

DAMPAK PENGGUNAAN DAN ANALISA PENGARUH *STYROFOAM* SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DENGAN BAHAN TAMBAH *PLASTIMENT-VZ* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON

Khairul Muqtadi

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Prabumulih KM 32 Indralaya, Sumatera Selatan
E-mail : kamiraja12@gmail.com

ABSTRACT

As significant there are many major structure is usually at Indonesia, have a lot of done by research to concrete, and done by admixtures's increase to half and half concrete. On this research is made a mixed concrete planning styrofoam without plus material and styrofoam's mixture concrete with added plastiment vz from PT. Sika Indonesia, made using cement portland, base SK SNI 03-2834-1993. There is variation even mixture styrofoam to half and half concrete is 0%, 25%, 50% and 75% for type second that concrete, with care condition up to 28 days are soaked. With object tests as cube fairish 15 cm x15 cm x15 cm. Of examination result, the greater substitution variation styrofoam causing concrete weight becomes lighter until variation 75%. Meanwhile for strength to press, the most result optimal is substitution concrete s styrofoam with plus material plastiment vz to K350 25% firmly presses 252,8 Kg / cm². In common substitution concrete styrofoam with plus material for each one concrete quality most turns in at medium strength concrete, and clas's concrete II. (concrete to structural).

Keywords : Concrete , Styrofoam , Plastiment VZ , Compressive Strength.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material struktur yang umumnya digunakan di Indonesia adalah beton (*concrete*). Beton mempunyai banyak keunggulan jika dibandingkan dengan bahan yang lain. Beton mempunyai banyak keunggulan jika dibandingkan dengan bahan yang lain. Keunggulan dari beton ini sendiri sangat banyak dan bervariasi, tetapi sifat utama dari beton adalah kekuatan (*Strength*), mudah dikerjakan (*workability*), dan daya tahan (*durability*).

Desain campuran yang direncanakan dengan substitusi *styrofoam*, serta ditambahkan campuran *admixtures* yaitu bahan *Plastiment-VZ*, produksi PT. Sika Indonesia yang merupakan *superplasticizer*. Penggunaan campuran *admixtures* telah lazim digunakan untuk beton, bahan *admixtures superplasticizer* adalah jenis campuran yang dapat meningkatkan karakteristik beton untuk berbagai macam variasi mutu beton. Munculnya *superplasticizer* dikarenakan adanya kebutuhan akan bahan campuran beton yang dapat menghasilkan beton dengan kelayakan tinggi. *Superplasticizer* dapat diartikan sebagai bahan campuran kimia yang pemanfaatannya untuk kelayakan tingkat tinggi dan dalam rangka mengurangi pemakaian air dalam jumlah besar diluar

batas normal campuran plastis. Bahan *admixtures plastiment vz* adalah sebuah *plasticizer* beton yang berbentuk cair dengan efek memperlambat ikatan beton yang ditetapkan, sesuai dengan *ASTM C 494-92* tipe D.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti adalah pengaruh jenis agregat halus yang disubstitusi dengan *Styrofoam* dengan penambahan bahan *Plastiment-VZ* terhadap rencana pencapaian kuat tekan beton dengan kuat tekan karakteristik K250, K300 dan K350 dibandingkan beton normal tanpa substitusi dan *admixtures*

1.3 Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui hubungan antara nilai kuat tekan beton dengan persentase penambahan butiran *styrofoam*, mengkaji pencapaian nilai kuat tekan beton, untuk mengetahui pengaruh komposisi substitusi agregat halus dengan *styrofoam* terhadap kekuatan beton, mengetahui besar kuat tekan beton yang telah memakai zat *additive Superplasticizer (Plastiment-VZ)*, menganalisis dan menerapkan tata cara *Job Mix Formula* berdasarkan peraturan SNI 03-2834-1993.

1.4 Ruang Lingkup Penulisan

Untuk dapat mencapai tujuan, maka adanya beberapa ruang lingkup penelitian yang menjadi batasan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Prosedur pengujian berdasarkan peraturan SNI 03-2384-1993 dengan beda uji berupa kubus 15cm x 15cm x 15cm.
2. Laboratorium bahan dan beton Universitas Sriwijaya sebagai tempat melakukan pengujian, Dalam melakukan pengujian kuat tekan beton menggunakan *high compressive test machine*, dengan benda uji beton campuran *styrofoam* dan bahan tambah *plastiment-vz*, semen Baturaja dan air yang digunakan berasal dari sistem jaringan air bersih.
3. Pembuatan sampel atau benda uji dibagi menjadi 3 sampel untuk masing-masing mutu beton campuran *styrofoam* dengan bahan tambah dan beton campuran *styrofoam* tanpa bahan tambah, dengan beberapa variasi substitusi *styrofoam* yaitu 0 %, 25%, 50%, dan 75% yang ditambahkan bahan *plastiment vz* pada umur 28 hari dengan rencana kuat tekan karakteristik K250, K300 dan K350.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini direncanakan beton *styrofoam* sebagai bahan substitusi parsial agregat halus dan menggunakan bahan tambahan (*Admixture*) *Superplasticizer* jenis *plastiment-vz*. Mulai dari komposisi beton, persentase substitusi, sampai kepada kuat tekan beton yang dihasilkan dan dibandingkan dengan nilai kuat tekan beton konvensional tanpa bahan tambahan pada umur pemeliharaan telah mencapai 28 hari.

2.2 Pengaruh Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat - sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton.

2.3 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan referensi dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan obyek pembahasan.

2.4 Dasar Teori

2.4.1 Beton

Dalam kemanfaatannya, beton banyak digunakan dalam berbagai bangunan konstruksi seperti gedung dan jembatan, bahkan beton juga digunakan untuk perkerasan jalan dan lain sebagainya. Oleh karena itu, diperlukan perhatian khusus untuk mendapatkan beton yang mampu menunjang berbagai aspek tersebut. Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksana pekerjaan beton langsung di lapangan.

Sifat dan karakteristik beton adalah sebagai berikut :

a. Kuat tekan beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut.

b. Kemudahan pengerjaan

Kemudahan pengerjaan beton (*workability*) merupakan salah satu kinerja utama yang dibutuhkan.

c. Rangkak dan susut

Rangkak (*creep*) atau *lateral material flow* didefinisikan sebagai penambahan regangan terhadap waktu akibat adanya beban yang bekerja. (Nawy, 1985:49). Rangkak timbul dengan intensitas yang semakin berkurang setelah selang waktu tertentu dan kemungkinan berakhir setelah beberapa tahun.

Susut didefinisikan sebagai perubahan volume yang tidak berhubungan dengan beban. Jika dihalangi secara merata, proses susut dalam beton akan menimbulkan deformasi yang umumnya bersifat menambah deformasi rangkakan.

Sifat dan karakteristik beton tersebut tergantung pada campuran beton yang akan dibuat. Campuran yang terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambahan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a. Kekenyalan tertentu yang memudahkan pengerjaan pencetakan beton pada cetakan/*bekisting* (*workability*) dan kehalusan muka (*finishability*) beton basah, yang ditentukan dari:

- Volume pasta adukan;
- Keenceran pasta adukan;
- Perbandingan campuran agregat halus dan kasar.

b. Kekuatan rencana dan ketahanan (*durability*) pada kondisi beton setelah mengeras.

c. Ekonomis dan optimum

Didalam pembuatan beton bagi tingkat kekuatan tekan tertentu, selalu harus dibuat adukan rencana yang disebut adukan uji coba atau *trial mix* karena sifat rumusan dan tabel bagi penentuan proporsi unsur-unsur beton adalah empiris.

2.5 Jenis - Jenis Beton

Pengelompokan Beton

Pengelompokan beton pada dasarnya berkembang dari waktu ke waktu, dan menyesuaikan pula dengan kebutuhan di tiap negara atau instansi yang berkepentingan. Di Indonesia pada umumnya pengelompokan beton dan peraturan beton mengikuti standar yang berlaku di Amerika Serikat (ACI).

Pada umumnya pengelompokan beton terbagi atas beberapa kategori :

1. Berat Satuan

Menurut SNI 03-2847-2002 terbagi :

- Beton ringan ($\leq 1900 \text{ Kg/m}^3$)
- Beton normal ($2200 \text{ Kg/m}^3 - 2500 \text{ Kg/m}^3$)
- Beton berat ($> 2500 \text{ Kg/m}^3$)

SNI tidak menggolongkan beton berat, namun pada umumnya beton dengan

berat satuan diatas 2500 Kg/m^3 dikategorikan beton berat, walaupun ada yang menerapkan nilai 3200 Kg/m^3 sebagai batas bawah beton berat. Beton yang berat satuannya berada diantara kategori diatas pada umumnya tidak efektif perbandingan berat sendiri dan kekuatannya, walaupun tidak ada larangan untuk membuat beton dengan berat satuan diantara $1900 \text{ Kg/m}^3 - 2200 \text{ Kg/m}^3$.

2. Mutu (umumnya kuat tekan)

Berdasarkan SNI 03-6468-2000, untuk benda uji silinder dengan Diameter 15cm dan tinggi 30cm. Yaitu :

- a. Beton mutu rendah $< 20 \text{ Mpa}$
- b. Beton mutu sedang $21 \text{ Mpa} - 40 \text{ Mpa}$.
- c. Beton mutu tinggi $\geq 41 \text{ Mpa}$.

3. Pembuatan

- Cast in-situ

Yaitu beton yang dicor ditempat, dengan cetakan atau acuan yang dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung atau infrastruktur.

- Pre-cast

Yaitu beton yang dicor di lokasi pabrikasi khusus, dan kemudian

Diangkut dan dirangkai untuk dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung atau infrastruktur.

4. Lingkungan layan

- a. Beton di lingkungan korosif, karena pengaruh sulfat, klorida, garam, dsb
- b. Beton di lingkungan basah non korosif
- c. Beton di lingkungan yang terpapar cuaca
- d. Beton di lingkungan yang terlindung cuaca

5. Tegangan pra-layan

- Beton Konvensional, adalah beton tidak mengalami tegangan pra-layan.

- Beton *Pre-stressed*, adalah beton yang diberikan tegangan pra-layan pada Saat pembuatannya, dengan sistem post-tensioning.
- Beton *Post-tensioned*, adalah beton yang diberikan tegangan pra-layan pada saat pembuatannya, dengan sistem post-tensioning.

Pemberian tegangan pra-layan pada umumnya dirancang untuk memberikan gaya berlawanan dengan gaya layan, sehingga pada saat konstruksi beton bertulang tersebut memikul beban, secara praktis mengurangi beban kerja.

2.6 Material Penyusun Beton

a. Agregat

Pada beton biasanya terdapat sekitar 70% sampai 75 % volume agregat terhadap volume keseluruhan beton, karena itu agregat mempunyai peranan yang penting dalam propertis suatu beton. Semakin padat agregat tersusun, semakin kuat pula beton yang dihasilkan, agregat harus mempunyai kekuatan yang baik dan tahan lama, dan tahan terhadap cuaca, bahwa permukaannya haruslah bebas dari kotoran yang akan memperlemah ikatannya. Adapun macam agregat adalah :

1. Agregat Halus (Pasir Alami dan Buatan)

Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu..

2. Agregat Kasar (kerikil, batu pecah, atau pecahan dari *blast furnance*)

Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm. Ketentuan mengenai agregat kasar antara lain :

- Harus terdiri dari butir – butir yang keras dan tidak berpori.
- Butir – butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh – pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- Tidak boleh mengandung zat – zat yang dapat merusak beton, seperti zat – zat yang relatif alkali.
- Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 %. Apabila kadar lumpur melampaui 1 %, maka agregat kasar harus dicuci.

b. Semen

Semen yang biasa digunakan adalah semen *portland* yaitu semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikati hidrolik dan bahan tambahan berbentuk kalsium sulfat. Fungsi semen ialah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butiran agregat. Semen dibedakan dalam dua kelompok, yaitu:

- a. Semen non-hidrolik, merupakan jenis semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat

mengeras di udara. Contohnya adalah kapur.

- b. Semen hidrolik, adalah jenis semen yang mempunyai kemampuan mengikat dan mengeras dengan air. Ada banyak contoh semen ini diantaranya adalah kapur hidrolik, pozzolan, terak, Portland dan lain-lain.

Pada pekerjaan kontruksi beton bahan semen yang paling banyak digunakan adalah semen Portland. Semen Portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0031-81 atau Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut (PB.1989:3.2-8)

- c. Air

Air yang dapat digunakan sebagai campuran beton dapat berupa air tawar, air laut, maupun air limbah yang memenuhi persyaratan mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Garam yang dikandung oleh air laut dapat mengurangi kualitas beton hingga 20% oleh karena itu air laut dilarang digunakan dalam campuran beton pra-tegang maupun beton bertulang karena dapat menyebabkan korosi/karat lebih besar.

- d. Jenis Bahan Tambahan Agregat (*Admixture*)

Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, mempercepat pengerasan, menambah kuat tekan, penghematan atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi. Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Beberapa bahan tambah yang biasa digunakan dalam campuran beton terdiri dari berbagai jenis, yaitu:

- a. Bahan tambah kimia
- b. Bahan tambah mineral
- c. Bahan tambah lainnya, dapat berupa bahan pemberi warna, pembantu kepadatan
- e. Air

Air dibutuhkan dalam campuran beton karena air berfungsi untuk melarutkan semen menjadi pasta semen yang kemudian mengikat agregat halus dengan agregat kasar sehingga menjadi satu kesatuan dan dapat bekerja bersama-sama menahan beban yang bekerja nantinya.

2.7 Jenis Bahan Pengganti Agregat

Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, mempercepat pengerasan, menambah kuat tekan, penghematan atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi (*Mulyono, 2003*).

Dalam hal ini bahan yang akan dipakai sebagai bahan tambah harus memenuhi ketentuan yang diberikan oleh SNI.

2.8 Styrofoam

Styrofoam dapat disebut juga sebagai agregat ringan. *Styrofoam* terbuat dari bahan mentah *styrene* ($C_6H_5CH=CH_2$) yang tersusun dari gugus *phenyl* secara tidak teratur serta dapat mengembang. Ketika material *polystyrene* mentah dipanaskan, maka *polystyrene* akan mengembang dan mengandung 98% udara.

2.9 Plastiment-VZ

Plastiment-VZ adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang membungkus butir semen dengan OH, sehingga memperlambat reaksi awal dari hidrasinya, juga sebagai agen permukaan aktif dan aksinya adalah melalui absorpsi pada permukaan butiran semen yang bergumpal, umumnya terjadi bila bertemu dengan air.

Plastiment-vz mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Bahan kimia dasar : Polyhydroxy carbon salts
2. Bentuk : Cairan
3. Warna : kuning transparan
4. Berat jenis : 1,17-1,19

2.12 Pengecoran Beton

Pemadatan dilakukan ketika melakukan pengisian campuran beton pada benda uji dengan melakukan pengisian secara 3 bagian. Pengisian dilakukan setiap 1/3 dari tinggi cetakan. Tujuan dari pemadatan beton adalah untuk menghilangkan rongga udara sehingga bisa didapatkan kepadatan maksimum. Pemadatan yang baik akan memberikan ikatan yang baik antara semen dan agregat sehingga didapatkan nilai kuat tekan beton yang maksimum. Untuk mendapatkan beton yang padat dapat juga dengan diberikan bahan tambah.

2.13 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan sifat yang paling penting dalam beton keras, dan umumnya dipertimbangkan dalam perencanaan campuran beton. Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SK SNI 03-1974-1990).

Berdasarkan SNI 1974 : 2011, kuat tekan beton dihitung dengan membagi kuat tekan maksimum yang diterima benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana :

- σ = kuat tekan beton dengan benda uji kubus (Kg/cm^2)
P = gaya tekan aksial (Kg)
A = luas penampang melintang benda uji (cm^2).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode penelitian dengan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. Penelitian dimulai dengan mencari literatur yang jelas sebagai acuan dalam membahas masalah dan penelitian ini.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai pokok bahasan yang akan dibahas di dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini berdasarkan pada buku - buku struktur dan bahan beton, petunjuk praktikum laboratorium serta jurnal teknik sipil dan juga untuk mendapatkan analisa guna membahas hasil pengolahan data sebagai acuan ke tahap penelitian selanjutnya.

3.3 Persiapan Material

Langkah awal dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium ini adalah melakukan persiapan terhadap benda uji yang meliputi pencarian sumber material yang diinginkan, pengangkutan, penyaringan, pencucian dan penyimpanan material.

Sumber material yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Semen**
Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe I dengan merek dagang Semen Baturaja produksi PT. Semen Baturaja ini dikemas dalam kantong kertas dengan berat 50 kg/zak.
- Agregat Kasar**
Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah (*split*) 20 mm yang berasal dari Lahat, Sumatera Selatan.
- Agregat Halus**
Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari daerah Tanjung Raja, Sumatera Selatan.
- Styrofoam atau EPS (*Expanded Polystyrene*)**
Bahan campuran yang digunakan yaitu *styrofoam* sebagai pengganti sebagian pasir dengan kadar 25%, 50%, 75%. *styrofoam* berasal dari PT. Beton Elemenindo Putra (alamat : Jl. Raya Batujajar KM 5 No. 8, Kab. Bandung Barat, Jawa Barat. 40561).
- Air**
Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Hidrolika dan Mekanika Fluida Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang memenuhi syarat - syarat PDAM Tirta Musi Palembang.
- SuperPlasticizer (*Plastiment-VZ*)**
Bahan tambah (*Admixture*) menggunakan produk dari PT Sika Nusa Pratama yaitu *Plastiment-VZ* yang berasal dari PT SIKA

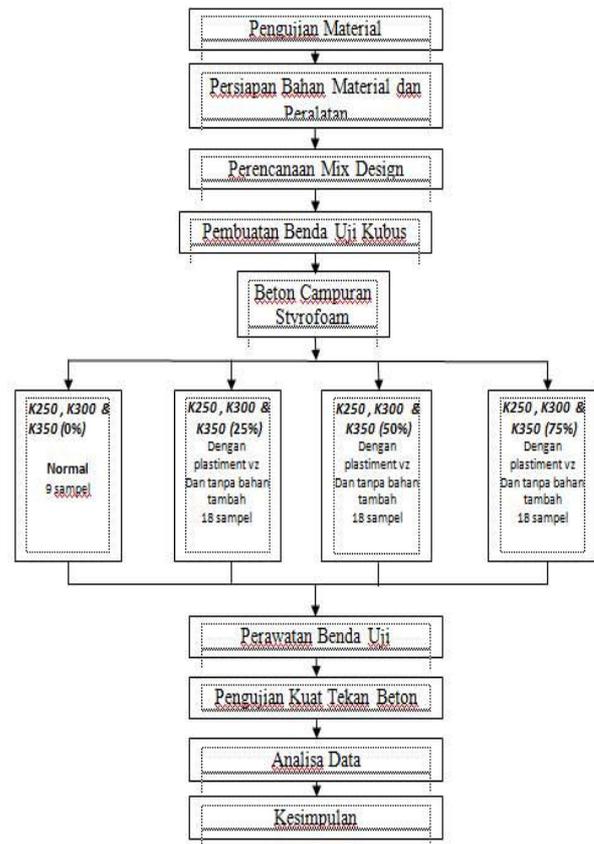
Indonesia agen distributor di Kota Palembang yaitu Berkat Agung. Alamat : Jl. Sukabangun 2, Sukarami, 30151, Telp : 0711 8601009, email : sika_palembang@yahoo.com.

3.4 Pengujian Material

Dengan menggunakan metode SK SNI T-15-1990-3 dilakukan pengujian dari material atau bahan - bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Bahan - bahan yang akan diuji di laboratorium yaitu :

- Agregat Halus**
Dilakukan pengujian terhadap parameter sifat fisis dan mekanis pasir yaitu berat volume, analisa saringan, *specific gravity*, kadar air, kadar lumpur dan kadar organik.
- Agregat Kasar**
Dilakukan pengujian terhadap berat volume, analisa saringan, *specific gravity*, kadar air.

Berikut ini adalah bagan alir penelitian :



Gambar .1. Diagram alir penelitian

3.5 Metode Rancangan Campuran Beton

Metode perhitungan rancangan beton menggunakan SK SNI 03-2834-2000 yang mencakup pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Metode ini memberikan grafik hubungan antara nilai kuat tekan rata - rata terhadap nilai perbandingan air semen 0,5 sebagai acuan agregat halus dan semen yang dipakai.

3.5.1 Analisa Saringan Agregat

Pengujian ini guna menentukan pembagian butir atau gradasi agregat. Data distribusi agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Penentuan gradasi ini dilakukan pada agregat halus dan kasar. Alat yang digunakan adalah seperangkat saringan dengan ukuran nomor tertentu.

Pada agregat kasar berupa koral dilakukan analisa saringan karena koral yang diambil ialah koral yang lolos saringan nomor 19 mm.

Prosedur analisa saringan agregat kasar ialah sebagai berikut :

- a. Mengeringkan agregat halus dalam oven dengan suhu (110)°C sampai berat tetap;
- b. Menimbang agregat halus sebanyak 500 gr;
- c. Menyaring benda uji dengan menggunakan susunan ayakan 4,75 mm ke atas;
- d. Dari benda uji yang tembus ayakan 19 mm ditimbang sebanyak 500 gr;
- e. Ayak agregat yang sebanyak 500 gr tersebut dengan susunan ayakan 2,36 mm; 4,75 mm; 9,50 mm; 9,75 mm; 12,5 mm; 19mm ayakan paling besar ditempatkan paling atas. Pengayakan dilakukan dengan meletakkan susunan ayakan pada mesin pengguncang, dan agregat diguncang selama 15 menit;
- f. Menimbang berat agregat yang tertahan dimasing - masing ayakan;
- g. Menghitung presentase berat benda uji yang tertahan di masing - masing ayakan dengan berat tetap: Presentase berat benda uji yang tertahan di atas ayakan 19 mm ke atas dihitung berdasarkan berat 500 gr;
- h. Presentase berat benda uji yang tertahan di atas ayakan 2 mm ke bawah dihitung berdasarkan berat 500 gr.

3.5.2 Analisa *Specific Gravity* dan Penyerapan Agregat

Menentukan berat jenis (*Bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*) dan berat jenis semu (*apparent specific gravity*) dan absorpsi atau penyerapan agregat. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan besarnya kondisi volume agregat dalam adukan beton.

3.5.3 Kadar Air Agregat

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air agregat dengan cara pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat dalam keadaan kering oven. Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan.

3.5.4 Berat Isi Agregat

Pengujian berat isi agregat ialah untuk menentukan berat isi agregat halus maupun agregat kasar. Berat isi adalah perbandingan antara berat dan volume.

3.6 Desain Campuran Beton

Dalam penelitian ini, untuk membuat *Job Mix Formula* (JMF) digunakan metode SK SNI. Metode ini memberikan grafik hubungan antara nilai kuat tekan rata - rata terhadap kecepatan rata - rata. Perencanaan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun beton. Proporsi bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis secara ekonomis.

3.7 Pembuatan Benda Uji

3.7.1 Pengadukan Beton

Material yang telah diuji untuk campuran beton, ditimbang sesuai dengan yang dibutuhkan dari perhitungan *mix design*. Material yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air setelah masing - masing ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam mesin pencampur (molen) untuk dilakukan pengadukan hingga merata dan homogen. Bila pengadukan material telah merata, adukan siap dicetak.

3.7.2 Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam sebuah wadah kerucut terpancung. Nilai *slump* rencana < 100mm. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan, setiap lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut tersebut. Setiap kali mengisi masing-masing lapisan harus dipadatkan. Setelah penuh, permukaan atasnya diratakan. Kemudian kerucut diangkat vertikal ke atas dan *slump* diukur dengan menentukan perbedaan tinggi antara wadah dan tinggi beton setelah wadah diangkat. Harga rata - rata ketinggian tersebut harus masuk nilai *slump* yang direncanakan.

3.7.3 Pencetakan Beton

Pengujian dibatasi pada benda uji kubus dengan umur 28 hari dengan distribusi sampel adalah sebagai berikut :

Komposisi Styrofoam (%) K250		Komposisi Styrofoam (%) K300		Komposisi Styrofoam(%) K350		Jumlah Benda Uji
Non	+	Non	+	Non	+	
0%	0%	0%	0%	0%	0%	9 buah
25%	25%	25%	25%	25%	25%	18 buah
50%	50%	50%	50%	50%	50%	18 buah
75%	75%	75%	75%	75%	75%	18 buah
Total Sampel						63 buah

Cetakan benda uji yang berbentuk kubus berukuran 15 x 15 x 15 cm dipersiapkan dan baut - bautnya dikencangkan sehingga tidak ada adukan beton yang keluar. Sebelum adukan dimasukkan ke dalam cetakan, terlebih dahulu cetakan diolesi dengan minyak pelumas atau oli. Hal ini bertujuan agar beton yang telah mengeras tidak melekat pada cetakan sehingga memudahkan proses pelepasan beton.

Pengisian adukan beton ke dalam cetakan dilakukan dalam 3 tahap. Setiap tahap pengisian, adukan beton dimasukkan seperti dari tinggi cetakan, lalu dipadatkan dengan tongkat besi sebanyak 25 kali tumbukan agar beton yang dihasilkan *homogeny*. Untuk lapisan berikutnya dilakukan hal yang sama. Setelah adukan beton memenuhi cetakan, maka permukaan beton tersebut diratakan dengan menggunakan sendok spesi.

3.7.4 Beton Dengan Perawatan

Setelah beton selesai dicetak, maka beton memerlukan perawatan untuk mencegah terjadinya proses penguapan. Penguapan yang terjadi pada beton ini dapat menyebabkan terjadinya kehilangan air yang cukup banyak, sehingga dapat menimbulkan terhentinya proses hidrasi yang sedang berlangsung pada campuran beton tersebut. Perendaman dilakukan sampai dengan waktu pengetesan benda uji, yaitu 28 hari.

3.8 Pengujian Benda Uji

3.8.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

Prosedur dalam melaksanakan uji kuat tekan ini adalah:

1. Benda uji yang mengalami perawatan rendam (*curing*) selama umur rencana, yaitu 28 hari.
2. Kemudian benda uji itu ditimbang dan hasilnya dicatat.
3. Benda uji yang telah ditimbang, ditempatkan pada alat uji tekan (*Compression Testing Machine*) yang sebelumnya letak benda uji tersebut diatur hingga sisi - sisinya tepat mengenai seluruh permukaan alat uji tekan.
4. Pengujian kemudian dilanjutkan dengan menekan benda uji sampai benda uji menunjukkan keretakan pada sisi - sisinya atau sampai jarum hitam penunjuk pada alat uji turun. Catat besarnya gaya tekan maksimum yang diterima oleh benda uji pada skala yang terdapat pada alat uji tekan itu.
5. Hasil pembacaan pada alat uji tersebut kemudian dibagi dengan luas permukaan benda uji.

3.9 Analisa Data dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium dianalisa untuk mendapatkan hubungan antara pengaruh presentase campuran pasir dengan *styrofoam* terhadap kuat tekan beton serta pengaruh penggunaan *styrofoam* terhadap campuran beton serta dampak yang timbul akibat penggunaan *styrofoam*. Output akhir berupa diagram.

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material

Tabel IV.1. Hasil pengujian sifat fisik agregat

Pengujian Material	Agregat		Styrofoam
	Agregat Halus	Split	
Berat Isi (Kg/dm ³)			
o Padat	1,453	1,528	0.00698
o Lepas	1,315	1,366	0.00680
Kadar Air (%)	2,28	3,30	
Kadar Organik	No 3	-	-
Kadar Lumpur (%)	0,743	-	-
Bulk Spec. Kondisi SSD	2,280	2,536	-
Persentase Absorpsi Air (%)	1,31	3,49	-

4.2 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Perhitungan komposisi campuran beton normal ditetapkan berdasarkan aturan SNI 03-2834-1993.

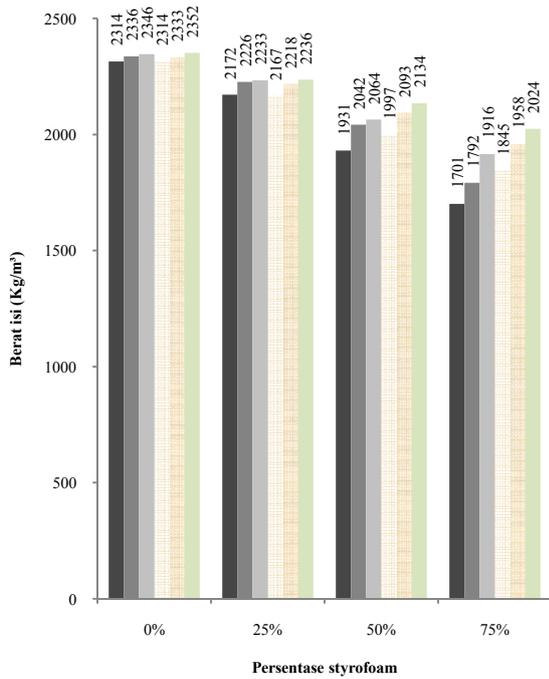
4.3 Pengaruh Penambahan *Styrofoam* Terhadap Berat Isi Benda Uji

Tabel IV.2. Rekapitulasi Berat Isi

Beton		Berat Isi Beton (Kg/m ³)		Selisih berat (%)
		Tanpa Bahan Tambah	Plastiment VZ	
K250	Sty 0%	2314	2314	-
	Sty 25%	2172	2167	0,23
	Sty 50%	1931	1997	3,43
	Sty 75%	1707	1835	7,87
K300	Sty 0%	2333	2333	-
	Sty 25%	2226	2218	0,34
	Sty 50%	2042	2094	2,53
K350	Sty 75%	1792	1958	9,31
	Sty 0%	2352	2352	-
	Sty 25%	2226	2236	0,13
	Sty 50%	2042	2134	3,40
	Sty 75%	1792	2024	5,15

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Di bawah ini adalah diagram yang menunjukkan perbandingan persentase penurunan berat benda uji masing - masing mutu beton K250, K300, K350 dan akibat dari variasi substitusi *Styrofoam* tanpa bahan tambah.



Gambar 2. Berat benda uji masing - masing mutu beton substitusi Styrofoam tanpa bahan tambah.

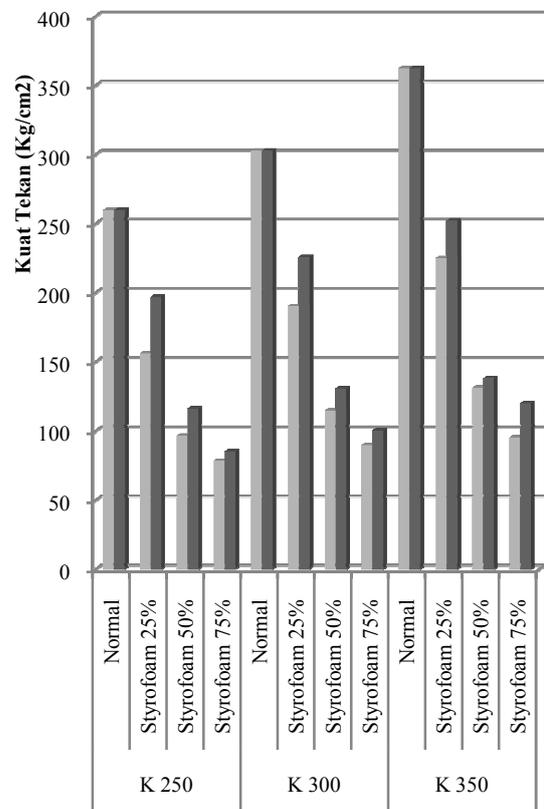
Menunjukkan perbandingan Persentase Penurunan Berat benda uji masing-masing kuat rencana K250, K300, K350 dari beton substitusi styrofoam tanpa bahan tambah *plastiment vz* dan beton substitusi styrofoam dengan bahan tambah *Plastiment VZ*. Berikut ini adalah Diagram yang menggambarkan perbandingan berat benda uji untuk masing-masing kuat tekan terhadap berbagai variasi substitusi *Styrofoam*.

4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton di Laboratorium

Tabel IV.3. Hasil Uji Beton Tambahan *Plastiment-VZ*

	Beton	Berat Beton (Kg)	Rata-rata Kuat Tekan
K250	Normal	7,720	259,83
	STY 25%	7,310	197,14
	STY 50%	6,747	116,32
	STY 75%	6,190	85,35
K300	Normal	7,885	302,89
	STY 25%	7,496	225,84
	STY 50%	7,070	130,67
	STY 75%	6,510	100,46
K350	Normal	7,941	362,56
	STY 25%	7,558	252,28
	STY 50%	7,219	138,23
	STY 75%	6,801	120,10

	Beton	Berat Beton (Kg)	Rata-rata Kuat Tekan
K250	Normal	7,720	259,83
	STY 25%	7,310	197,14
	STY 50%	6,747	116,32
	STY 75%	6,190	85,35
K300	Normal	7,885	302,89
	STY 25%	7,496	225,84
	STY 50%	7,070	130,67
	STY 75%	6,510	100,46
K350	Normal	7,941	362,56
	STY 25%	7,558	252,28
	STY 50%	7,219	138,23
	STY 75%	6,801	120,10



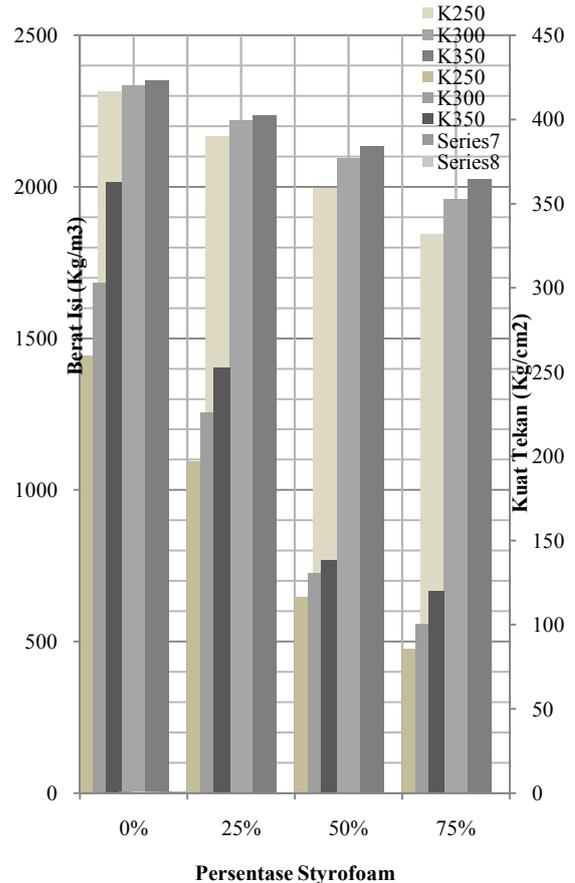
Gambar 3. Perbandingan kuat tekan masing - masing mutu beton

Tabel IV.5. Hasil Uji Beton Tanpa *Plastiment-VZ*

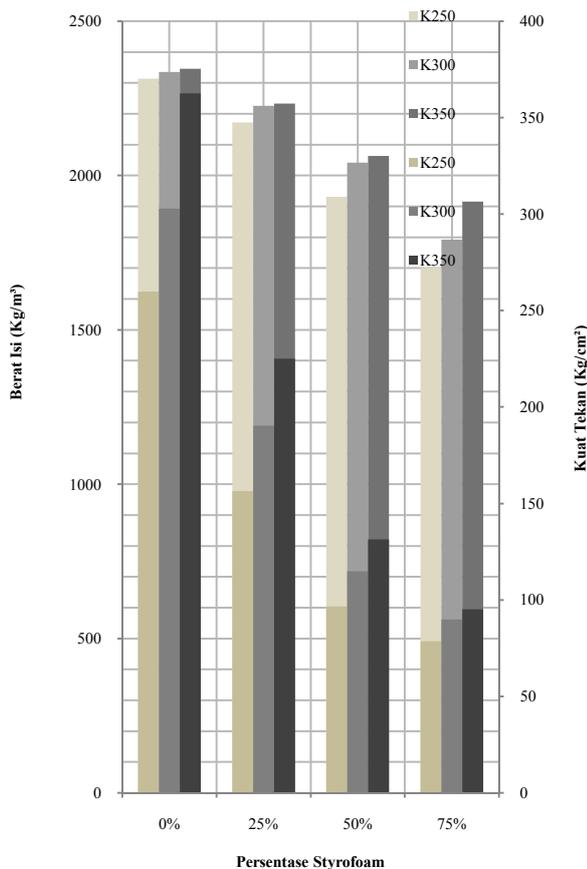
4.6 Hubungan Kuat Tekan Beton dan Berat Isi Beton Styrofoam Viscocrete-10

Tabel IV.6. Rekapitulasi Berat Isi Dan Kuat Tekan Beton

Beton	Berat Isi (kg/m ³)		Kuat Tekan (kg/cm ²)	
	Non	Plastiment VZ	Non	Plastiment VZ
K250	2314	2314	259,83	259,83
	2172	2167	156,35	197,14
	1931	1997	96,68	116,32
	1701	1845	78,55	85,35
K300	2333	2333	302,89	302,89
	2226	2218	190,34	225,84
	2042	2093	114,81	130,67
	1792	1958	89,88	100,46
K350	2352	2352	362,56	362,56
	2233	2236	225,09	252,28
	2064	2134	131,43	138,23
	1916	2024	95,17	120,10



Gambar 5. Hubungan berat isi dan kuat tekan beton substitusi Styrofoam dengan bahan tambah



Gambar 4. Hubungan berat isi dan kuat tekan beton substitusi Styrofoam tanpa bahan tambah

Beton campuran *styrofoam* baik dengan bahan tambah *plastiment vz* maupun tanpa bahan tambah, untuk masing-masing mutu beton yang diteliti, tidak ada yang mencapai dari kuat tekan yang direncanakan, yang paling mendekati dari masing-masing mutu beton adalah K250 25% hanya mencapai 21,44% untuk mendekati dari kuat tekan rencana untuk beton campuran *styrofoam* dengan bahan tambah. Beton campuran *styrofoam* dengan penambahan *plastiment vz* berat isi secara langsung mempengaruhi kuat tekan beton. Seperti pada beton K250 dengan berat isi 1997 Kg/m³ dan K350 dengan berat isi 2024 Kg/m³ mempunyai kuat tekan sebesar 116,32 Kg/cm² dan 120,1 Kg/cm², meskipun masing-masing memiliki mutu beton yang berbeda.

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, mutu beton K250 untuk kedua jenis beton termasuk kedalam beton ringan, dengan berat satuan masing-masing 1701 Kg/m³ dan 1845 Kg/m³, dikarenakan berat satuan di bawah 1900 Kg/m³. Sedangkan untuk variasi beton campuran *styrofoam* baik dengan bahan tambah maupun tanpa bahan tambah untuk masing-masing mutu beton semuanya termasuk kedalam jenis beton normal, karena berat isi diantara 1900 Kg/m³-2500 Kg/m³.

Untuk karakteristik beton K350 dengan campuran *styrofoam* 25% dengan bahan tambah

plastiment vz, kuat tekannya mencapai 252,28 Kg/cm² dengan berat isi 2336 kg/m³, memungkinkan untuk di gunakan dan dibandingkan dengan karakteristik beton K250 normal dengan berat isi 2314 Kg/m³ dan kuat tekan sebesar 259,83 kg/cm². Jadi untuk beton campuran styrofoam K350 25% dapat digunakan untuk beton normal tanpa campuran dan tambahan karakteristik K250, dengan persentase perbandingan sebesar 3,44% lebih ringan berat isi beton K250 beton normal.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan mengenai pengolahan data uji kuat tekan dan berat isi beton campuran styrofoam dengan zat tambah plastiment vz, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengaruh dari substitusi styrofoam dengan bahan tambah maupun tanpa bahan tambah, untuk masing-masing mutu beton mengalami penurunan berat isi , penurunan berat isi terbesar terjadi pada beton substitusi styrofoam tanpa bahan tambah K250 75% yaitu sampai 26,49%.
2. Beton normal K250 yang memiliki pencapaian terhadap karakteristik rencana, yaitu lebih dari 3,93%. Sedangkan untuk karakteristik beton normal K300 sebaliknya, hanya mempunyai pencapaian terhadap karakteristik rencana sebesar 0,96%.
3. Beton campuran styrofoam dengan penambahan plastiment vz untuk semua karakteristik yang paling tinggi pencapaiannya diantara masing-masing mutu beton adalah beton K250 25% sebesar 21,44%.
4. Mutu beton K250 untuk kedua jenis beton termasuk kedalam beton ringan, dengan berat satuan masing-masing 1707 Kg/m³ dan 1845 Kg/m³ (SNI-2847-2002).
5. Beton campuran styrofoam K350 25%, dengan bahan tambah termasuk kedalam mutu sedang menurut Puslitbang Prasarana Transportasi 2005.
6. Beton campuran styrofoam 25% untuk masing-masing mutu beton, termasuk kedalam beton mutu sedang dan mutu rendah I. Sedangkan untuk masing-masing beton campuran styrofoam K250, K300 dan K350 untuk variasi substitusi styrofoam lebih dari 25% secara umum termasuk kedalam mutu rendah II.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk penentuan gradasi dari agregat halus pada zona 2, dan melakukan penelitian pengaruh penyampuran styrofoam terhadap permeabilitas beton.

2. Proses pemadatan campuran beton dengan meja getar hendaknya jangan terlalu lama, dikarenakan akan membuat butiran styrofoam naik ke permukaan adukan.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk melakukan penelitian terhadap dampak beton campuran styrofoam terhadap kesehatan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1979. Cetakan Ke-2. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Balitbang - Pekerjaan Umum, 1993. *Tata Cara Pembuatan Beton Normal, SK SNI 03-2834-1993*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional, 2009. ICS 91.100.30. *Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar, SK SNI-03-1968-1990*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2009. ICS 91.100.30. *Cara Uji Berat Isi Beton Ringan Struktural, SK SNI 3402:2008*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 1997. *Spesifikasi Beton Siap Pakai, SK SNI 03-4433-1997*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Mektek, 2013. *Pengaruh Bahan Tambah Plastiment-VZ Terhadap Sifat Beton*. Majalah Ilmiah Kota Palu, Palu
- Dedi Budi Setiawan, 2013. *Pemanfaatan Limbah Agregat Pumice Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Pengganti Beton Biasa Untuk Struktur Bangunan*. Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang, Semarang.
- Handy Yohanes Karwur, 2010. *Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen*. Fakultas Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil UNSRAT, Manado.
- R. Buyung Anugraha, 2010. *Beton Ringan dari Campuran Styrofoam dan Serbuk Gergaji dengan Semen Portland 250, 300 dan 350 kg/m³*. Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP ITS, Surabaya.
- Ketut Sudipta I Gusti, 2009. *Permeabilitas Beton Dengan Penambahan Styrofoam*. Teknik Sipil Universitas Udayana, Denpasar.