

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GIPSUM TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Rafki Imani^{1*}), Widiawati Purba² dan Rainaldi S Nainggolan³

^{1,2,3}Universitas Putra Indonesia "YPTK" Padang, Jurusan Teknik Sipil, Jl. Raya Lubuk Begalung Padang, Sumatera Barat 25225.

^{*})e-mail : rafki_imani@upiypk.ac.id

ABSTRACT

Concrete is composed of three main constituent materials, namely cement, aggregate and water. The development of concrete technology in the trial of adding a mixture of materials continues to be done to achieve the desired strength and quality. In this experiment, the addition of gypsum waste was used as a concrete mixture to determine its effect on the compressive strength of concrete. The variation in the percentage of the addition of gypsum waste is 5%, 10%, and 15% with the age of treatment observed at 14 days and 28 days. The results showed that the normal compressive strength value at 14 days was 186.87 kg/cm², while with the addition of gypsum waste mixture the concrete compressive strength at 5%, 10% and 15% were obtained 178.45 kg respectively /cm², 101, 01 kg/cm², 70.71 kg/cm². Meanwhile the compressive strength value of normal concrete at 28 days is 164.44 kg/cm², and the compressive strength value of concrete after mixed with gypsum waste at 28 days is obtained 157.04 kg/cm², 88.89 kg/cm², 62.22 kg/cm². Based on the results it can be concluded that the addition of gypsum waste as a concrete mixture material can reduce the compressive strength values of normal concrete.

Keywords : Concrete, compressive strength, and gypsum waste.

ABSTRAK

Bahan beton terdiri dari semen, pasir, kerikil dan air. Perkembangan teknologi beton dalam uji coba penambahan bahan campuran terus dilakukan untuk mendapatkan kekuatan dan mutu beton yang diinginkan. Dalam penelitian ini, penambahan limbah gipsum dimaksudkan sebagai campuran beton untuk melihat pengaruhnya pada nilai kuat tekan beton. Variasi persentase penambahan limbah gipsum ini adalah sebesar 5%, 10%, dan 15% dengan umur perawatan diamati pada umur 14 hari dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton normal pada umur 14 hari diperoleh sebesar 186,87 kg/cm², sementara dengan penambahan campuran limbah gipsum nilai kuat tekan beton pada persentase 5%, 10% dan 15% secara berurutan diperoleh sebesar 178,45 kg/cm², 101, 01 kg/cm², 70,71 kg/cm². Sementara nilai kuat tekan beton normal pada umur 28 hari adalah sebesar 164,44 kg/cm², dan nilai kuat tekan beton setelah dicampur limbah gipsum pada umur 28 hari secara berurutan diperoleh sebesar 157,04 kg/cm², 88,89 kg/cm², 62,22 kg/cm². Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penambahan limbah gipsum sebagai bahan campuran beton dapat mengurangi nilai kuat tekan beton dibandingkan dengan kuat tekan beton normal.

Kata kunci : Beton, kuat tekan dan limbah gipsum.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah sebagai bahan bangunan alternatif telah menjadi cara yang populer untuk mengatasi masalah lingkungan di sebagian besar negara berkembang [1]. Teknologi beton sebagai bahan utama bangunan terus berkembang untuk memperoleh mutu bangunan yang baik. Selain sebagai

bahan utama bangunan, beton juga digunakan sebagai bahan untuk jalan dan jembatan. Hal ini mengakibatkan kebutuhan terhadap beton akan selalu meningkat, sehingga perencanaan beton harus memenuhi syarat standar mutu dan ketentuan kuat tekan beton. Dalam hal ini, diperlukan suatu rancangan khusus untuk merekayasa suatu campuran beton

agar mutu beton dapat terjaga dengan baik.

Kemajuan teknologi beton saat ini mendorong berbagai penelitian sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Teknologi bahan dan teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi masalah-masalah yang sering terjadi pada saat pengerjaan di lapangan.

Adanya tuntutan waktu terhadap pelaksanaan proyek sering sekali memaksa agar beton dapat menunjukkan kinerja optimalnya untuk lebih cepat dari waktu yang dibutuhkan beton normal. Oleh karena itu diperlukan suatu bahan tambahan yang dapat membantu beton meningkatkan kinerjanya dalam waktu yang singkat [2].

Sehubungan dengan fakta di atas, dalam penelitian ini bahan limbah gipsium dari sisa hasil industri pembuatan profil gipsium dan sebagai hiasan bangunan, digunakan sebagai campuran beton.

Berdasarkan dugaan diketahui bahwa gipsium merupakan jenis mineral dengan kadar kalsium yang tinggi [3]. Untuk menjawab dugaan tersebut, penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat mutu beton dengan penambahan limbah gipsium, serta membantu memanfaatkan limbah secara efektif. Metode penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan mutu beton yang diinginkan dari penambahan limbah gipsium adalah pengujian kuat tekan beton di Laboratorium Beton Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang dengan alat uji tekan *Compression Testing Machine*.

DASAR TEORI

Bahan Gipsium

Gipsium termasuk bahan mineral yang didominasi dengan kadar kalsium yang tinggi, dan yang paling umum ditemukan adalah kalsium jenis sulfat dengan ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) [3]. Papan gipsium adalah papan yang terbuat dari serbuk gipsium dengan serat dan campuran lainnya yang sering digunakan untuk plafon, dinding dan konstruksi lainnya [4].

Pengembangan Teknologi Beton

Saat ini teknologi beton semakin berkembang, terutama beton bertulang seperti beton ringan, beton serat, beton mutu tinggi, dan beton dengan teknologi nano [5].

Berdasarkan SNI-030-2847-2002, beton merupakan campuran dari semen portland, pasir, kerikil dan air, baik menggunakan bahan tambahan ataupun tidak, yang membentuk massa padat beton dan tersusun dari agregat kasar dan agregat halus [6].

Bahan Pembentuk Beton

1. Semen Portland

Semen portland adalah semen hidraulik yang mengeras saat dicampur dengan air [5]. Semen Portland mengandung kalsium silika hidraulik, atau biasanya mengandung satu atau lebih kalsium sulfat sebagai hasil penggilingan tambahan (ASTM C150) [7].

2. Agregat

Agregat umumnya berfungsi sebagai bahan pengisi beton yang melekat dengan bantuan pasta semen. Bahan Agregat terdiri dari agregat kasar dan agregat halus [5]. Karakteristik agregat terdiri dari porositas, gradasi dan ukuran, mampu menyerap, tekstur permukaan, kuat pecah, memiliki modulus elastisitas, dan terdiri dari zat-zat yang dapat merusak beton.

Menurut volumenya, agregat dapat dibedakan dengan berat volume, asalnya, dan berat jenisnya. Menurut berat volumenya, agregat terdiri dapat sebagai pasir dan kerikil, agregat ringan, dan agregat berat. Pasir dan kerikil adalah agregat yang memiliki berat volume 1520-1680 kg/m³, agregat ringan memiliki berat volume kecil dari 1120 kg/m³, dan agregat berat mempunyai berat volume besar dari 2080 kg/m³.

3. Air

Air memiliki kontribusi besar dalam pembentukan beton, yang dapat bereaksi kimia dengan semen [5]. Jenis air yang sesuai sebagai campuran beton adalah air dengan standar air mineral, akan tetapi tidak semua jenis air dengan standar ini juga memberikan hasil yang baik sebagai campuran beton.

4. Bahan Tambahan

Terdapat perbedaan mendasar antara terminologi bahan tambah (*admixture*) dan aditif (*additive*). Bahan tambah sebagai material selain air, agregat, semen hidraulik, maupun perkuatan serat, yang digunakan sebagai bahan penyusun beton dan ditambahkan ke dalam campuran sebelum dan selama pencampuran. Sementara zat aditif yaitu bahan yang ditambahkan ketika penggilingan klinker semen di pabrik berlangsung (ASTM C125) [7].

Inovasi bahan tambah pengurang air (*water-reducing admixture*) merupakan bahan tambah yang terbuat dari material organik yang larut dalam air. Jenis ini mengurangi jumlah air yang diperlukan untuk mencapai konsistensi tertentu atau tingkat kemudahan pengerjaan tertentu, misalnya *plasticizer*. Sedangkan bahan tambahan yang bersifat sebagai pengurang air (*water-reducing admixture*) dengan kinerja tinggi dinamakan dengan *superplasticizer*.

Sifat-sifat Beton

Beton dengan mutu yang baik adalah beton dengan kuat tekan tinggi, kuat tarik tinggi, kuat lekat tinggi, bersifat rapat air, tahan keausan, tahan terhadap cuaca, tahan terhadap zat kimia, memiliki daya susut rendah, serta medan elastisitas yang tinggi [8]. Untuk mendapatkan mutu beton yang tinggi, perlu kiranya diketahui sifat-sifat beton, agar sesuai dengan standar konstruksi yang diharapkan.

Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan tarik maupun tekan dan regangan. Besar dan karakteristik modulus elastisitas ini bergantung pada umur beton, sifat-sifat agregat dan semen, besar pembebanan, serta ukuran dari benda uji.

Kemampuan Durabilitas Beton

Berdasarkan ACI-Committee Tahun 2001, Durabilitas adalah beton dengan campuran semen yang berfungsi untuk menahan cuaca, abrasi, serta proses pengrusakan lainnya; sehingga beton akan mempertahankan bentuk asli, kualitas, dan daya layannya saat berada di lingkungan terbuka [5].

Kekuatan Tekan Campuran Beton

Kekuatan tekan beton merupakan kemampuan beton dalam menerima gaya tekan yang dikenakan pada penampangnya. Berdasarkan beban runtuh yang dialami oleh benda uji, kuat tekan beton struktural dapat dihitung berdasarkan:

$$P = \frac{F}{A} \quad \dots (1)$$

dimana F adalah kuat tekan (kg/cm²), P adalah beban yang dikenakan pada benda uji (kg), dan A merupakan luas bidang tekan pada penampang benda uji (cm²).

Faktor air semen

Faktor air semen adalah perbandingan berat air dengan berat semen dalam campuran beton. Dalam hal ini, kekuatan dan kemudahan pengerjaan campuran beton dipengaruhi oleh jumlah air campuran yang digunakan. Untuk perbandingan bahan pencampur beton tertentu diperlukan air tertentu juga untuk kekuatan beton maksimum. Sementara jumlah air yang banyak atau kurang dari jumlah tertentu akan menghasilkan kekuatan beton yang lebih rendah.

Umur beton

Kekuatan beton (kuat tekan, kuat tarik, kuat lekat) bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksudkan umur disini sejak beton dibuat. Kenaikan kekuatan beton tersebut mula-mula cepat, akan tetapi lama kelamaan kekuatan itu akan menjadi lambat. Oleh karena itu sebagai standart kekuatan beton dipakai kekuatan beton dipakai 28 hari. Bila karena sesuatu hal yang diinginkan untuk mengetahui kekuatan beton yang kurang dari 28 hari, dapat dilakukan dengan menguji kekuatan beton dengan umur 3 hari misalnya dan hasilnya dikalikan dengan faktor tertentu untuk mendapatkan perkiraan kuat tekan beton umur 28 hari.

SlumpTest (Uji Slump)

Uji *slump* dilakukan guna mengukur kecairan atau kepadatan campuran beton. [8]. Alat uji *slump* ini menggunakan peralatan yang berbentuk kerucut berdiameter lubang atas 10 cm, diameter lubang bawah 20 cm, tinggi 30 cm dan dilengkapi dengan tuas pengangkat adukan beton segar, serta tongkat pemadat yang berdiameter 1,6 cm dengan panjang 60 cm.

Nilai uji *slump* ini bergantung kepada faktor air semen. Semakin tinggi alat uji slump, maka nilai *slump* yang diperoleh

juga akan semakin tinggi. Semakin besar nilai uji *slump* artinya adukan beton semakin mudah dikerjakan. Nilai *slump* yang diperoleh merupakan ukuran keenceran adukan. Umumnya nilai *slump* berkisar antara 75 mm hingga 100 mm, namun pada campuran beton yang agak padat, nilai uji *slump* dapat mencapai 50 mm. Untuk perhitungan nilai rata-rata uji *slump* dihitung berdasarkan:

$$\frac{T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n}{n} \quad \dots (2)$$

dengan T adalah tipe pengujian yang dilakukan dan $1,2,3,\dots,n$ adalah banyaknya jumlah pengujian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimen sebagai pengembangan teknologi beton. Penambahan bahan gipsum sebagai bahan campuran beton dilakukan untuk melihat pengaruhnya terhadap kuat tekan beton normal. Persentase bahan gipsum divariasikan dengan 5%, 10%, 15%, dan dikerjakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Putra Indonesia "YPTK" Padang, Sumatera Barat.

Bahan-bahan yang dipakai dalam eksperimen ini adalah semen dengan merek Tiga Roda, kerikil atau agregat kasar berupa batu pecah (*split*), agregat halus berupa pasir, air dan limbah gipsum. Peralatan yang digunakan adalah satu set saringan, cawan, batang penusuk, timbangan, tabung Kerucut Abrams, palu karet, cetakan persegi, mesin pengaduk beton (*concrete mixer*), bak perendam, drum, sendok semen, dan sebuah mesin uji kuat tekan beton.

Benda Uji

Sebelum benda uji dibuat ada beberapa tahap pengujian benda uji yang harus dilakukan, antara lain:

1. Penentuan berat jenis semen
2. Penentuan kekonsistenan semen
3. Kadar lumpur agregat halus dan kasar
4. Uji massa jenis *Surface Saturated Dry* berupa agregat halus dan kasar.
5. Analisa sistem saringan.

Pembuatan Benda Uji

Bentuk benda uji yang dibuat adalah benda berbentuk kubus dengan dimensi ($150 \times 150 \times 150$) mm³ sebanyak tiga sampel uji dengan campuran yang berbeda-beda untuk setiap campuran. Pembuatan benda uji ini dilakukan setelah berat jenis SSD dari semen, agregat halus dan agregat kasar diperoleh, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan *Job Mix Formula* pembuatan adukan K-250 dengan SNI 2002. Kemudian menimbang campuran beton dari semen, air, pasir, dan kerikil dengan berat yang telah direncanakan, dimana
 - a. Semen : 11,78 kg
 - b. Air : 7,217 kg
 - c. Agregat halus : 31,70 kg
 - d. Agregat kasar : 48,81 kg
2. menyiapkan cetakan beton ukuran ($150 \times 150 \times 150$) mm³ dan peralatan lainnya,
3. pengadukan bahan-bahan material menggunakan mesin molen,
4. lakukan uji *slump*, dan
5. membuat benda uji berdasarkan hasil perhitungan proporsi campuran sebanyak 24 buah benda uji.

Perawatan Benda Uji

Proses perawatan benda uji beton K-250 dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam bak air selama 14 hari dan 28 hari.

Pengujian Benda Uji

Proses pengujian benda uji beton dilakukan setelah dilakukan proses perawatan yang dilakukan selama 14

hari dan 28 hari, kemudian dilakukan uji kuat tekan dari benda uji beton tersebut.

HASIL dan PEMBAHASAN

Proses Pembuatan Benda Uji

Beton adalah bahan bangunan yang terbentuk dari campuran semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil) dan air. Setelah semua bahan tersebut dicampur merata, maka akan menghasilkan campuran plastis (antara cair dan padat) yang dapat dituangkan ke dalam cetakan benda uji, dan membentuknya sesuai keinginan setelah campuran beton menjadi padat atau keras.

Proses selanjutnya adalah melakukan pengadukan. Pengadukan beton dilakukan hingga warnanya merata, kelecakan stabil (tidak cair dan tidak padat), dan homogen. Pembuatan benda uji pada penelitian ini diperlukan campuran bahan seperti yang ditampilkan dalam Tabel 1, dan campuran di lapangan seperti yang ditampilkan pada Tabel 2 yang ada di akhir artikel ini.

Proses Pengerjaan

Setelah didapatkan semua data dan bahan yang dibutuhkan untuk perencanaan campuran beton sesuai dengan yang diperlukan, maka pekerjaan yang akan dilakukan selanjutnya yaitu pembuatan sampel beton sebanyak 12 sampel, dengan menggunakan cetakan kubus ($15 \times 15 \times 15$) cm³. Tahapan-tahapan pengerjaannya adalah:

- a. **Mempersiapkan bahan.** Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan bahan uji beton sebanyak 12 sampel, yaitu semen, pasir, kerikil, air, serta limbah gipsum yang telah dihancurkan sebagai bahan tambahannya. Bahan-bahan tersebut pertama sekali ditimbang dulu dengan volume yang ditetapkan sesuai

dengan kebutuhan. Pengadukan beton menggunakan mesin molen, untuk mendapatkan hasil adukan merata dan lebih baik. Gambar 1 dan Gambar 2 adalah bahan-bahan yang digunakan serta mesin molen. Setelah adukan beton tercampur merata, kemudian dituangkan langsung ke dalam cetakan persegi yang sudah disediakan.

- b. Pengujian *Slump*.** Uji *slump* dilakukan guna mendapatkan tingkat kelecakan adukan beton serta untuk menentukan tingkat *workability* dari campuran beton segar sehingga diketahui apakah campuran beton kekurangan, kelebihan atau memiliki air yang cukup. Peralatan uji *slump* dapat dilihat seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.

Pertama, corong baja ditempatkan rata dan kedap air, dengan posisi diameter besar di bawah dan kecil di atas. Adukan beton dimasukkan ke dalam alat tersebut sebanyak 1/3 dari volume corong dan yang ditahan agar tidak bergerak, lalu ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali menggunakan tongkat baja.

Kerjakan secara berulang hingga adukan ketiga selesai lalu adukan beton diratakan dengan permukaan corong, tunggu selama 60 detik kemudian tarik lurus ke atas, kemudian diukur tingkat penurunan adukannya, seperti Gambar 4. Perhatikan campuran airnya, karena kalau campuran beton terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, serta pengeringannya juga lama. Se,entara campuran beton yang terlalu kering, menyebabkan adukan sukar dicetak dan campuran juga tidak merata.

Hasil uji *slump* untuk pengadukan 3 bahan uji beton normal (0%) diperoleh nilai uji rata-rata sebesar 11,75 cm, campuran 5 % nilai rata-

rata sebesar 11,75 cm, campuran 10 % adalah 12,5 cm, serta campuran 15 % diperoleh sebesar 11,75 cm.

- c. Perawatan Benda Uji.** Setelah campuran beton dimasukkan kedalam cetakan kubus ukuran (15×15×15) mm³ (Gambar 4), beton dibiarkan dalam cetakan selama 24 jam dan sudah mengeras (Gambar 5), beton dibuka dari cetakan tersebut. Untuk perawatan beton dimasukkan ke dalam bak air tanpa arus air yang mengalir hingga batas waktu yang telah ditentukan, seperti Gambar 6.

- d. Kuat Tekan Beton.** Pertama, dibuat benda uji berupa kubus beton dengan ukuran 150x150x150 mm³, lalu benda uji ditekan dengan mesin uji tekan hingga pecah (Gambar 8). Berdasarkan hasil uji kuat tekan diperoleh, dimana beton normal 0 %, umur 14 hari diperoleh nilai kuat tekan adalah 186,87 kg/cm², dan umur 28 hari adalah 164,44 kg/cm². Beton dengan campuran limbah gipsum 5% diperoleh kuat tekan sebesar 178,45 kg/cm² untuk umur 14 hari dan kuat tekan pada umur 28 hari diperoleh kuat tekan sebesar 157,04 kg/cm². Beton dengan campuran limbah gipsum 10 %, kuat tekan pada umur 14 hari adalah 101,01 kg/cm², dan pada umur 28 hari adalah 88,89 kg/cm². Sedangkan untuk campuran limbah gipsum 15 % diperoleh kuat tekan pada umur 14 hari adalah 70,71 kg/cm², dan kuat tekan pada umur 28 hari adalah 62,22 kg/cm². Hasil uji kuat tekan selengkapnya seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.

Perbandingan Nilai Uji Tekan Beton dan Variasi Campuran Limbah Gypsum

Penambahan limbah gipsum ke dalam adukan beton tidak mengurangi nilai *slump*, karena limbah gipsum sebagai bahan tambahan tidak mengandung air. Penelitian ini dilakukan untuk

mengetahui mutu beton normal dan variasi campuran limbah gypsum, dimana persentase penambahan campuran limbah gypsum adalah 5%, 10% dan 15% dari agregat halus (Tabel 4).

Berdasarkan grafik pada Gambar 9 di bawah, terlihat adanya pengurangan nilai kuat tekan beton, dimana nilai kuat tekan beton normal (0%) umur 14 hari diperoleh sebesar 186,87 kg/cm², dan umur 28 hari sebesar 164,44 kg/cm², sedangkan pada campuran 5 % limbah gypsum terhadap campuran beton didapatkan nilai kuat tekan untuk umur 14 hari sebesar 178,45 kg/cm², dan umur 28 hari sebesar 157,04 kg/cm².

Pada campuran 10 % limbah gypsum terhadap adukan beton didapatkan nilai kuat tekan pada umur 14 hari sebesar 101,01 kg/cm², dan umur 28 hari sebesar 88,89 kg/cm², serta campuran 15% diperoleh nilai kuat tekan untuk umur 14 hari sebesar 70,71 kg/cm², dan umur 28 hari sebesar 62,22 kg/cm². Berdasarkan hasil di atas, pada penambahan limbah gypsum dengan persentase 5%, 10%, dan 15% terhadap campuran beton tidak mengalami penambahan nilai kuat tekan beton.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa penambahan campuran limbah gypsum pada beton normal ternyata dapat menurunkan nilai kuat tekan beton. Semakin banyak limbah gypsum yang ditambahkan, maka nilai kuat tekannya semakin menurun. Hal ini terjadi karena limbah gypsum tidak dapat menyatu dengan bahan campuran beton normal, yang menyebabkan terbentuknya pori-pori pada cetakan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sugianto., Rahmawati, A., Nugroho, I. 2017. Studi Eksperimen Penambahan Campuran Abu Ampas Tebu dan Bambu Pada Kuat Lekat Beton. Universitas Sebelas Maret.
- [2] Sitorus, L.R., Sitorus, T. (2018). Analisis Kuat Tekan terhadap Umur Beton dengan Menggunakan *Admixture Superplasticizer Viscocrete* – 3115 N. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara.
- [3] Maryati., Apriyanti, Y. (2016). Analisis Perbandingan Penggunaan Limbah Gypsum dengan Semen sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung. Universitas Bangka Belitung.
- [4] Pratama, Ridho., Dirhamsyah, M., Nurhaida. 2019. Sifat Fisik dan Mekanik Papan Gypsum dari Limbah Kayu Akasia (*Acacia Mangium Willd*) Berdasarkan Kadar Gypsum dan Ukuran Serbuk Kayu. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- [5] Susilorini, Retno., Sambowo, K.A. (2011). Teknologi Beton Lanjutan. Semarang.
- [6] Standar Nasional Indonesia. SNI-0302847-2002, Tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Bandung, Indonesia.
- [7] Dudley, C.B. ASTM International. West Conshohocken, Pennsylvania, United States.
- [8] Suryadi, D.P. (2019). Bahan Konstruksi Teknik. Universitas Gunadarma. Jakarta.
- [9] Alfredo, Maerchin. (2012). Studi Kuat Tekan Beton Normal Mutu Sedang dengan Campuran Abu Sekam Padi (RHA) dan Limbah Adukan Beton (CSW). Universitas Indonesia.

Tabel 1. Komposisi campuran beton normal.

Rencana Pembuatan Beton		Kebutuhan Bahan Dasar Beton			
Volume (m ³)	Berat (Kg)	Air (Kg)	Semen (Kg)	Agr Halus (kg)	Agr. Kasar (Kg)
1	2152	170	283	674	1025
Campuran dalam 1 cetakan		0,57375	0,955125	2	3
Kebutuhan untuk 12 Kubus Beton		6,885	11,4615	24	36

Tabel 2. Komposisi campuran penelitian di lapangan.

Persentase penambahan limbah gipsum (%)	Jumlah sampel	Slump (cm ²)	Air (kg)	Pasir (kg)	Semen (kg)	Kerikil (kg)	Limbah Gypsum (kg)
0%	3	14	2,1	4,5	4,9	11,6	0
5%	3	14	2,1	4,5	4,9	11,6	0,3
10%	3	14	2,1	4,5	4,9	11,6	0,5
15%	3	14	2,1	4,5	4,9	11,6	0,7
Total							1,5

Tabel 3. Hasil uji kuat tekan beton untuk campuran 0 %, 5 %, 10 % dan 15 %.

Sampel	Tanggal		Slump (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Berat Benda Uji (kg)	Kuat Tekan (σ)		
	Dibuat	Diuji				14 hari (kN)	14 hari (kg/cm ²)	28 hari (kg/cm ²)
0 %	19/12/2019	02/01/2020	11,75	225	7,3	390	196,97	173,33
					7,4	410	207,07	182,22
					7,3	310	156,57	137,78
					Rata-rata	7,3	370	186,87
5 %	20/12/2019	03/01/2020	11,75	225	7,4	350	176,77	155,56
					7,4	360	181,82	160,00
					7,5	350	176,77	155,56
					Rata-rata	7,4	353,33	178,45
10 %	21/12/2019	04/01/2020	12,50	225	7,6	180	90,91	80,00
					7,8	220	111,11	97,78
					7,7	200	101,01	88,89
					Rata-rata	7,7	200	101,01
15 %	23/12/2019	06/01/2020	11,75	225	8,4	150	75,76	66,67
					8,2	140	70,71	62,22
					8,3	130	65,66	57,78
					Rata-rata	8,3	140	70,71

Tabel 4. Perbandingan kuat tekan beton untuk umur 14 hari dan 28 hari pada masing-masing campuran beton.

No	Persentase Penambahan Limbah Gypsum	Kuat Tekan Umur 14 hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan Umur 28 hari (kg/cm ²)
1	Normal	186,87	164,44
2	5%	178,45	157,04
3	10%	101,01	88,89
4	15%	70,71	62,22



Gambar 1. Bahan pembuatan benda uji beton



Gambar 2. Mesin molen.



Gambar 3. Kerucut *slump* Abrams.



Gambar 4. Pengukuran *slump*.



Gambar 5. Beton dalam cetakan.



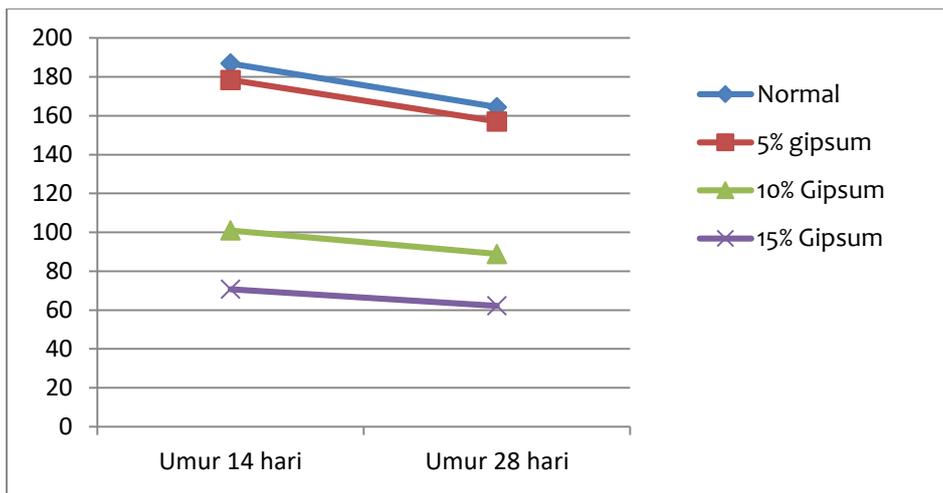
Gambar 6. Beton setelah diangkat dari bak air.



Gambar 7. *Compressive Stregth Machine.*



Gambar 8. *Pengujian kuat tekan beton.*



Gambar 9. Perbandingan kuat tekan rata-rata umur 14 hari dan 28 hari.