

Analisis Penggunaan Limbah *Gypsum* Sebagai *Filler* Terhadap Kuat Tekan Beton

Sahat Martua Sihombing^{1*}, Indriasari², Riyan Prasetyo³
^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia
*e-mail koresponden: sahatsihombing@unkris.ac.id

Abstrak

Pembangunan infrastruktur memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur, khususnya bidang teknologi bahan konstruksi. Perkembangan teknologi beton dalam uji coba penambahan bahan campuran terus dilakukan untuk mendapatkan kekuatan dan mutu beton yang diinginkan. Karakteristik yang dimiliki beton dipengaruhi oleh bahan-bahan yang terkandung didalam campuran dan cara pengolahannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kuat tekan beton normal dan kuat tekan beton yang menggunakan limbah *gypsum* sebagai *filler* dengan variasi 10% dan 20% dengan umur perawatan yang diamati pada umur 28 hari. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan di Laboratorium Beton. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan beton normal $f_c'18$ (MPa) pada umur 28 hari sebesar 18,08 MPa. Pada beton variasi campuran dengan limbah *gypsum* sebagai *filler* 10% didapatkan nilai kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 19,18 MPa. Pada beton variasi campuran dengan limbah *gypsum* sebagai *filler* 20% didapatkan nilai kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 19,71 MPa. Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan, bahwa penggunaan limbah *gypsum* dari sisa konstruksi berpengaruh dapat menaikkan nilai kuat tekan beton.

Kata kunci : Beton, Limbah *Gypsum*, Kuat Tekan

Abstract

Infrastructure development spurred innovation in the field of structural engineering, particularly in the field of construction materials technology. The development of concrete technology in trials of adding mixed ingredients continues to be carried out to obtain the desired strength and quality of concrete. The characteristics of concrete are greatly influenced by the ingredients contained in the mixture and how it is processed. The purpose of this study was to analyze the normal compressive strength of concrete and the compressive strength of concrete using gypsum waste as a filler with variations of 10% and 20% with curing ages observed at 28 days. The method used in this study is an experimental method or experiments in the Concrete Laboratory. Based on the results of the study, the normal compressive strength values of $f_c'18$ (MPa) at ages 28 days were 18.08 MPa. In mixed variations of concrete with gypsum waste as a 10% filler, the compressive strength values at the ages of 28 days were 19.18 MPa. In mixed variations of concrete with 20% gypsum waste as filler, the compressive strength values at 28 days of age were 19.71 MPa. From the results of the research conducted, it can be concluded that the use of gypsum waste from the rest of the construction has an effect on increasing the compressive strength of concrete.

.Keywords : Concrete, Gypsum Waste, Compressive Strength

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini dunia pembangunan semakin berkembang pesat, baik dari segi desain maupun penggunaan material pada bangunan. Perkembangan teknologi dan kemajuan industri yang semakin pesat memacu peningkatan pembangunan disegala sektor kehidupan. Pembangunan infrastruktur dan kebutuhan akan tempat tinggal memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur, khususnya bidang teknologi bahan konstruksi. Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan adalah beton.

Beton merupakan hasil pencampuran semen, air dan agregat. Terkadang ditambah menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu, mulai dari bahan kimia tambahan, fiber, sampai bahan buangan non kimia. Sifat – sifat beton pada umumnya dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan dan cara perawatannya [1].

Berdasarkan SNI 2847:2013 definisi beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari [2].

Keistimewaan dari beton adalah mudah dibentuk sesuai keinginan, memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, memiliki ketahanan dalam jangka panjang dengan perawatan yang sederhana dan relatif murah karena menggunakan bahan dasar dari bahan lokal.

Analisis beton terus berkembang dan memberikan begitu banyak kontribusi sebagai dasar dalam pembangunan konstruksi. Salah satu penelitian beton yang sedang dikembangkan dan berwawasan lingkungan. dengan adanya campuran ramah lingkungan bisa menahan kerusakan ekosistem pada alam dan bisa bermanfaat bagi masyarakat.

Pemanfaatan limbah sebagai bahan alternatif telah menjadi cara untuk mengatasi masalah lingkungan pada sebagian besar negara berkembang. Penggunaan bahan penambah pada beton telah banyak dilakukan guna mendapatkan beton yang lebih bermutu. Pada dasarnya bahan tambahan beton terbuat dari bahan – bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah, memiliki keawetan seperti salah satunya yaitu gypsum.

Gypsum adalah batu putih yang terbentuk karena pengendapan air laut, Gypsum merupakan mineral terbanyak dalam batuan sedimen, lunak bila murni. Merupakan bahan baku yang dapat diolah menjadi kapur tulis. Dalam dunia perdagangan biasanya gypsum mengandung 90% $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ [3]. Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis mengambil judul penelitian Tugas Akhir adalah “Analisis Penggunaan Limbah Gypsum Sebagai Filler Terhadap Kuat Tekan Beton”.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan variabel yang digunakan adalah variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu limbah batu granit sebagai bahan pengganti sebagian pasir pada komposisi beton. Sementara variabel terikat dalam penelitian ini yaitu beton normal $f'c$ 18 (MPa). Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dari studi literatur, persiapan alat dan bahan, pemeriksaan bahan dimana Agregat Kasar, meliputi pengujian : Uji saringan, Berat Jenis, Keausan dan Kadar Lumpur. Adapun Agregat Halus, meliputi pengujian : Uji saringan, Berat Jenis, Penyerapan Air, Kadar Lumpur dan Kadar Air. Setelah itu dilakukan tahap cek SNI, Perancangan Campuran dengan menggunakan 0%,10% dan 20%, Cek Slump, Pembuatan Benda Uji Silinder, Curing Time selama 7,14,28 hari, Pengujian Kuat Tekan Beton dan yang terakhir adalah tahap Analisa Hasil dan kesimpulan [4].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemeriksaan Bahan

Hasil pengujian bahan materail yang meliputi pengujian agregat halus, agregat kasar, air dan bahan pengganti sebagian agregat halus dapat dijelaskan dibawah ini:

3.1.1 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Berikut data pengujian dan hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Pengujian	Satuan (gram)
Berat piknometer	176
Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	500
Berat benda uji kering oven (Bk)	490
Berat piknometer diisi air (25°) (B)	667
Piknometer + SSD + Air (Bt)	962,8

Dari data di atas maka di dapat perhitungan bawa ini maka didapat hasil pengujian agregat halus pada Tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Pengujian	Rumus	Hasil Percobaan
Berat jenis (Bulk)	$Bk / (B + SSD - Bt)$	2,39
Berat jenis kering permukaan jenuh	$SSD / (B + SSD - Bt)$	2,54

Berat jenis semu (Apparent)	$B_k / (B + B_k - B_t)$	2,52
Penyerapan (Absorption)	$(SSd - B_k) / B_k * 100\%$	2.04%

Hasil dari pengujian berat jenis agregat halus didapatkan nilai berat jenis masing-masing yaitu agregat halus sebesar 2,54 dan nilai penyerapan air pada agregat halus dengan hasil 2,04. Hasil yang didapatkan dari pernyataan di atas yaitu pasir yang digunakan dalam penelitian ini masuk dalam kategori pasir normal karena berat jenisnya diantara 2,5 – 2,7.

3.1.2 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Padat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

Diameter Ayakan (mm)		Tertahan			Berat Tertahan Kumulatif (%)	Syarat (ASTM)
SNI	ASTM	Berat (gr)	Persentase (%)	Kumulatif (%)		
9,52	3/8 in	0	0	0	100	100
4,75	NO.4	35	1,18	1,18	98,82	90-100
2,36	NO.8	405	13,64	14,81	85,19	75-100
1,18	NO.16	550	18,52	33,33	66,67	55-90
0,6	NO.30	340	12,79	46,13	53,87	35-59
0,3	NO.50	980	31,65	77,78	22,22	10-30
0,15	NO.100	480	16,16	93,94	6,06	0-10
0,075	NO.200	180	6,06	100	0	0
Total		2970	100	367,17		

$$\text{Fine Modulus} = 367,17/100 = 3,67\%$$

*Syarat FM agregat halus adalah 1,50-3,80 (SK-SNI-T-15-1990-03)

Pengujian gradasi agregat halus dilakukan dengan menggunakan standar ukuran 10 mm; 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15; pen. Menurut standar SNI S-04-1989-F [5]. Agregat halus untuk bahan menggunakan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi syarat. Hasil dari pengujian gradasi Agregat Halus didapatkan nilai 2.025 sehingga memenuhi syarat SNI-S-04-1989-F yaitu 1,50-3,80 [6].

3.1.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian kadar lumpur agregat halus yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada pasir tersebut. Dari hasil pengujian kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Data Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

No	Uraian	Hasil	
1	Cawan	1	2
2	Berat kering sebelum dicuci (A) gram	500	500
3	Berat pasir kering setelah dicuci (B) gram	492,3	491,6
4	Kadar lumpur $((A) - (B) / A) \times 100 \%$	1,54	1,68
Kadar lumpur rata-rata (%)		1,61	
Hasil Pengujian kadar lumpur 1,61%			
Spesifikasi SNI-S-04-1989-F, nilai kadar lumpur maksimum pasir <5%.			

Hasil dari pengujian Kadar Lumpur didapatkan nilai 1,61% sehingga memenuhi syarat SNI-S-04-1989-F yaitu nilai kadar lumpur maksimum pasir <5%.

3.1.4 Pengujian Kadar Organik Agregat Halus

Pengujian kadar organik agregat halus yaitu dengan cara memasukkan pasir kedalam botol duran ditambahkan air yang sudah dicampur dengan senyawa kimia soda api (NaOH) sebesar 3% .



Gambar 1. Pengujian Kadar Organik Agregat Halus

Hasil pengujian kadar organik menunjukkan no. 5 (kuning cerah) pada colour plate, sehingga agregat halus tersebut dapat digunakan.

3.1.5 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Menurut Tjokrodinuljo (2010) pada berat jenisnya. Agregat dibagi menjadi 3 jenis yaitu: agregat normal, agregat ringan, dan agregat berat [7]. Dimana agregat normal memiliki berat jenis 2,5 - 2,7 agregat ringan memiliki berat jenis kurang dari 2,0 dan agregat berat memiliki berat jenis lebih dari 2,8. Berikut data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air dari agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 5. Data Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

Pengujian	Satuan (gram)
Berat piknometer	540
Berat benda uji kering oven (Bk)	4840
Berat benda uji kering - Permukaan jenuh (Bj)	5000
Berat benda uji dalam air (Ba)	2993

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

Pengujian	Rumus	Hasil	Satuan
Berat Jenis (Bulk)	$(BK/BJ-BA)$	2,58	Gram
Berat Jenis Permukaan Jenuh	$BJ/(BJ-BA)$	2,61	Gram
Berat Jenis Semu / Apparent (Bj)	$BK/(BK-BA)$	2,65	Gram
Penyerapan	$BJ-BK) \times 100\% / (BK)$	1	%

Dari tabel di atas bisa dilihat bahwa hasil pengujian berat jenis permukaanjenuh (SSD) pada batu split sebesar 2,61 gram, sehingga dapat memenuhi syarat sesuai spesifikasi SNI 03-1969-2008 nilai minimum 2,5% [8].

3.1.6 Pengujian Keausan Agregat Kasar

Dari data di atas maka di dapat perhitungan bawa ini maka didapat hasil pengujian Keausan Agregat Kasar pada tabel 7 di bawah ini :

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Keausan dengan Mesin Los Angeles

Pengujian Abrasi / Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin Los Angeles				
No	Uraian	Satuan	Rumus	Hasil Pengujian
1	Berat agregat kasar mula mula (A)	gr	-	5000
2	Berat agregat tertahan no.12 (B)	gr	-	3130,88
3	Nilai Keausan / Abrasi	%	$(A - B) / A * 100\%$	37,38

Hasil pengujian keausan agregat kasar sebesar 37,38%. Spesifikasi SNI 03-2417-2008 nilai maksimal keausan agregat kasar 40%.

3.2 Rencana Campuran Beton (Mix Design Concrete)

Dalam perancangan campuran beton dilakukan berdasarkan SNI 03-2834- 2000 tentang “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”, perancangan campuran beton ini bertujuan untuk mengetahui komposisi atau proporsi dari bahan-bahan untuk penyusunan beton. Pengujian yang dihasilkan untuk diuji pada umur 7, 14 dan 28 hari, adapun hasil *mix design* yang telah dilakukan untuk satu benda uji silinder Ø15cm x 30 cm [9].

3.3 Hasil Pengujian Slump Beton

Pengujian slump dilakukan saat beton masih dalam keadaan segar, percobaan ini dilakukan dengan alat kerucut abram atau kerucut terpancung yang memiliki diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm, dilengkapi dengan telinga alat untuk mengangkat alat agar beton segar dapat keluar dan tongkat slump penumbuk berdiameter 16 mm sepanjang maksimal 60 cm (SNI 1972-2008) [10].

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai kelecakan atau workability dari campuran beton segar. Semakin rendah nilai slump maka akan semakin susah diaduk, dituang, diangkut dan dipadatkan Hasil rata – rata nilai slump untuk 3 variasi yaitu sebesar 120 mm. Hasil rata – rata nilai slump dalam penelitian ini masih berada didalam rencana awal design slump yaitu 60-180 mm. Adapun hasil nilai slump yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Slump Benda Uji Beton

Variasi Campuran	Nilai Slump	Satuan
Beton Normal fc'18	10	cm
Beton Variasi 1 limbah gypsum 10% (fc'18)	9	cm
Beton Variasi 2 limbah gypsum 20% (fc'18)	9,5	cm

3.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 1974-2011 [11] tentang Tata Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Perhitungan kuat tekan beton

Dimana : kuat tekan = P/A

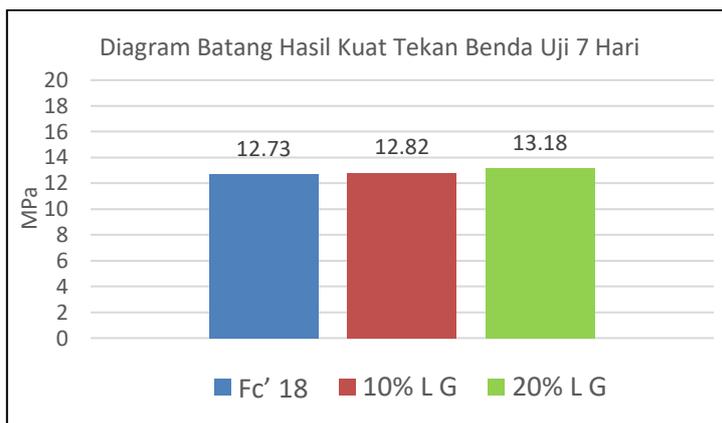
Kuat tekan beton dinyatakan dalam satuan MPa atau N/mm²

P : Gaya tekan aksial (N)

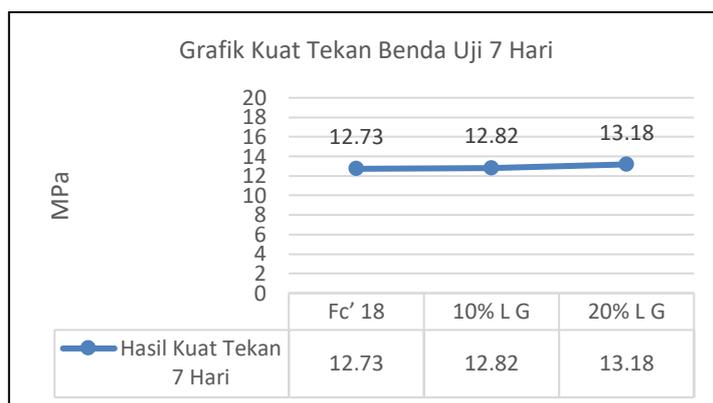
A : Luas penampang (mm²)

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji diumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan menggunakan alat uji tekan beton (Compression Testing Machine) dengan pembacaan pada alat menggunakan satuan kN dan tampilan digital. Diperoleh hasil didapat kuat tekan beton normal pada umur 7 hari sebesar 12,73 MPa. Beton dengan variasi limbah *gypsum* 10% sebagai *filler* didapat kuat tekan pada umur 7 hari sebesar 12,82 MPa. Beton dengan variasi limbah *gypsum* 20% sebagai *filler* didapat kuat tekan pada umur 7 hari sebesar 13,18 MPa.

Hasil Pengujian kuat tekan beton umur 7 hari dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



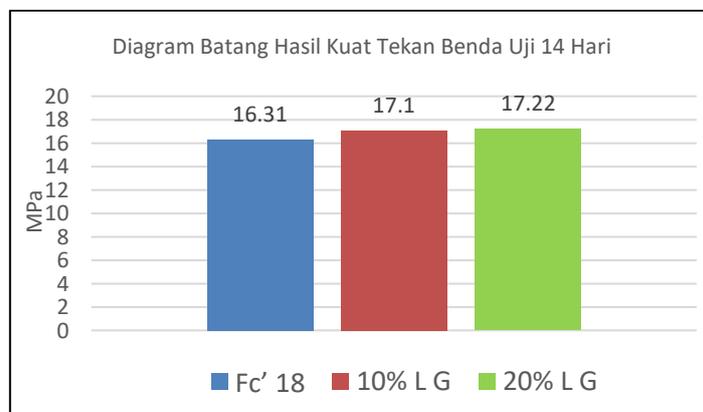
Gambar 2. Diagram Hasil Test Kuat Tekan Beton Pada Umur 7 Hari



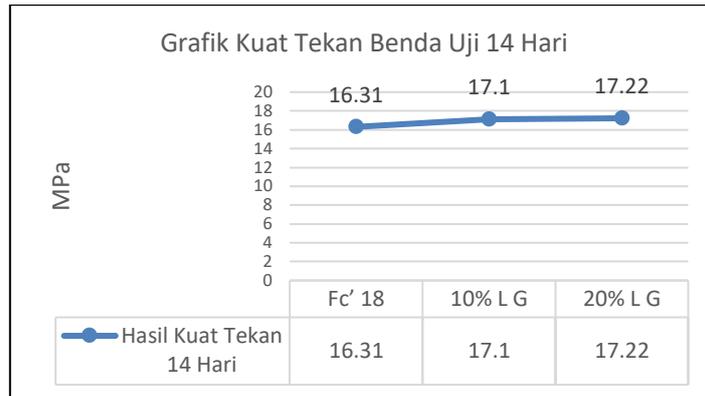
Gambar 3. Grafik Hasil Test Kuat Tekan Beton Pada Umur 7 Hari

Dari hasil penelitian, diperoleh hasil kuat tekan beton normal fc'18 pada umur 14 hari sebesar 16,31 MPa. Beton dengan variasi limbah *gypsum* 10% sebagai *filler* didapat kuat tekan pada umur 14 hari sebesar 17,10 MPa. Beton dengan variasi limbah *gypsum* 20% sebagai *filler* didapat kuat tekan pada umur 14 hari sebesar 17,22 MPa.

Hasil Pengujian kuat tekan beton umur 14 hari dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



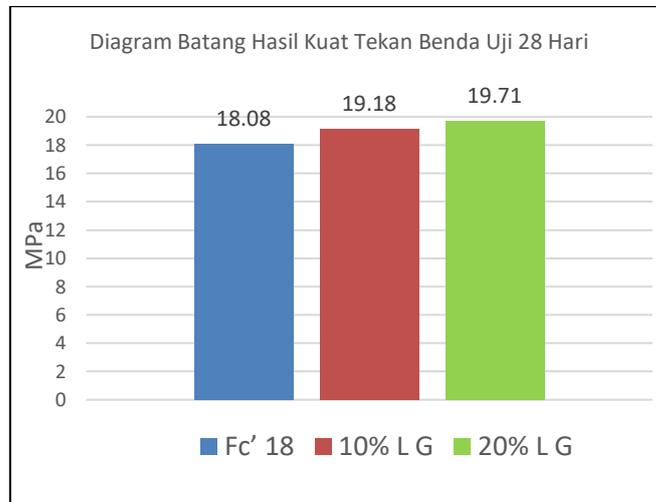
Gambar 4. Diagram Hasil Test Kuat Tekan Beton Pada Umur 14 Hari



Gambar 5. Grafik Hasil Test Kuat Tekan Beton Pada Umur 14 Hari

Dari hasil penelitian, diperoleh hasil didapat kuat tekan beton normal $f_c'18$ pada umur 28 hari sebesar 18,08 MPa. Beton dengan variasi limbah *gypsum* 10% sebagai *filler* didapat kuat tekan pada umur 14 hari sebesar 19,18 MPa. Beton dengan variasi limbah *gypsum* 20% sebagai *filler* didapat kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 19,71 MPa.

Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

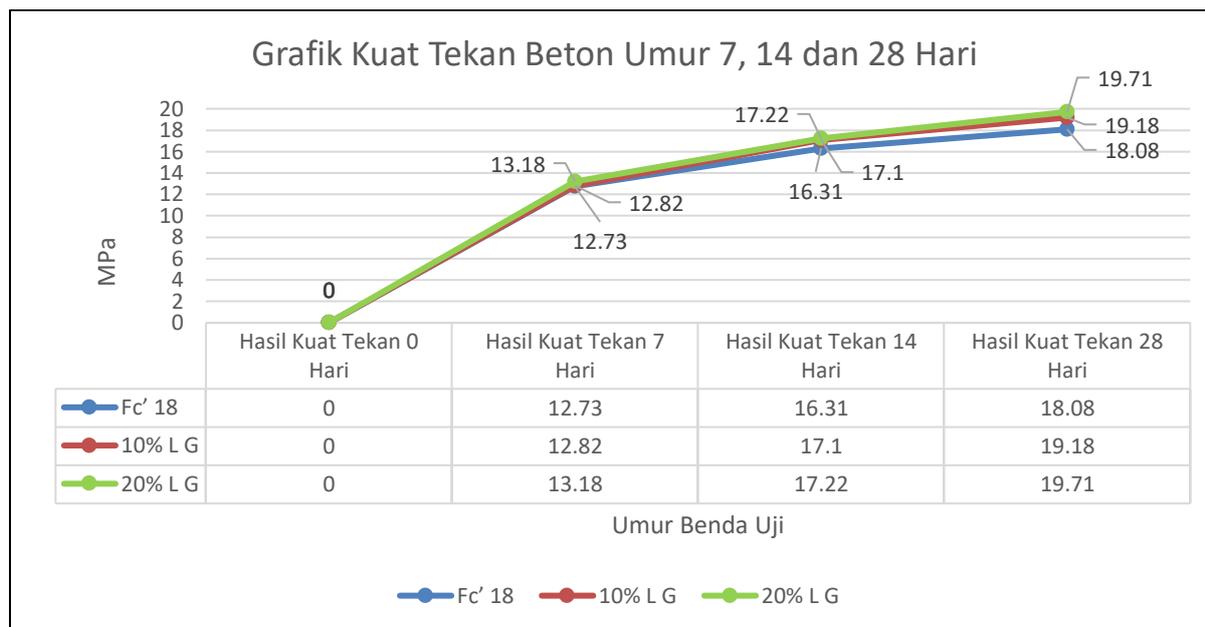


Gambar 6. Diagram Hasil Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari



Gambar 7. Grafik Hasil Test Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari

Hasil pengujian kuat tekan beton umur 7, 14 dan 28 hari dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 9. Grafik Hasil Test Kuat Tekan Beton Pada Umur 7, 14 dan 28 Hari

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Krisnadwipayana dan pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :1) Kuat tekan beton variasi dengan penambahan limbah gypsum lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal. Semakin tinggi persentase penambahan limbah gypsum yang digunakan, kuat tekan beton semakin naik. 2) Didapatkan hasil bahwa kuat tekan beton dengan dipelihara (curing time) dengan cara direndam dengan air ternyata mempunyai kekuatan dan akhir yang lebih tinggi dari pada dibiarkan di udara terbuka atau tanpa di-curing. Dimana kekuatan beton yang di-curing ternyata melebihi kekuatan tekan dari kekuatan tekan rencana awal. Sedangkan untuk beton yang tidak di-curing ternyata kekuatan tekan yang didapatkan kurang dari kekuatan tekan yang direncanakan. 3) Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton dapat dipengaruhi oleh variasi slump test dengan penambahan jumlah air. Semakin tinggi nilai slump maka kuat tekan beton semakin turun demikian pula sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tjokrodimuljo, K. Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 1992
- [2] SNI 2847:2013, Persyaratan Beton Structural Untuk Bangunan Gedung.
- [3] Tjokrodimuljo, K. Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 1992
- [4] Heru S, Lilis Z. I. Pengaruh Penambahan Limbah Sekam Padi Dan Serbuk Gypsum Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*. 2020; 01(01) :133–140.
- [5] Daniel Surgawi, Frans Phengkarsa, S. R. T. Pengaruh Sandblasting Dan Limbah Gypsum Sebagai Bahan Campuran Beton. *Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)*. 2022; 4(2): 234–241.
- [6] SNI 03-2834-2000. (n.d.). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.
- [7] SNI 1974:2011. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.
- [8] SNI 7656:2012. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. www.bsn.go.id
- [9] SNI 03-6820-2002, Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen.
- [10] SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
- [11] SNI 7656:2012, Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa.
- [12] SNI 0302:2014, Semen Portland Pozzoland.