

PERBEDAAN UMUR PENCAPAIAN KUAT TEKAN BETON DARI PEREKAT SEMEN OPC, PPC DAN PCC

I Wayan Intara

Jurusan Teknik sipil, Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, PO Box 1064 Tuban Badung – Bali
Phone (0361) 701981, Fax. (0361) 701128
E-mail : intarajoist@yahoo.com

Abstrak : Di pasaran sangat sulit mendapatkan Semen Portland tipe I (OPC), yang beredar saat ini adalah PPC (portland pozollan cement) dan PCC (portland composite cement). Semen jenis inilah yang saat ini dipergunakan sebagai bahan perekat dalam campuran beton. Pada usaha ready mix juga terjadi persaingan yang demikian ketat, sehingga untuk dapat tetap eksis mereka mensubstitusikan semen dengan *fly ash* (abu terbang) untuk mendapatkan harga lebih kompetitif.

Permasalahan muncul di lapangan pada saat pengetesan benda uji kubus maupun silinder, yaitu pengujian sampel beton dalam berbagai umur. Sering didapatkan data uji pada umur 3, 7, 14 hari bahwa kuat tekan beton sesuai dengan kuat tekan rencana bahkan lebih besar. Namun pada pengujian sampel yang berumur 28 hari sering menghasilkan nilai yang lebih kecil dari mutu rencana. Untuk menentukan nilai kuat tekan pengujian pada umur kurang dari 28 hari dikonversi dengan koefisien umur dan kuat tekan yang dikutif dari PBI 71. Benda uji kubus yang dipergunakan dalam PBI 71 berasal dari semen tipe I. Oleh karena kontroversi tersebut penulis ingin mendapatkan jawaban mengapa bisa terjadi permasalahan seperti di atas.

PPC maupun PCC merupakan Semen Portland Pozolan. Dari beberapa penelitian terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan dari material pozolan sebagai pengganti sebagian semen antara lain : fly ash, coverslag, spent catalis, serbuk batu tabas, dan portland pozolan cement. Semua penelitian yang telah dilakukan oleh Barkiah (2003), Suryabermansyah (2002), Sihotang (2008), Intara (2010), dan Salain (2007) mendapatkan bahwa, pada umur-umur awal (sebelum 28 hari) beton yang menggunakan pozolan sebagai substitusi semen menghasilkan nilai kuat tekan lebih rendah daripada beton dengan campuran semen tipe I (semen normal/Ordinary Portland Cement). Peningkatan kuat tekan terjadi setelah umur 28 hari.

Kata kunci : Beton, Pozolan, Umur beton, Kuat tekan beton

DIFFERENCE AGE ACHIEVEMENT OF CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH OF OPC, PPC AND PCC CEMENT PASTE

Abstraction : *In General it is very difficult to get the type I Portland Cement (OPC) , the type of cement currently available is a PPC (portland cement pozollan) and PCC (portland cement composite) . This type of cement that is currently used as an adhesive in the concrete mix . In business there is competition ready mix well so tight , so as to be able to keep their existing substituting cement with fly ash to get a more competitive price .*

Problems arise in field at the time to test specimen cubes and cylinders , namely the testing of concrete samples in a variety of ages . Often the test data obtained at the age of 3 , 7 , 14 that the compressive strength of concrete compressive strength in accordance with the plan even bigger . But in testing 28 days old samples often result in a smaller value than the quality of the plan . To determine the compressive strength testing at age less than 28 days converted to the coefficients of age and compressive strength of PBI dikutif 71 . Cube Specimens used in PBI 71 comes from the cement type I . Hence the controversy authors would like to get an answer why it could happen that problems .

PPC and PCC is Pozolan Portland Cement . From some research on concrete compressive strength of the material produced as a partial replacement of cement Pozolan include: fly ash , coverslag , spent catalis , stone powder Tabas , and portland cement Pozolan . All the researches that have been conducted by Barkiah (2003) , Suryabermansyah (2002) , Sihotang (2008) , Intara (2010) , and Salain (2007) found that , in the early age (before 28 days) use concrete as a substitute Pozolan cement resulted in lower compressive strength than concrete with cement type I (normal cement / Ordinary Portland Cement) . The increase in compressive strength occurred after 28 days .

Key words : Concrete, Pozolan, Concrete Age, Concrete Compressive Strength

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Bali pada tahun terakhir ini pembangunan berkembang begitu pesatnya, hal ini secara langsung menyebabkan pelaksanaan pekerjaan konstruksi juga demikian banyaknya. Konstruksi beton bertulang menjadi pilihan utama, sehingga kebutuhan komponen beton semakin besar. Semen yang merupakan salah satu material beton menjadi semakin mahal, dengan demikian muncul persaingan dipasaran konstruksi. Dipasaran umum sangat sulit mendapatkan Semen Portland tipe I (OPC), yang beredar saat ini adalah PPC (portland pozollan cement) dan PCC (portland composite cement). Semen jenis inilah yang saat ini dipergunakan sebagai bahan perekat dalam campuran beton. Pada usaha ready mix juga terjadi persaingan yang demikian ketat, sehingga untuk dapat tetap eksis mereka mensubstitusikan semen dengan fly ash untuk mendapatkan harga lebih kompetitif.

Permasalahan muncul di lapangan pada saat pengetesan benda uji kubus maupun silinder, yaitu pengujian sampel beton dalam berbagai umur. Sering didapatkan data uji pada umur 3, 7, 14 hari bahwa kuat tekan beton sesuai dengan kuat tekan rencana bahkan lebih besar. Namun pada pengujian sampel yang berumur 28 hari sering menghasilkan nilai yang lebih kecil dari mutu rencana. Untuk menentukan nilai kuat tekan pengujian pada umur kurang dari 28 hari dikonversi dengan koefisien umur dan kuat tekan yang dikuratif dari PBI 71. Benda uji kubus yang dipergunakan dalam PBI 71 berasal dari semen tipe I. Oleh karena kontroversi tersebut penulis ingin mendapatkan jawaban mengapa bisa terjadi permasalahan seperti di atas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini adalah :

- Apakah kandungan semen PPC dan PCC itu ?
- Berapa umur pencapaian kuat tekan beton dari semen PCC, dan PPC ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui :

- Kandungan semen PPC dan PCC
- Umur pencapaian kuat tekan beton dari Semen PCC, dan PPC ?

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

- Supaya pelaku konstruksi mengetahui kandungan semen PPC dan PCC
- untuk mendapatkan jawaban tentang umur pencapaian kuat tekan beton dari semen PCC dan PPC
-

2. METODE PENELITIAN

2.1 Mempelajari daftar pustaka

Dalam penelitian ini dilakukan dengan merujuk berbagai literatur dan penelitian yang terkait dengan umur dan kuat tekan beton. Beton yang dimaksud adalah yang berasal dari semen portland tipe I dan semen portland pozolan.

2.2 Menganalisis dan mereview literatur

Setelah mendapatkan literatur tentang penelitian dan pengujian beton dari semen portland tipe I maupun semen portland pozolan, kemudian melakukan analisis dan perbandingan terhadap umur dan jenis semen yang digunakan dalam beton.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Portland Pozolan Cement (PPC)

Semen Portland Pozzolan adalah semen hidrolis yang terdiri dari campuran homogen antara semen Portland dan Pozzolan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen Portland dan Pozzolan bersama-sama atau mencampur secara rata bubuk semen Portland dan Pozzolan atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozzolan 15 s.d 40% massa Semen Portland Pozzolan.

3.2 Semen Portland Komposit (PCC) :

Semen Portland Komposit adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak Semen Portland dan gipsium dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran bubuk Semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain.

3.3 Pozzolan

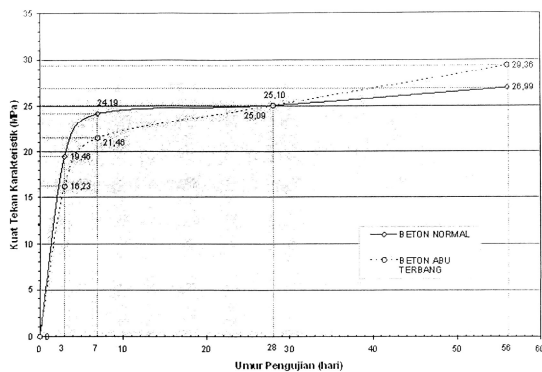
Pozzolan adalah suatu material yang berupa mineral yang dapat bersifat semen bila bereaksi dengan senyawa yang eksotermik atau senyawa yang terdapat dalam semen. Dewasa ini telah banyak diteliti material cementitious antara lain: *fly ash*, *copper slag*, *iron slag*, dan *silica fume*.

3.3.1 Fly ash

Fly ash atau disebut abu terbang adalah merupakan produk sampingan (limbah padat) dari proses pembakaran batu bara untuk pembangkit tenaga listrik uap. Secara fisik abu terbang berbentuk bubuk halus dengan distribusi diameter berkisar antara 0,3 – 20 μm . Telah dilakukan penelitian terhadap penggunaan *fly ash* sebagai pengganti semen oleh Barkiah (2003). Mutu beton rencana 35 MPa, Agregat kasar (kerikil alami), agregat halus (pasir alami), semen Portland tipe 1 merk tiga roda, Abu terbang yang dipakai dalam penelitian ini adalah dari sisa pembakaran batu bara pada PLTU Asam-asam, dan air PDAM dari Lab Struktur Fakultas Teknik Unlam Banjar Baru.

Hasil penelitiannya mendapatkan komposisi optimal *fly ash* yang diperlukan sebesar 25% untuk menghasilkan peningkatan kuat tekan beton sebesar 8,78% seperti terlihat pada Grafik 3.1 yang dengan jelas menunjukkan terjadi **peningkatan kuat tekan**

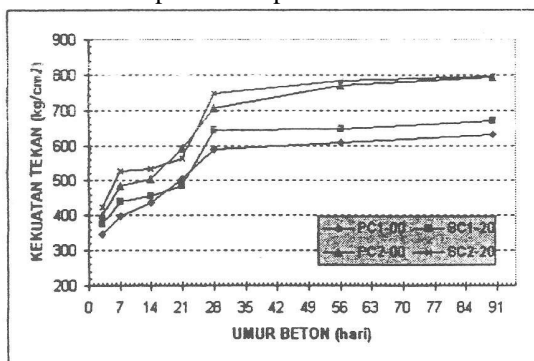
beton setelah umur 28 hari, sebelumnya justru yang terjadi adalah kuat tekan beton flyash lebih rendah daripada beton normal.



Gambar 2.1 Hubungan umur terhadap kuat tekan benda uji beton campuran fly ash [Barkiah, 2003]

3.3.2 Copper slag

Copper slag merupakan salah satu produk yang diperoleh dari pabrik pengolahan atau pemurnian tembaga dan juga sebagai residu dari pabrik semen. Bahan ini telah digunakan sebagai material admixture pengganti semen pada produksi beton mutu tinggi. Telah dilakukan penelitian terhadap penggunaan slag sebagai pengganti sebagian semen oleh Suryabermansyah (2002). Mutu beton rencana adalah 60 MPa (PC1-00) dan 70 MPa (PC2-00) dengan fas 0,29 dan 0,25. Dalam penelitian tersebut kuat tekan beton standar yang dicapai $f'c = 58,99$ MPa dan $f'c = 64,43$ MPa pada umur 28 hari lebih rendah dari kuat rencana (mix desain $f'c = 60$ MPa dan 70 MPa). **Kuat tekan beton slag pada umur 28 hari** adalah sebesar 70,45 MPa (SCL1-20) dan 74,70 MPa (SCL2-20). Sebelum umur 28 hari kuat tekan beton slag masih lebih rendah daripada beton normal dapat dilihat pada Grafik 2.2.



Gambar 3.2 Hubungan umur terhadap kuat tekan benda uji beton campuran copper slag [Suryabermansyah, 2002]

3.3.3 Spent Catalyst RCC-15

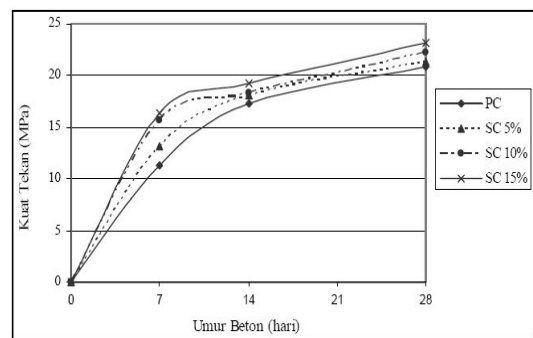
Dalam pengolahan minyak bumi, Residu Catalytic Cracker 15 (RCC-15) berfungsi untuk memecahkan hidrokarbon rantai panjang menjadi

rantai pendek dengan menggunakan aktivator katalis serta hidrogen.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa spent catalyst RCC-15 memiliki kandungan silika oksida dan aluminium oksida yang cukup tinggi. Berdasarkan kandungan kimia tersebut, khususnya SiO₂ yang cukup tinggi, maka diperkirakan spent catalyst dapat berfungsi sebagai pozzolan, yang dapat menggantikan sebagian semen pada campuran beton.

Sihotang (2008) melakukan penelitian terhadap spent catalyst yang berasal dari limbah Pertamina UP VI Balongan Indramayu. Material pembentuk beton terdiri dari agregat kasar batu pecah Cipatik Padalarang, agregat halus pasir Galunggung, semen portland tipe I. Benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 200 mm dan diameter 10 mm, dengan kuat tekan rencana $f'c = 20$ MPa dan komposisi campuran beton ditunjukkan dalam tabel 2.7. Nilai slump 75-100 mm. Variasi umur beton 7, 14 dan 28 hari.

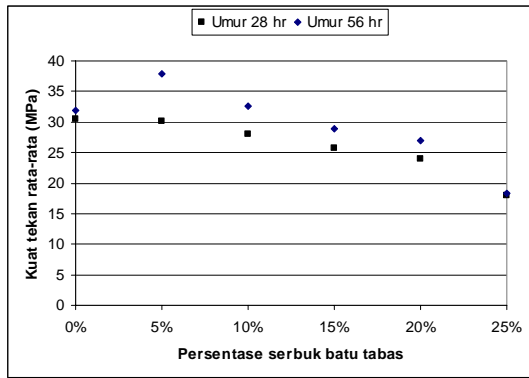
Dalam penelitian ini kuat tekan beton standar yang dicapai $f'c = 20,85$ MPa pada umur 28 sedikit lebih besar dari kuat rencana (mix desain $f'c = 20$ MPa). sedangkan beton dengan substitusi parsial spent catalyst (SC)15% sebesar 23,11 Mpa dapat dilihat dalam Gambar 2.3, jadi lebih tinggi sebesar 10,84% daripada kuat tekan beton standar. Kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton standar umur 28 hari adalah 2,19 MPa dan 21220 MPa, sedangkan SC 15 2,37 MPa dan 22697 MPa seperti terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Hubungan Umur dan Kuat Tekan Beton

3.3.4 Serbuk Batu Tabas

Pengujian dilakukan terhadap benda uji yang berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dari campuran beton dalam variasi serbuk batu tabas 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Pengujian dilakukan dalam 2 (dua) variasi umur, yaitu 28 hari dan 56 hari, masing-masing perlakuan 5 buah benda uji. Hasil rata-rata dari benda uji yang memenuhi syarat diperlihatkan pada gambar 3.4



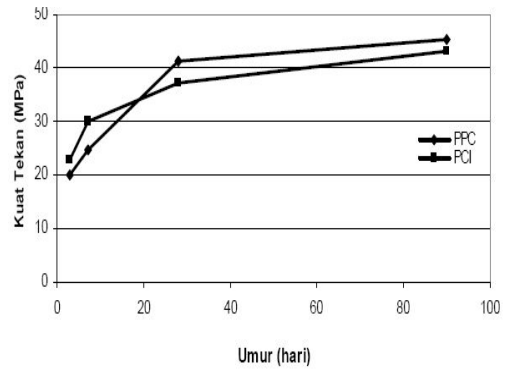
Gambar 3.4 Diagram pencar persentase batu tabas dengan kuat tekan beton

Dari data di atas terlihat bahwa pada umur 28 hari kuat tekan beton menurun secara linear seiring dengan pengurangan semen yang digantikan oleh serbuk batu tabas yaitu dari 30,56 Mpa sampai 18 Mpa. Dengan bertambahnya umur beton kuat tekan beton juga meningkat. **Pada umur 56 hari terjadi peningkatan sebesar 18,57% terhadap benda uji standar (0%) pada BT 5%, kemudian pada BT10% masih lebih tinggi 2,39 % terhadap BT0%. (Intara, 2010)**

3.3.5 Portland Pozolan Cement

Penelitian tentang perbandingan kuat tekan dan permeabilitas dari beton yang dibuat dengan menggunakan PPC dengan beton yang dibuat dengan menggunakan PCI pada umur hidrasi 3, 7, 28 dan 90 hari pernah dilakukan oleh Salain (2007). Diketahui bahan PPC memiliki karakter dan properti yang berbeda dibandingkan dengan semen portland umum, yaitu merupakan campuran dari klinker semen portland dengan bahan yang **mempunyai sifat pozzolan**.

Hasil uji kuat tekan beton yang dibuat dengan menggunakan semen PPC maupun PCI pada umur uji 3, 7, 28 dan 90 hari ditampilkan pada Gambar 3.4. Dari gambar tersebut secara umum dapat dilihat bahwa kuat tekan beton meningkat dengan bertambahnya umur hidrasi. Hal ini terjadi baik pada beton yang dibuat dengan menggunakan PPC maupun beton yang menggunakan PCI. Namun demikian, terlihat juga bahwa **perkembangan kuat tekan beton yang menggunakan PPC relatif lebih lambat di umur awal bila dibandingkan dengan yang menggunakan PCI**. Sampai dengan umur 7 hari, beton yang menggunakan PPC menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah, sekitar 15%, dibandingkan dengan yang menggunakan PCI. Pada umur 28 dan 90 hari beton yang menggunakan PPC menghasilkan kuat tekan sebesar berturut-turut 41 dan 46 MPa, lebih tinggi sebesar 10% dan 8% dibandingkan beton PCI.



Gambar 3.5 Kuat tekan beton yang menggunakan PPC atau OPC pada berbagai umur (Salain, 2007)

3.3.6 Reaksi Hidrasi cementitious material

Pada saat hidrasi terjadi dua tahap reaksi yaitu reaksi primer berupa pembentukan C-S-H oleh semen kemudian dilanjutkan dengan reaksi sekunder berupa pengikatan Ca(OH)₂ oleh **silica aktif** dari bahan *cementitious* membentuk gel C-S-H. Umumnya reaksi sekunder terjadi setelah umur 28 hari Hal ini dapat disebabkan karena kehadiran cementitious material menghambat proses hidrasi pada umur awal (PEDC, 1987), sehingga proses pengerasan yang terjadi belum sempurna [Salain, 2007], dimana C-S-H sekunder sudah merapat dan memenuhi rongga-rongga dalam beton seiring dengan *pengerasan beton*. Sisa bahan *cementitious* yang tidak bereaksi pozzolanic akan mengisi pori-pori di antara agregat, semua ini memperkecil nilai porositas, permeabilitas mengakibatkan beton menjadi kedap, dan kuat tekan meningkat [Anggraini,2003].

Di samping itu, dalam pozzolan juga terdapat mineral alumina atau oksida besi, dimana gabungan antara silika amorf, alumina dan oksida besi itu dengan kapur akan membentuk senyawa kompleks yang mengeras pula [PEDC, 1987].

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 SIMPULAN

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan beberapa hal tentang permasalahan yang dipertanyakan dalam pendahuluan :

4.1.1 Semen PPC dan PCC

PPC adalah Semen Portland Pozzolan yaitu semen hidrolis yang terdiri dari campuran homogen antara semen Portland dan Pozzolan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen Portland dan Pozzolan bersama-sama atau mencampur secara rata bubuk semen Portland dan Pozzolan atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozzolan 15 s.d 40% massa Semen Portland Pozzolan.

PCC adalah semen Portland Komposit adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen Portland dan gipsium dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran

bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain yang bersifat pozolant.

4.1.2 Hubungan Kuat Tekan Beton terhadap Umur Beton

Menurut sub bab diatas disimpulkan bahwa PPC maupun PCC merupakan Semen Portland Pozolan. Dari beberapa penelitian terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan dari material pozolan sebagai pengganti sebagian semen antara lain : fly ash, coverslag, spent catalis, serbuk batu tabas, dan portland pozolan cement. Semua penelitian yang telah dilakukan oleh Barkiah (2003), Suryabermansyah (2002), Sihotang (2008), Intara (2010), dan Salain (2007) mendapatkan bahwa, pada umur-umur awal (sebelum 28 hari) beton yang menggunakan pozolan sebagai substitusi semen menghasilkan nilai kuat tekan lebih rendah daripada beton dengan campuran semen tipe I (semen normal/Ordinary Portland Cement). Peningkatan kuat tekan terjadi setelah umur 28 hari. Juga dijelaskan bahwa pada saat hidrasi terjadi dua tahap reaksi yaitu reaksi primer berupa pembentukan C-S-H oleh semen kemudian dilanjutkan dengan reaksi skunder berupa pengikatan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ oleh **silica aktif** dari bahan *cementitious* membentuk gel C-S-H. Umumnya reaksi skunder terjadi setelah umur 28 hari Hal ini dapat disebabkan oleh kehadiran *cementitious* material menghambat proses hidrasi pada umur awal (PEDC, 1987), sehingga proses pengerasan yang terjadi belum sempurna

Dengan demikian, tidaklah layak menggunakan konversi kuat tekan terhadap umur yang direkomendasikan dalam PBI 71. Di dalam PBI 71 sudah jelas menyebutkan bahwa angka konversi tersebut diberlakukan untuk kubus beton dari campuran semen portland tipe I (OPC).

4.2 SARAN

Sesuai simpulan diatas bahwa konversi umur dan kuat tekan dalam PBI 71 tidak layak digunakan untuk beton dari campuran semen pozolan, maka kami sarankan beberapa hal antara lain ;

1. Perlu dilakukan penelitian terhadap kuat tekan beton pada umur seperti yang tercantum dalam PBI 71 yaitu umur 3, 7, 14, 28, 56, 90, dan 365 hari, dengan komposisi substitusi semen maksimum 20%.
2. Dalam aplikasi dilapangan agar diperhatikan umur pembongkaran begisting bila menggunakan semen PPC ataupun PCC, mempertimbangkan umur pencapaian kekuatan tekan beton.
3. Pada konstruksi lantai 2 atau lebih sebaiknya tetap diberikan perkuatan atau suporting pada lantai di bawahnya bila akan dibebani pada lantai diatasnya, bila menggunakan semen PPC ataupun PCC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Anonim, 2008, *Potensi Bangunan*, www_pertambangan-jatim
- [2]Anonim,1987, *Teknologi Bahan* , DepDikBud PEDC, Bandung
- [3]Anonim,2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [4]Anonim,2004, *Semen portland SNI 15-2049-2004*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [5]Anonim,2004, *Semen portland pozolan SNI 15-0302-2004*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [6]Barkiah I, 2003, *Studi Laju Peningkatan Kekuatan Tekan Beton yang memakai Abu Terbang*, Fakultas Teknik Unlam, Banjarmasin
- [7]Bermansyah S, 2002, *Sifat mekanis Beton Mutu Tinggi Dengan Campuran Copper Slag Sebagai Cementitious Material*, Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala.
- [8]Hadi S., 2004, *Analisa Regresi*, Andi, Yogyakarta.
- [9]Intara, 2010, *Pengaruh Serbuk Batu Tabas Sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Kuat Tekan Beton*, Politeknik Negeri Bali.
- [10]Kusuma G. H., 1994, *Pedoman Pengerjaan Beton*, Erlangga, Jakarta
- [11]Muljono T, 2004, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta
- [12]Murdock, L.J. dan Brook, K.M. 1991. *Bahan dan Pratek beton*. terjemahan Stephanus Hendarko. Jakarta: Erlangga.
- [13]Nugraha P, 2007, *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi*, Universitas Kristen Indonesia, Andi Offset, Yogyakarta.
- [14]Salain I.M.A.K., 2007, *Kekuatan Serta Produk Hidrasi Dari Campuran Terak Tanur Tinggi Dan Abu Terbang Yang Dihasilkan Melalui Teknologi Pembakaran Bantalan Yang Difluidasi*, Prosiding Konferensi Nasional Pengembangan Infrastruktur Berkelanjutan, Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Hotel Sahid, Kuta, Bali.
- [15]Stanislaus S.U. 2006. *Pedoman Analisis Data Dengan SPSS*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- [16]Sugiyono. 2006, *Statistika Untuk Penelitian*. CV Alfabetha. Bandung
- [17]Sunaryo G, 2007, *Rancangan Campuran Batu Padas Buatan Jenis Kelating Dengan Memanfaatkan Limbah Batu Tabas*, Tesis Magister Teknik Sipil Universitas Udayana, Denpasar.
- [18]Tjokrodinuljo K, *Teknologi Beton*, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [19]Wibowo FX. N dan Bintari, 2000, *Pengaruh Perawatan Uap Air Pada Beton Dengan silica Fume*, Teknik sipil Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.