

# **PENGARUH SERBUK GERGAJI KAYU SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN DAN BAHAN TAMBAH 0,6% BESTMITTEL TERHADAP KARAKTERISTIK BETON**

Nugroho Indra Wibowo<sup>1</sup>, Sarwidi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email:nugrohoindra789@gmail.com

<sup>2</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 13511220@staff.uui.ac.id

**Abstract** *As the knowledge of concrete technology grows, more innovations are being made to adding mixture of normal concrete proportions with additive and using partial substitutions material of. This study aims to know the optimal compressive strength value of concrete with addition of Bestmittel and sawdust ash as partial substitutes of cement at time of 14 and 28 days. This study is using the addition of Bestmittel 0,6% of cement and variants of sawdust ash as substitutes of cement by 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%. This study analyse the compressive strength of concrete with concrete cylinder object testing in diameter of 15 cm and height of 30 cm. The methods of mixed concrete planning is according to SNI-03-2843-2000 standard with specified compressive strength of 25 Mpa. Compressive strength of normal concrete in time of 14 and 28 days was 22,832 MPa and 25,344 MPa. Meanwhile in time of 28 days, compressive strength with 0,6% Bestmittel was rise by 2,23% from the normal one which was 25,909 MPa. The highest compressive strength was found in specimen added Bestmittel 0,6% of cement and 5% sawdust ash as partial substitution of cement in which were 24,262 MPa and 27,668 MPa. In other variation which were added by 0,6% Bestmittel and 10%, 15%, 20% sawdust ash as partial substitution of cement there was reduction of compressive strength by 8,77%; 28,2%; and 40,86% which were 23,131 MPa; 18,198 MPa; dan 14,99 MPa. but the addition of Bestmittel can increase the compressive strength of concrete. The partial substitutions of cement with sawdust as can increase the compressive strength of concrete but with certain amount.*

**Keywords:** *The compressive strength of concrete, Volume weight, Workability, Water absorbtion, Bestmittel, Sawdust ash*

## **1. PENDAHULUAN**

Pembangunan konstruksi di Indonesia meningkat dengan sangat cepat khususnya di daerah perkotaan. Salah satu bangunan konstruksi yang sering ditemui adalah bangunan gedung. Bangunan gedung mayoritas menggunakan konstruksi beton. Menurut Ferguson (1986), beton adalah suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen *portland* dan air. Pasta itu mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat. Setelah beton segar dituangkan, beton akan mengeras karena adanya reaksi eksotermis antara semen dan air yang

membentuk suatu bahan struktur padat dan tahan lama.

Beton dinilai lebih murah daripada konstruksi lainnya. Selain itu beton juga memiliki beberapa keunggulan diantaranya memiliki kuat tekan tinggi, tahan api, tahan terhadap perubahan cuaca, serta dalam pengerjaannya relatif lebih mudah.

Meskipun memiliki banyak kelebihan, bukan berarti beton tidak memiliki kekurangan. Beton memiliki sifat yang getas dan tegangan tariknya kecil, sehingga tidak mampu menahan gaya tarik. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan

dan teknologi, banyak peneliti yang melakukan penelitian untuk memperbaiki sifat-sifat beton dari segi kekuatan, daya tahan, dan tingkat *workability*-nya. Salah satu cara untuk meningkatkan mutu beton adalah dengan memberikan bahan tambah baik itu bahan tambah mineral ataupun bahan tambah kimia.

Penambahan bahan kimia pada campuran beton bertujuan untuk merubah atau memodifikasi sifat-sifat bahan penyusunnya sehingga dapat memberikan peningkatan mutu beton. Salah satu bahan tambah yang biasa digunakan sebagai adalah *Bestmittel*. Dengan penambahan zat ini beton akan cepat mengeras pada usia awal, yaitu pada usia beton 7 - 10 hari dan meningkatkan kekuatan beton hingga 5 % - 10%. Selain itu *Bestmittel* juga dapat mengurangi penggunaan air sehingga meningkatkan kekuatan beton.

Selain penggunaan bahan tambah kimia, cara lain untuk meningkatkan mutu beton adalah dengan mensubstitusikan semen dengan bahan substitusi. Salah satunya adalah dengan menggunakan serbuk gergaji kayu. Pada pelaksanaan proyek sering kali terdapat limbah serbuk gergaji kayu sisa pembuatan bekisting. Serbuk gergaji kayu ini jika tercampur dengan campuran beton tentu akan mempengaruhi kualitas beton. Limbah tersebut biasanya dibiarkan begitu saja, atau terkadang dibakar. Sampai saat ini pengolahan serbuk gergaji kayu masih belum optimal. Menurut Susanto (1998), kayu memiliki kadar selulosa yang sangat tinggi yaitu sekitar 70%. Selain itu kayu juga mengandung kadar hemiselulosa dan juga lignin dalam jumlah sekitar 15 - 30% berat kering bahan. Kandungan yang terdapat pada kayu apabila ditambahkan pada campuran beton akan terserap pada permukaan partikel dan memberikan daya ikat antar partikel akibat sifat adhesinya, serta menghambat difusi air dalam material dengan sifat hidrofobik yang dimilikinya. Selain itu serbuk gergaji kayu juga bersifat higroskopis atau mudah menyerap air. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif lebih tidak tembus air.

Pada penelitian ini, penulis mencoba untuk mengetahui kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah 0,6% *Bestmittel* dan serbuk gergaji kayu sebagai pengganti sebagian semen dengan kadar penambahan yang bervariasi.

## 2. STUDI PUSTAKA

Penelitian terdahulu sangat penting untuk membantu dalam pembuatan Tugas Akhir. Penelitian terdahulu terdapat hasil penelitian yang dapat dijadikan patokan untuk pengerjaan Tugas Akhir. Penelitian tersebut diantaranya adalah oleh Siswadi dkk. (2007); Putra dkk. (2007); dan Saifuddin dkk. (2014). Rangkuman penelitian penelitian tersebut adalah sebagai berikut.

### 1. Penelitian Siswadi dkk. (2007).

Penelitian Siswadi dkk. (2007) bertujuan untuk mengetahui persentase optimum penggunaan bahan tambah berupa serbuk kayu sisa penggergajian sehingga didapat hasil kuat desak beton yang maksimal. Sisa penggergajian kayu yang digunakan berupa serat dengan ukuran yang relatif kecil (2 sampai dengan 5 mm). Variasi penambahan serbuk kayu pada campuran adukan beton sebesar 0 kg/m<sup>3</sup>, 0,5 kg/m<sup>3</sup>, dan 1 kg/m<sup>3</sup>. Adukan beton yang digunakan untuk pembuatan silinder beton, direncanakan sedemikian rupa kebutuhan bahan susunnya, sehingga dapat mencapai kuat desak yang direncanakan. Faktor air semen yang digunakan sebesar 0,45. Penambahan serat/fiber berupa serbuk kayu sebanyak 0,5 kg/m<sup>3</sup> dan 1 kg/m<sup>3</sup> ke adukan beton, menurunkan tingkat *workability*. Hal ini tampak dari nilai slump yang menurun dan nilai *VB-Time* yang meningkat, meskipun memenuhi syarat bahwa beton masih dalam taraf mudah dikerjakan. Kuat desak tertinggi dicapai oleh beton dengan penambahan serbuk kayu sebesar 1 kg/m<sup>3</sup>, di mana dicapai nilai kuat desak sebesar 27,100 MPa atau terjadi peningkatan sebesar 3,10 % dibandingkan dengan beton normal, yang memiliki kuat desak 26,293 MPa.

2. Penelitian Putra dkk. (2007).

Penelitian Putra dkk. (2007) menggunakan variasi substitusi serbuk kayu yang digunakan adalah 0%, 2,5%, 5%, dan 10%. Benda uji berupa kubus 15 cm x 15 cm dengan Mutu Beton K-250 dan kuat tekan rencana 20 Mpa. Hasil penelitian selama 28 hari, menunjukkan bahwa kuat tekan, dan berat beton mengalami penurunan dengan bertambahnya persentase serbuk kayu yang ditambahkan pada campuran beton. Adapun penurunan berat beton rata-rata sebesar 2.08%, 3.61%, dan 8.47% dari beton normal. Sedangkan untuk nilai kuat tekan mengalami penurunan sebesar 4.2%, 16.3%, dan 48.2% dari beton normal.

3. Penelitian Saifuddin dkk. (2014).

Saifuddin dkk. (2014) melakukan perencanaan adukan beton dengan menggunakan butir maksimum agregat kasar 50 mm, agregat halus 20 mm, faktor air semen 0,55, semen yang digunakan 325 Kg/m<sup>3</sup>, berat beton yang diambil 2380 Kg/m<sup>3</sup> dan penambahan serbuk kayu sebanyak 5 gr/kubus menunjukkan penurunan tingkat *workability* yaitu 4 - 2,3 cm. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapat berat jenis bulk 2,18 Kg, berat beton kering permukaan jenuh sebesar 2,18 Kg, berat jenis semu 2,23 Kg dan penyerapan (*absorbtion*) sebesar 1,05%. Kuat tekan beton meningkat setelah penambahan campuran serbuk kayu sebanyak 5 gr/kubus yaitu sebesar 138,90 Kg/cm<sup>2</sup>, terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 1,08% yaitu menjadi 127,78 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan tersebut, tujuan dari penelitian pada beton uji setelah penambahan 0,6% *Bestmittel* dan variasi serbuk gergaji kayu sebagai substitusi sebagian semen adalah untuk mengetahui:

1. nilai kuat tekan optimum beton uji pada umur beton 14 dan 28 hari, dan
2. karakteristik berat volume beton., *workability*, dan daya serap air.

## 4. LANDASAN TEORI

### 4.1 Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen *portland* atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (Nawy, 1985). Sedangkan menurut Dipohusodo (1999), beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, atau bahan semacam lainnya dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung.

Beton yang sudah mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), dan pori-pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama (Tjokrodimulyo, 1996).

Membuat beton yang harus memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton segar yang baik dan menghasilkan beton keras yang baik pula. Beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi pemisahan kerikil dari adukan maupun pemisahan air dan semen dari adukan. Beton keras yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan kembang susutnya kecil (Tjokrodimulyo, 1996).

## 4.2 Bahan Penyusun Beton

Beton tersusun dari bahan aktif dan bahan pasif. Bahan aktif adalah bahan yang memiliki daya ikat/ perekat. Bahan aktif yang dimaksud adalah semen dan air. Sedangkan yang dimaksud dengan bahan pasif yaitu agregat halus dan agregat kasar. Semen merupakan bahan ikat yang penting. Ketika semen bereaksi dengan air akan terbentuk adukan pasta semen, sedangkan jika ditambahkan dengan air kemudian ditambah pasir menjadi mortar dan jika ditambah dengan kerikil atau batu pecah disebut beton (Tjokrodimuljo, 2007).

### 4.2.1 Semen *Portland*

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 15-2049-2004, semen *Portland* adalah semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*Clinker portland*) terutama yang terdiri dari kalsium silikat ( $x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (*Mineral in component*).

### 4.2.2 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat, dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air. Air yang berlebihan akan menimbulkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu 90 % jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar atau suling (SNI 7974: 2013). Sedangkan menurut Tjokrodimuljo (1996), air diperlukan pada pembentukan semen yang berpengaruh terhadap sifat kemudahan pengerjaan adukan beton (*workability*), kekuatan, susut dan keawetan beton. Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya sekitar 25 % dari berat semen saja, namun dalam

kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit jika kurang dari 0,35. Kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan dipakai sebagai pelumas, tambahan air ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton menjadi rendah dan beton menjadi keropos. Kelebihan air ini dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan terbentuk suatu selaput tipis (*laitance*). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah.

### 4.2.3 Agregat

Menurut Silvia (2003), agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan perkerasan jalan, yaitu 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75 – 85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Sedangkan menurut Tjokrodimuljo (1996), agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Kira-kira 70% volume mortar atau beton diisi oleh agregat. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton.

Menurut PBI (1971), berdasarkan ukurannya, secara garis besar agregat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat kasar dan agregat halus dengan penjelasan sebagai berikut.

#### 1. 1. Agregat kasar

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Disebut agregat kasar jika sudah melebihi  $\frac{1}{4}$  in. (6 mm). Menurut PBI (1971), Pasal 3.4 syarat-syarat agregat kasar (kerikil) adalah sebagai berikut.

- a. Disebut agregat kasar karena tidak memiliki pori-pori yang lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya. Agregat kasar harus memiliki ketahanan yang baik dalam keadaan cuaca panas ataupun dingin.
- b. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% yang ditentukan terhadap berat kering. Jika melebihi 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- d. Menurut SNI 2847-2013 (Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung) ukuran maksimum agregat kasar harus tidak melebihi:
  - 1) 1/5 jarak terkecil antara sisi cetakan;
  - 2) 1/3 ketebalan slab; dan
  - 3) 3/4 jarak bersih minimum antara tulangan atau kawat, bundel tulangan, atau tendon pratangang, atau selongsong.

## 2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan harus memenuhi persyaratan karena sangat berpengaruh pada kualitas beton yang dihasilkan. Menurut PBI 1971, syarat-syarat agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut.

- a. Agregat halus berbentuk butiran-butiran yang kuat serta tajam, bersifat tidak mudah hancur karena cuaca panas ataupun hujan.
- b. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat agregat kering. Apabila mengandung lumpur lebih dari 5%, agregat halus harus dicuci terlebih dahulu. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.
- d. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran yang beranekaragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam Pasal 3.5 ayat 1 (PBI 1971), harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- 1) Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat;
- 2) Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat; dan
- 3) Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% - 90% berat.

## 4.2.4 Bahan Tambah

Selain bahan-bahan pokok diatas, campuran beton dapat diberi bahan campuran tambahan. Menurut Nawy (1990) bahan campuran tambahan (*admixtures*) adalah bahan yang bukan air, agregat maupun semen yang ditambahkan ke dalam campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat beton atau pasta semen agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu, atau ekonomis untuk tujuan lain seperti menghemat energi.

Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini ada yang berupa bahan tambah kimia (*Bestmittel*) dan bahan tambah organik (serbuk gergaji kayu).

Menurut Amrulloh (2013), bahan tambah adalah bahan yang selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera, atau selama pengadukan beton. Tujuannya untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah dibagi menjadi dua yaitu *Chemical Admixture* (bahan-bahan *admixture* yang dapat larut dalam air) dan *Mineral Admixture* (bahan-bahan yang tidak dapat larut dalam air). Dalam penelitian ini akan digunakan bahan tambah *Bestmittel*. *Bestmittel* termasuk bahan tambah kimia. *Bestmittel* merupakan formula khusus yang sangat ekonomis dalam proses pengecoran sehingga menjadikan beton lebih cepat keras dalam usia muda serta mengurangi pemakaian air pada saat pengecoran sehingga meningkatkan mutu/kekuatan beton. *Bestmittel* sangat membantu untuk pengecoran dengan jadwal waktu yang sangat ketat karena beton cepat mengeras pada usia awal (7 - 10 hari) serta meningkatkan mutu/kekuatan beton 5% - 10%. Berkat bahan tambah ini pada proses pembetonan, cetakan beton dapat dilepas

lebih cepat dan mengurangi pemakaian air 5 % - 20 % sehingga menjadikan beton lebih solid dan lebih plastis.

Pemakaian serat dalam campuran beton sudah cukup lama dilakukan. Kayu merupakan salah satu material dengan kadar selulosa tinggi yaitu 72%. Selain selulosa serbuk kayu juga mengandung kada hemiselulosa, secara umum biomassa juga mengandung lignin dalam jumlah sekitar 15-30% berat kering bahan (Susanto, 1998).

Serbuk gergaji kayu termasuk bahan tambah organik. Pada serbuk gergaji kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan pada campuran semen, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/ partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobiknya. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai untuk tujuan-tujuan khusus (Gargulak, 2001).

Serbuk gergaji mengandung komponen utama selulosa, lignin dan zat ekstraktif kayu. Serbuk kayu merupakan bahan berpori sehingga air mudah terserap dan mengisi pori-pori tersebut. Serbuk gergaji adalah bahan yang bersifat higroskopis atau mudah menyerap air (Wardono, 2006).

#### 4.3 Karakteristik Beton

Beton mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya. Kuat tarik beton hanya 9% - 15% dari kuat tekannya. Oleh sebab itu, pada bagian elemen struktur yang mengalami tarik diperkuat dengan memberi baja tulangan, sehingga terbentuk suatu bahan struktur komposit yang disebut beton bertulang. Beton tanpa tulangan disebut beton polos (plain concrete) (Tjokrodinuljo, 1996).

#### 4.4 Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini digunakan standar SNI-03-2834-2000 sebagai acuan dalam perencanaan campuran beton. Pembuatan beton yang sesuai SNI-03-2834-2000 akan

menghasilkan beton yang memiliki workability tinggi dan sesuai dengan standar pengerjaan pembuatan beton

#### 4.5 Umur Beton

Kuat tekan beton akan terus bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton. Pada umur beton 1 sampai 28 hari laju penambahan kuat tekan beton akan sangat signifikan. Kemudian setelah melewati hari ke 28, penambahan kuat tekan relatif lambat. Laju kenaikan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jenis semen, suhu keliling beton, dan faktor air semen.

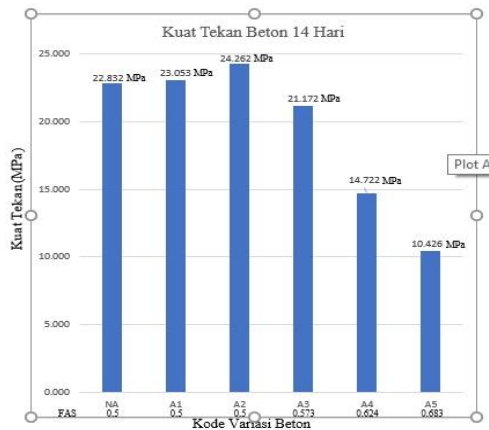
#### 4.6 Koreksi Data dan Prediksi Nilai Optimum

Koreksi linieritas data diperlukan sebagai koreksi karena pada awal pengujian terjadi ketidakmampuan benda uji, sehingga seolah-olah benda uji telah mengalami deformasi. Koreksi dilakukan dengan menghitung regresi linier dari nilai-nilai pada grafik hasil pengujian.

## 5. METODOLOGI

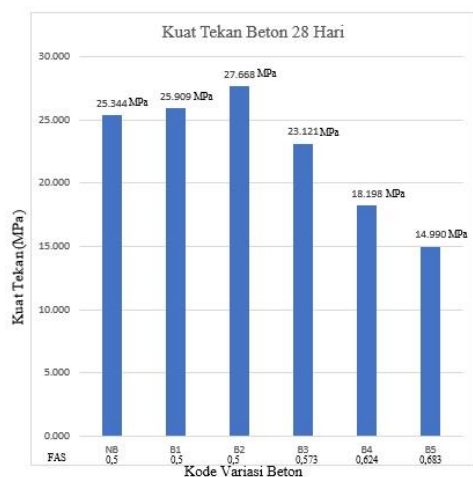
Jenis penelitian pada Tugas Akhir ini adalah penelitian yang bersifat eksperimental, dimana penelitian ini dilakukan dengan cara mengolah data yang berisikan satu variabel atau lebih yang olah dengan sedemikian rupa sehingga menghasilkan hubungan sebab akibat. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan beton kontrol dengan nilai  $f'c = 25$  MPa dengan beton yang akan di eksperimen. Beton eksperimen tersebut berupa beton dengan bahan tambah *Bestmittel* sebanyak 0,6% dari berat semen dan serbuk gergaji kayu dengan persentase 0,5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen. Beton tersebut kemudian akan diuji dengan pengujian kuat tekan beton. Dari hasil pengamatan penelitian terhadap beton yang di eksperimenkan, akan diketahui pengaruh penambahan *Bestmittel* dan substitusi sebagian semen dengan serbuk gergaji kayu terhadap kuat tekan beton, *workability*, daya serap air, dan berat volume.

## 5. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN



Gambar 5.1 Kuat Tekan Umur 14 Hari

Berdasarkan Gambar 5.1 diperoleh bahwa benda kuat tekan tertinggi benda uji umur 14 hari terdapat pada benda uji dengan penambahan 0,6% *Bestmittel* dan substitusi sebagian semen dengan serbuk gergaji kayu sebesar 5% yaitu 24,262 MPa. Sedangkan yang terendah terdapat pada benda uji dengan penambahan 0,6% *Bestmittel* dan substitusi sebagian semen dengan serbuk gergaji kayu sebesar 20% kuat tekan 10,425 MPa.



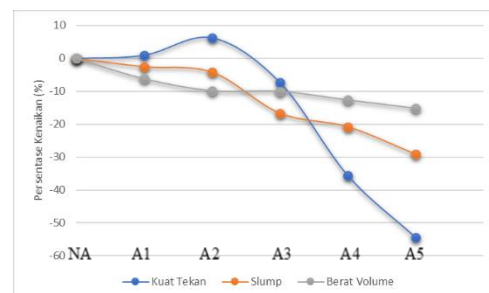
Gambar 5.2 Kuat Tekan Umur 28 Hari

Berdasarkan Gambar 5.2 diperoleh bahwa benda kuat tekan tertinggi benda uji umur 14 hari terdapat pada benda uji dengan substitusi serbuk gergaji 5% yaitu 27,668 MPa. Sedangkan yang terendah terdapat pada benda uji dengan substitusi serbuk gergaji 20% kuat tekan 14,990 MPa.

Penyerapan air rata-rata beton pada umur 28 hari berturut-turut dari beton normal, B1, B2, B3, B4, dan B5 adalah 2,52%; 2,47%; 3,77%; 5,42; 7,93% dan 10,4%.

Nilai *slump* yang di dapat bervariasi. Beton Normal, B1, dan B2, nilai *slump*nya sudah sesuai dengan rentang *slump* rencana yakni  $10 \pm 2$  cm. Sedangkan beton B3, B4, dan B5 nilai *slump*nya tidak sesuai dengan rentang *slump* rencana yakni dibawah  $10 \pm 2$  cm sehingga dilakukan penyesuaian dengan cara penambahan air per 0,2kg hingga nilai *slump* nya masuk pada rentang rencana.

Korelasi hasil pengujian pada beton umur 14 dan 28 hari dapat dilihat pada gambar 5.3 dan 5.4 berikut.



Gambar 5.3 Korelasi Hasil Pengujian Pada Umur Beton 14 Hari



Gambar 5.4 Korelasi Hasil Pengujian Pada Umur Beton 28 Hari

## 6. SIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil pengujian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Kuat tekan beton normal dengan faktor air semen 0,5 pada umur 14 hari sebesar 22,832 MPa. Sedangkan kuat tekan optimal

beton pada umur 14 hari terdapat pada benda uji A2 dengan faktor air semen 0,5 dengan penambahan *Bestmittel* 0,6% dari berat semen dan 5% serbuk gergaji kayu sebagai pengganti sebagian semen, yaitu sebesar 24,262 MPa.

Pada umur beton 28 hari, beton B1 dengan faktor air semen 0,5 serta variasi penambahan *Bestmittel* sebesar 0,6% dari berat semen memiliki kuat tekan 25,909 MPa atau meningkat 2,228% dari kuat tekan beton normal. Penambahan *Bestmittel* tidak mempengaruhi percepatan perkuatan beton. Peningkatan kuat tekan beton terbesar didapat pada beton B2 dengan faktor air semen 0,5 serta variasi penambahan *Bestmittel* 0,6% dari berat semen dan 5% serbuk gergaji kayu sebagai pengganti sebagian semen yaitu meningkat 9,167% dari beton normal atau 27,668 MPa.

2. Penyerapan air rata-rata beton pada umur 28 hari berturut-turut dari beton normal, B1, B2, B3, B4, dan B5 adalah 2,52%; 2,47%; 3,77%; 5,42;7,93% dan 10,4%. Dimana beton normal, B1, dan B2 masih memenuhi ketentuan yaitu penyerapan air tidak lebih dari 5%. Sedangkan untuk beton B3, B4, dan B5 terjadi penyerapan yang melebihi ketentuan.

Nilai *slump* yang di dapat pada penelitian ini bervariasi. Beton Normal, B1, dan B2, nilai *slump*nya sudah sesuai dengan rentang *slump* rencana yakni  $10 \pm 2$  cm. Sedangkan beton B3, B4, dan B5 nilai *slump*nya tidak sesuai dengan rentang *slump* rencana yakni dibawah  $10 \pm 2$  cm sehingga dilakukan penyesuaian dengan cara penambahan air per 0,2kg hingga nilai *slump* nya masuk pada rentang rencana.

Berat volume beton rata-rata kode A (rancangan untuk umur 14 hari) berturut-turut dari beton normal, A1, A2, A3, A4, dan A5 adalah 2423,99 kg/cm<sup>3</sup>; 2461,84 kg/cm<sup>3</sup>; 2289,6 kg/cm<sup>3</sup>; 2277,29 kg/cm<sup>3</sup>; 2202,03 kg/cm<sup>3</sup>; dan 2172,01 kg/cm<sup>3</sup>. Sedangkan berat volume beton rata-rata kode B (rancangan untuk umur beton 28 hari) berturut-turut dari beton normal, B1, B2, B3, B4, dan B5 adalah 24711,07 kg/cm<sup>3</sup>; 2318,82 kg/cm<sup>3</sup>; 2229,04 kg/cm<sup>3</sup>; 2224,62 kg/cm<sup>3</sup>; 2159,86 kg/cm<sup>3</sup>; 2097,22 kg/cm<sup>3</sup>.

## 6.2 Saran

Berdasarkan uraian pada pembahasan dan hasil penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi dapat diperhatikan beberapa hal berikut ini.

1. Benda uji dengan *Bestmittel* dan serbuk gergaji kayu perlu ditambah lagi variasinya.
2. Serbuk gergaji kayu sebagai bahan tambah beton perlu digunakan pada penelitian lebih lanjut.
3. Untuk penelitian selanjutnya, pada saat pengujian kuat tekan beton sebaiknya juga diuji tarik belah beton.
4. Perlu dilakukan pengontrolan dalam pelaksanaan pencampuran bahan material beton agar tetap sesuai dengan perhitungan *mix design* beton.

## Daftar Pustaka

- Amrulloh, I.F. 2013. Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Halus Gelas Dan Serbuk Halus Arang Briket. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*. Vol 13. No. 1. Balikpapan.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. SNI 2847-2013. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. *Semen Portland*. SNI 15-2049-2004. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. *Semen Portland*. SNI 15-7974-2013. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. SNI 2847-2013. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. SNI 1974-2011. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971)*, Bandung : Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum.

- Dipohusodo, I. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Felix Yap. 1964. *Konstruksi Kayu*. Penerbit Bina Cipta: Bandung.
- Ferguson, Phil M, Bubianto Susanto dan Kris Setianto. 1986. *Dasar-dasar Beton Bertulang Versi SI*. Edisi Keempat. Jakarta : Erlangga.
- Gargulak, J.D, Bushar, L.L. & Sengupta, A.K. 2001. *Ammoxidized Lignosulfonate Cement Dispersant*. US-Patent: US 6,238,475 B1.
- Internet01:[www.mergusa-chemie.com/brosur/Additives-Concrete/Bestmittel.pdf](http://www.mergusa-chemie.com/brosur/Additives-Concrete/Bestmittel.pdf) dibuka 15 Januari 2018 jam 01.30 WIB.
- Internet 02:[www.arafuru.com/sipil/5-faktor-yang-menentukan-kualitas-beton.html](http://www.arafuru.com/sipil/5-faktor-yang-menentukan-kualitas-beton.html) dibuka 15 Januari 2018 jam 01.30 WIB.
- Internet03:<http://ginamlda.blogspot.co.id/2014/11/pengujian-split-testkuat-tarik-beton.html> dibuka 25 Januari 2018 jam 23.00 WIB.
- Internet04:<http://duniatekniksipil.web.id/93/dasar-dasar-beton-2-karakteristik-beton/> dibuka 26 Januari 2018 jam 03.00 WIB.
- Internet 05:  
<https://www.statistikian.com/2012/08/analisis-regresi-korelasi.html> dibuka 25 Agustus 2018 jam 02.00 WIB.
- McCormac, Jack C. 2004. *Desain Beton Bertulang Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga.
- Nawy, E. G. 1985. *Beton bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. PT. Refika aditama. Bandung.
- Nawy, E. G.. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Putra, E.A. Talanipa, R. dan Makmur, M. 2007. *Pengaruh Penggunaan Serbuk Gergaji Kayu Jati Sebagai Bahan Subtitusi Agregat Halus Pada Campuran Beton*. Universitas Halu Oleo. Kendari.
- Saifuddin, M.I. Edison, B. dan Fahmi, K. 2014. *Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton*. Universitas Pasir Pengairan. Riau.
- Siswadi. Rapa, A. dan Dhian, P. (2007). *Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian Terhadap Kuat Desak Beton*. Tugas Akhir. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Sukirman, S., 2003. *BAB II Perkerasan Jalan Raya*. Penerbit NOVA. Bandung.
- Susanto, Mudji. 1998. *Studi Komponen Kimia Kayu*. Jurnal Ilmu Kehutanan. Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 2007. *Teknologi Beton*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Wang, C.K. dan Salmon, C.G. 1990. *Desain Beton Bertulang*. Terjemahan oleh Binsar Hariandja. Erlangga. Jakarta.