	24.00	26.00		
6 Penetrasi	mm	31	30	10		

Perhitungan

$$\text{Konsistensi Campuran 1} : \frac{W_a}{W_s+W_g} \times 100 \quad (1)$$

$$: \frac{84}{300} \times 100 \quad (2)$$

$$: 28.00\%$$

$$\text{Konsistensi Campuran 2} : \frac{W_a}{W_s+W_g} \times 100 \quad (3)$$

$$: \frac{72}{300} \times 100 \quad (4)$$

$$: 24.00\%$$

$$\text{Konsistensi Campuran 3} : \frac{W_a}{W_s+W_g} \times 100 \quad (5)$$

$$: \frac{78}{300} \times 100 \quad (6)$$

$$: 26.00\%$$

Hasil Uji Konsistensi Normal Dengan Substitusi 20%

Tabel 4. Hasil Konsistensi Normal Dengan Campuran 20%

Uraian	Satuan	Pengujian				
		1	2	3	4	5
1 Berat Air (Wa)	gr	78	78	78		
2 Berat Semen (Ws)	gr	240	240	240		
3 Berat Gypsum (Wg)	gr	60	60	60		
4 Berat (Ws+Wg)	gr	300	300	300		
5 Konsistensi	%	26.00	26.00	26.00		
6 Penetrasi	mm	11	9	11		

Perhitungan

$$\text{Konsistensi Campuran} : \frac{W_a}{W_s+W_g} \times 100 \quad (1)$$

$$: \frac{78}{240+60} \times 100 \quad (2)$$

$$: 26.00\%$$

Hasil Uji Konsistensi Normal Dengan Substitusi 30%

Tabel 5 Hasil Konsistensi Normal Dengan Campuran 30%

Uraian	Satuan	Pengujian					
		1	2	3	4	5	6
1 Berat Air (Wa)	gr	84	72	78	78	78	78
2 Berat Semen (Ws)	gr	270	270	270	90	90	90
3 Berat Gypsum (Wg)	gr	60	60	60	210	210	210
4 Berat (Ws+Wg)	gr	300	300	300	300	300	300
5 Konsistensi	%	28.00	28.00	28.00	26.00	26.00	26.00
6 Penetrasi	mm	20	18	18	10	9	10

Perhitungan

$$\text{Konsistensi Campuran 1} : \frac{W_a}{W_s+W_g} \times 100$$

$$: \frac{84}{300} \times 100$$

$$: 28.00\%$$

$$\text{Konsistensi Campuran 2} : \frac{W_a}{W_s+W_g} \times 100$$

$$: \frac{78}{300} \times 100$$

$$: 26.00\%$$

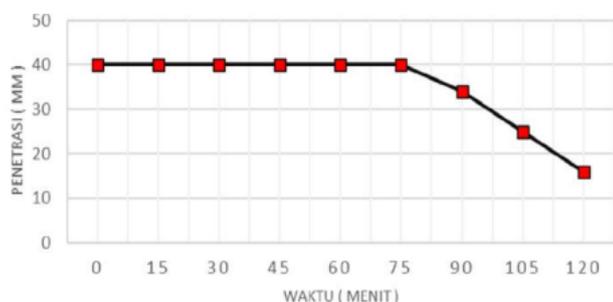
Pengujian Ikat Awal

Pengujian Dengan Komposisi Gypsum 0%

Tabel 6. Hasil Uji Ikat Awal Dengan 0% Substitusi

Pukul	Menit	mm
9.35	0	40
	25	40
	40	40
	45	40
	60	40
	75	40
	90	34
	105	25
	120	16

GRAFIK HASIL UJI IKAT AWAL DENGAN 0% SUBSTITUSI



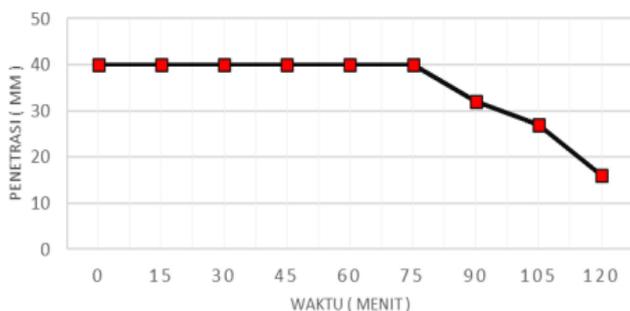
Gambar 2. Grafik Hasil Uji Ikat Awal Dengan 0% Substitusi

Pengujian Dengan Komposisi Gypsum 10%

Tabel 6. Hasil Uji Ikat Awal Dengan 10% Substitusi

Pukul	Menit	mm
9.35	0	40
	25	40
	40	40
	45	40
	60	40
	75	40
	90	32
	105	27
	120	16

GRAFIK HASIL UJI IKAT AWAL DENGAN 10% SUBSTITUSI



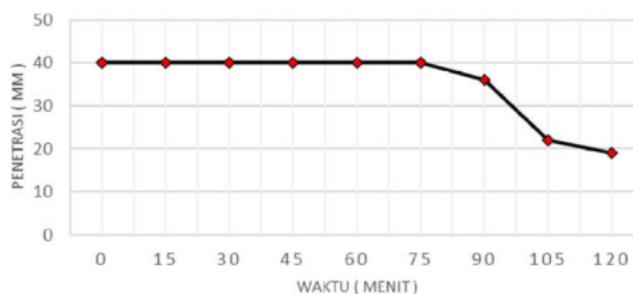
Gambar 3. Grafik Hasil Uji Ikat Awal Dengan 10% Substitusi

Pengujian Dengan Komposisi Gypsum 20%

Tabel 6. Hasil Uji Ikat Awal Dengan 20% Substitusi

Pukul	Menit	mm
9.35	0	40
	25	40
	40	40
	45	40
	60	40
	75	40
	90	36
	105	22
	120	19

GRAFIK HASIL UJI IKAT AWAL DENGAN 20% SUBSTITUSI



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Ikat Awal Dengan 20% Substitusi

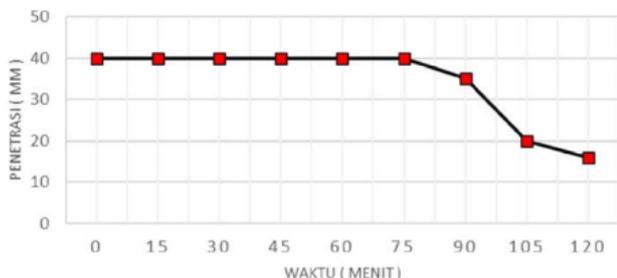
Pengujian Dengan Komposisi Gypsum 30%

Tabel 7. Hasil Uji Ikat Awal Dengan 30% Substitusi

Pukul	Menit	mm
9.35	0	40
	25	40
	40	40
	45	40
	60	40
	75	40
	90	36
	105	22
	120	19

: 3,33

GRAFIK HASIL UJI IKAT AWAL DENGAN 30% SUBSTITUSI



Gambar 5. Grafik Hasil Uji Ikat Awal Dengan 30% substitusi

Uji Berat Jenis Semen
Penguji Berat Jenis Ke-1

Tabel 8. Data Berat Jenis Semen Tiga Roda

Keterangan	Jumlah	Satuan
Berat Semen	64	gr
Suhu Air	20	c
Suhu Ruangan	20	c
Pembaca Skala 1 (V1)	1	ml
Pembaca Skala 2 (V2)	20,5	ml

Perhitungan

$$BJ : \frac{m}{(v_2-v_1)} \times 1 \text{ ml/gr} \quad (1)$$

$$: \frac{64}{(20,5-1)} \times 1 \text{ ml/gr} \quad (2)$$

$$: \frac{64}{19,5} \quad (3)$$

$$: 3,282$$

Penguji Berat Jenis Ke-2

Tabel 9. Data Berat Jenis Semen Tiga Roda

Keterangan	Jumlah	Satuan
Berat Semen	15	gr
Suhu Air	20	c
Suhu Ruangan	24	c
Pembaca Skala 1 (V1)	18	ml
Pembaca Skala 2 (V2)	22,5	ml

Perhitungan

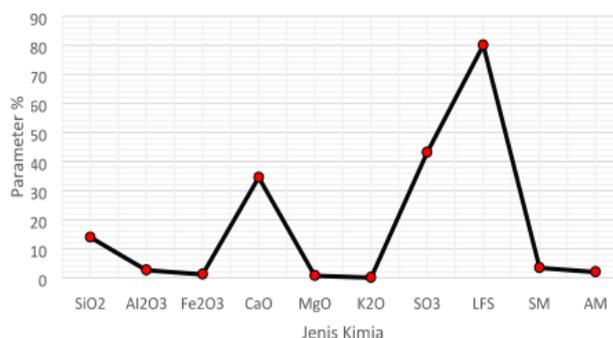
$$BJ : \frac{m}{(v_2-v_1)} \times 1 \text{ ml/gr}$$

$$: \frac{15}{(22,5-18)} \times 1 \text{ ml/gr}$$

Hasil Pengujian Kimia Gypsum

Untuk mengetahui pengaruh gypsum terhadap kualitas semen dalam pembuatan mortar dilakukan analisis seperti Analisa kuat tekan, komposisi kimia terhadap gypsum dengan hasil sebagai berikut

Grafik Sifat Kimia Gypsum



Gambar 6. Grafik Sifat Kimia Gypsum

Pengetesan Slump dan Pembuatan Benda Uji

Tabel 10. Hasil Pengukuran Slump Beton Benda Uji

Variasi Campuran	Tinggi Slump			Slump Rata-rata	Air 1x Adukan
	1	2	3		
Beton Normal	120	100	120	113,3	400
CHWG 10%	80	110	120	103,3	600
CHWG 20%	120	90	100	103,3	600
CHWG 30%	120	100	110	110	600

Bedasarkan data pengujian slump pada masing-masing type beton maka didapat rata-rata beton normal, CHWG 10%,CHWG 20%, CHWG 30% : 113.3mm, 103,3mm, 110mm. Dengan rata-rata adalah 104,97mm didapat data bahwa slump masukl sesuai dengan mix design yaitu pada slump 100 +/-2

Pengetesan Kuat Tekan Benda Uji Semua Tipe Beton

Tabel 11. Hasil Kuat Tekan Benda Uji Semua Type Beton

NO	Type Benda Uji	Mix	Kuat Tekan (Kn)			Rata-rata kuat tekan umur 28
			Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-28	
1	Beton Normal K-300	1	282,90	300,22	323,31	331,97
		2	271,35	294,44	340,63	
2	Beton Normal K-300 dengan limbah Gypsum 10%	1	230,93	265,58	265,58	288,67
		2	207,84	248,26	311,76	
3	Beton Normal K-300 dengan limbah Gypsum 20%	1	213,61	277,12	329,08	314,65
		2	282,90	288,67	300,22	
4	Beton Normal K-300 dengan limbah Gypsum 30%	1	207,84	259,80	265,58	303,1
		2	190,52	225,16	340,63	
Acuan syarat minimal kuat tekan			195	264	300	300

Kesimpulan :

Beton Nromal + Gypsum 20%, dan Beton + Gypsum 30% memenuhi syarat kuat tekan Beton K-300 Pada umur 28 hari

Pengujian Normalitas dan Korelasi Spearman

Tabel 11. Hasil Pengujian Normalitas

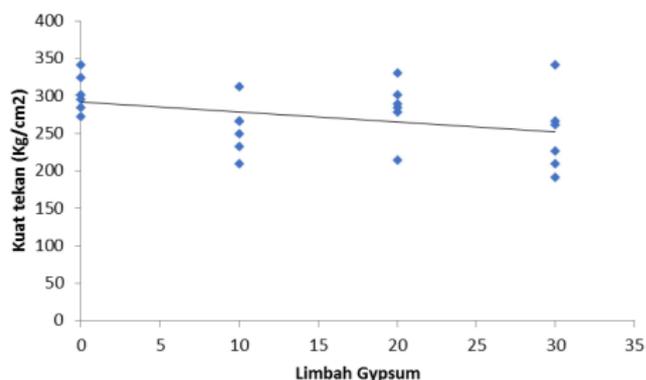
Variable	Sig	Keputusan
Limbah Gypsum	0,004	Tidak Normal
Kuat Tekan	0,533	Normal

Hasil pengujian normalitas dengan uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data variabel kuat tekan berdistribusi normal dengan nilai signifikansi lebih besar dari 0.05, tetapi data variabel limbah gypsum tidak berdistribusi normal dengan nilai signifikansi lebih kecil dari 0.05. Dengan hasil tersebut maka pengujian

Tabel 11. Hasil Pengujian Korelasi Spearman

Koefisisen Korelasi (r)	p-value	Keputusan
-0,369	0,076	Berhubungan Tidak Signifikan

Berdasarkan tabel 2 didapatkan bahwa dengan nilai p-value yang lebih besar dari α ($0.076 > 0.050$) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara variabel limbah gypsum dengan variabel kuat tekan.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Korelasi Spearman

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan penjelasan pada bab – bab sebelumnya mengenai pemakaian Limbah Gypsum terhadap pengujian kuat tekan, Penggunaan Limbah Gypsum yang menggantikan sebagian semen dalam campuran beton berpengaruh terhadap penurunan workability beton segar yang ditandai oleh menurunnya nilai slump, sehingga harus ditambahkan air pada saat pengadukan agar adukan tidak cepat kering.

- Komposisi limbah Gypsum 20%, dapat mengasilkan kuat tekan yang relatif lebih tinggi, dikarenakan butiran Limbah Gypsum pada prosentase ini mengisi celah agregat kasar dan halus, sehingga satu sama lainnya saling mengikat sehingga lebih padat dan menghasilkan kuat tekan optimum dan nilai ekonomis dari campuran beton dengan Limbah Gypsum dilihat dari hasil Test Kuat tekan mulai dari Hari ke-7, 14, 28
- Berdasarkan nilai ekonomisnya sebagai berikut:

- Beton K-300 , 1m³ sesuai mix design membutuhkan 370 kg semen, harga semen 40 kg dipasaran Rp. 60.000, jadi harga semen per kg sekitar Rp. 1.500/kg
- 1 m³ beton K-300 = 370 x Rp.1.500 = Rp.550.000, jika 30% dari Rp.550.000 adalah Rp.165.000,-.maka pengurangan semen sebesar Rp.550.000 - Rp.165.000 = Rp.385.000. Asumsi biaya pengolahan limbah gypsum Rp. 300,- /kg maka biaya gypsum untuk 1m³ beton = (370 x 30%) x Rp.300 = Rp.33.300,-. Selisih biaya semen diganti dengan Limbah Gypsum 30% adalah Rp. 165.000,-. Maka pengurangan semen sebesar Rp.550.000 - Rp.165.000 = Rp.385.000. Asumsi biaya pengolahan limbah gypsum Rp. 300,- /kg maka biaya gypsum untuk 1m³ beton = (370 x 30%) x Rp.300 = Rp.33.300,-. Selisih biaya semen diganti dengan Limbah Gypsum 30% adalah Rp. 165.000 - Rp.33.000 = Rp.131.000,-/M³. Jika harga per M³ beton K-300 saat ini adalah Rp.800.000- Rp. 131.000=Rp. 669.000.Jadi nilai ekonomis prosentase nilai ekonomis 669.000 : 800.000 =16.4%

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G Nawy 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung; Refika Aditama
- [2] Asroni 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta; Graha Ilmu
- [3] Tjokrotrimulyo 1996. *Teknologi Beton (Edisi Pertama)*. Yogyakarta; Teknik Sipil Universitas Gajah Mada
- [4] Departemen Pekerjaan Umum 1979. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung; Departemen pekerjaan Umum
- [5] Supriatna1997. *Bahan Galian Industri, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Material*. Bandung; Graha Ilmu