

**PENGARUH TERAK SEBAGAI PENGGANTI
SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT LEKAT
DAN BERAT JENIS BETON DENGAN PERBANDINGAN 1:2:3**

**Suci Amri Mukti Abundant, Ida Nugroho Saputro,S.T, M.Eng,
Anis Rahmawati, S.T, M.T**

Prodi. Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, FKIP,
UNS
Kampus UNS Pabelan, Jl. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax 0271 718419
e-mail: uchieamrie@rocketmail.com

ABSTRAK

Suci Amri Mukti Abundant. **PENGARUH TERAK SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT LEKAT DAN BERAT JENIS BETON DENGAN PERBANDINGAN 1:2:3**. Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta. September 2013.

Tujuan penelitian ini adalah untuk, (1) mengetahui pengaruh terak sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap kuat lekat beton dengan metode perbandingan 1:2:3, (2) mengetahui pengaruh terak sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap berat jenis beton dengan metode perbandingan 1:2:3, (3) mengetahui persentase terak optimal sebagai pengganti sebagian agregat kasar yang menghasilkan kuat lekat beton maksimal dengan metode perbandingan 1:2:3, (4) mengetahui persentase terak optimal sebagai pengganti sebagian agregat kasar yang menghasilkan berat jenis beton normal dengan metode perbandingan 1:2:3.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Adapun variabel yang mempengaruhi langsung dalam penelitian ini adalah (1) variabel terikat: kuat lekat dan berat jenis beton, (2) variabel bebas: persentase terak dengan variasi penggantian 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% menggunakan baja tulangan berdiameter 12 mm.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa (1) penggunaan terak sebagai pengganti sebagian agregat kasar berpengaruh kuat terhadap kuat lekat beton, (2) Penggunaan terak sebagai pengganti sebagian agregat kasar berpengaruh kuat terhadap berat jenis beton, (3) Persentase terak optimal sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada kuat lekat beton diperoleh pada persentase terak 43,125% dengan hasil 53,727 kg/cm², (4) Persentase terak optimal sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap berat jenis beton didapat pada persentase 100% dengan hasil 2429,67 kg/m³.

Simpulan dari penelitian ini adalah terak berpengaruh kuat terhadap kuat lekat dan berat jenis beton.

Kata kunci: beton, terak, kuat lekat, berat jenis

ABSTRACT

Suci Amri Mukti Abundant. **THE EFFECT OF USING SLAG AS THE REPLACEMENT OF ROUGH AGGREGATE TOWARD THE BOND STRESS AND THE SPECIFIC GRAVITY OF THE CONCRETE WITH THE EQUIVALENT METHOD 1:2:3**. Research Paper, Teacher Training and Education Faculty of Sebelas Maret University. September 2013.

The objectives of this research are, (1) to know the effect of using slag as the replacement of rough aggregate toward the bond stress of concrete with the equivalent method 1:2:3, (2) to know the effect of using slag as the replacement of rough aggregate toward the specific gravity of the concrete with the equivalent method 1:2:3, (3) to know the percentage of the optimum slag as the replacement of rough aggregate which generate the maximum specific gravity with the equivalent method 1:2:3, (4) to know the percentage of optimum slag as the replacement of rough aggregate which generate the normal specific gravity with the equivalent method 1:2:3.

This research uses qualitative method. The variables that directly influence this research are (1) dependent variable: the bond stress and specific gravity of the concrete, (2) independent variable: percentage of slag with the replacement variation 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% using the 12 mm steel.

Based on the result of this research, it can be concluded that (1) the use of slag as the replacement of rough aggregate influences the bond stress, (2) the use of slag as the replacement of rough aggregate influences the specific gravity of the concrete, (3) the percentage of optimum slag as the replacement of rough aggregate toward the bond stress of the concrete is generated at the percentage of 43,125% generating 53,727 kg/cm², (4) the optimum percentage of slag as the replacement of rough aggregate toward the specific gravity of the concrete is generated as the percentage of 100% generating 2429,67 kg/m³.

The conclusion of this research is that the slag is highly influence the bond stress and specific gravity of the concrete.

Keywords: concrete, slag, bond stress, specific gravity.

A. PENDAHULUAN

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang sangat populer digunakan hingga saat ini, baik pada bangunan yang bersifat struktural maupun pada bangunan yang non struktural. Sebagai bahan bangunan beton mempunyai berbagai kelebihan dan kekurangannya. Disamping kelebihan, beton juga mempunyai kekurangan terutama karena sifatnya yang getas dan tidak mampu menahan tarik. Sehingga agar beton mampu menerima tegangan tarik dapat diatasi dengan cara menambahkan baja tulangan. Dengan begitu tulangan bajanya dapat menahan gaya tarik dan betonnya sendiri bisa menahan gaya desak, sehingga kombinasi dari beton dan

baja tulangan ini disebut dengan beton bertulang. Beton sendiri dibentuk dari campuran antara agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir) dan juga bahan pengikat. Namun disini agregat kasarnya akan diganti dengan terak.

Menurut pendapat yang diungkapkan oleh Y. Soehardono (1989:1) menyebutkan mengenai definisi beton, yaitu: "Batu buatan yang terbuat dari campuran empat macam bahan yaitu *Portland Cemen*, pasir, kerikil atau batu pecah dan air. Keempat bahan ini dicampur atau diaduk sebaik-baiknya sehingga terdapat suatu adukan yang rata". Jadi bahan penyusun beton akan tercampur dan akan membentuk suatu adukan yang rata. Pengertian dari beton, Tri Mulyono berpendapat, "Beton merupakan fungsi dari bahan strukturnya

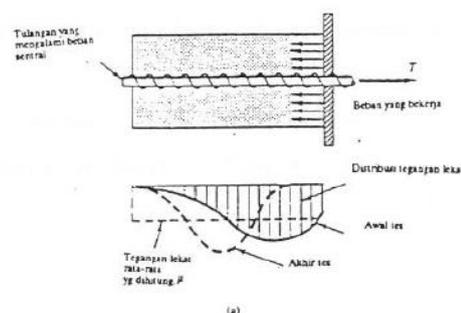
yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*)” (2004 : 3). “Beton adalah bahan yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambahan yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan bangunan non kimia) pada perbandingan tertentu “ (Tjokrodinuljo, 2004:1). Menurut SNI 03-2847-2002 disebutkan bahwa: “Beton adalah campuran antara semen *Portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membuat masa padat”. Jadi bahan penyusun beton akan tercampur dan membentuk masa padat.

Terak merupakan limbah dari pengecoran logam. Komposisi kimia terak terdiri dari Silika, Alumina, Ferro oksida, Magnesia, dan Alkalis. Dengan komposisi Silika yang cukup besar pada terak, diharapkan proses hidrasi yang terjadi antara pasta semen dan agregat akan membentuk *interface* yang lebih sempurna, sehingga kehancuran beton tidak terjadi pada *interface*, atau walaupun terjadi kehancuran pada *interface* diperlukan energi yang cukup tinggi, dengan kata lain akan diperoleh kekuatan beton yang cukup tinggi

Y. Soehardono (1996: 96) menjelaskan bahwa: “Kekuatan lekat adalah besarnya kekuatan yang dibutuhkan untuk menarik atau mendesak batang tulangan yang berhubungan dengan luas batang tulangan yang berhubungan dengan beton”. Jadi kekuatan lekat adalah kerjasama antara beton dan baja tulangan yang saling menarik atau mendesak. Phil M. Ferguson (1991: 156) menjelaskan bahwa: “Tegangan pelekatan adalah tegangan geser memanjang setempat, persatuan permukaan batang yang dipindahkan dari beton ke batang untuk merubah tegangan batang dari satu titik ke titik yang lain”. Jadi tegangan pelekatan adalah tegangan geser memanjang setempat yang berubah dari satu titik ke titik lain.. Tegangan lekatan adalah tegangan geser memanjang setempat per-satuan permukaan batang yang dipindahkan dari beton ke batang untuk mengubah tegangan batang dari satu titik ke titik yang lain sepanjang batang. Panjang penyaluran batang adalah keperluan penanaman dalam kondisi-kondisi tertentu untuk menjamin bahwa suatu batang dapat diberi tegangan sampai titik lelehnya, dengan suatu cadangan untuk menjamin kekerasan bagian konstruksi (R.A. Cook G.T. Doerr, et all, 1993:515). Dapat disimpulkan bahwa kuat lekat adalah kerjasama

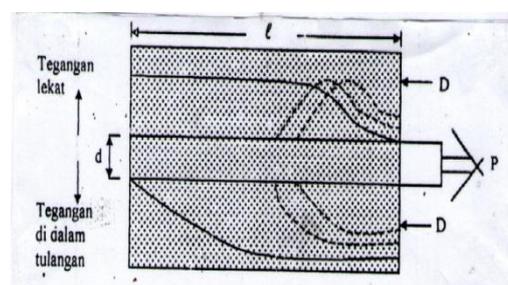
antara beton dengan baja tulangan yang saling menarik satu sama lain sehingga mengakibatkan terlepasnya lekatan antara tulangan dan beton.

Edward G. Nawy mengatakan bahwa kekuatan lekatan dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain, *Adhesi* antara elemen beton dengan tulangan baja, Tahanan gesekan (*friksi*) terhadap gelincir, Efek kualitas beton dan kekuatan tarik maupun tekannya, Efek mekanis penjangkaran ujung tulangan, diameter, bentang dan jarak tulangan semua akan mempengaruhi pertumbuhan retak. Salah satu cara untuk menentukan kualitas lekatan adalah dengan cara pengujian pencabutan (*Pull Out*), seperti pada Gambar 1 memperlihatkan jenis percobaan tersebut, prinsip pengujian pencabutan adalah suatu batang ditanamkan dalam sebuah silinder atau kubus empat persegi panjang masing-masing 15cm dari beton, dan gaya yang dibutuhkan untuk mencabut batang itu keluar atau membuatnya bergeser secara berlebihan.



Gambar 1 Percobaan pencabutan (Nawy, 1990 : 399.)

Y. Soehardono (1999: 58) menggambarkan kekuatan lekat beton, sebagai berikut :



Gambar 2 Percobaan Kekuatan Lekat (Sumber : Y. Soehardono, 1989: 58)

Untuk mengetahui berapa kekuatan lekat beton dapat dirumuskan oleh Y. Soehardono (1999: 67) sebagai berikut :

$$\tau_1 = \frac{P}{l \pi d}$$

dimana :

- τ_1 = kuat lekat (kg/cm^2)
- P = beban yang bekerja (kg)
- L = panjang tanam baja tulangan (cm)
- π = 3,14
- d = diameter tulangan (cm)

Penelitian dilaksanakan dan mengarah pada tujuan yang sebenarnya, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Adakah pengaruh terak sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan perbandingan 1:2:3 terhadap kuat lekat beton?
2. Adakah pengaruh terak sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan perbandingan 1:2:3 terhadap berat jenis pada beton?
3. Berapakah persentase terak optimal sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan perbandingan 1:2:3 yang menghasilkan kuat lekat beton maksimal?
4. Berapakah persentase terak optimal sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan perbandingan 1:2:3 yang menghasilkan berat jenis beton normal?

B. METODE PENELITIAN

Rancangan dan desain penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kuantitatif yaitu penelitian yang datanya berbentuk angka. (Sugiyono, 2011: 23). Dalam penelitian ini data kuantitatifnya yaitu memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh penggantian terak ke campuran beton dengan metode 1:2:3 terhadap kuat lekat dan berat jenis beton. Gambaran ini dibuat dengan mengadakan eksperimen terhadap sejumlah benda uji untuk mendapatkan data yang diperlukan.

Populasi dalam penelitian ini adalah beton dengan penambahan terak. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Kuat Lekat

- a. 6 buah silinder beton dimensi 30 cm x 15 cm dengan persentase penggantian terak 0%
- b. 6 buah silinder beton dimensi 30 cm x 15 cm dengan persentase penggantian terak 20%
- c. 6 buah silinder beton dimensi 30 cm x 15 cm dengan persentase penggantian terak 40%
- d. 6 buah silinder beton dimensi 30 cm x 15 cm dengan persentase penggantian terak 60%

- e. 6 buah silinder beton dimensi 30 cm x 15 cm dengan persentase penggantian terak 80%
- f. 6 buah silinder beton dimensi 30 cm x 15 cm dengan persentase penggantian terak 100%

2. Pengujian Berat Jenis

- a. 5 buah kubus beton dimensi 10 cm x 10 cm dengan persentase penggantian terak 0%
- b. 5 buah kubus beton dimensi 10 cm x 10 cm dengan persentase penggantian terak 20%
- c. 5 buah kubus beton dimensi 10 cm x 10 cm dengan persentase penggantian terak 40%
- d. 5 buah kubus beton dimensi 10 cm x 10 cm dengan persentase penggantian terak 60%
- e. 5 buah kubus beton dimensi 10 cm x 10 cm dengan persentase penggantian terak 80%
- f. 5 buah kubus beton dimensi 10 cm x 10 cm dengan persentase penggantian terak 100%

Teknik Pengumpulan Data dalam penelitian ini antara lain :

1. Data yang diperoleh dari hasil pengujian eksperimen dan pengamatan di laboratorium yang nantinya hasil akan dicatat dan digunakan sebagai hasil data untuk pembahasan, analisa data dan laporan penelitian. Adapun beberapa pengujian yang dilakukan yaitu kadar lumpur, kadar zat organik, specific gravity, gradasi agregat halus dan kasar, kadar air, abrasi agregat kasar sesuai dengan standar SK SNI S-04-1989-F, pengujian kuat lekat sesuai dengan standar SNI 03-4809-1998 dan berat jenis beton sesuai dengan standar SNI 03-2847-2002 dengan metode perbandingan 1:2:3.
2. Data yang diperoleh dari referensi seperti buku-buku yang relevan yang dapat membantu penelitian ini.

Teknik Analisis Data yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh penggantian terak dalam beton dengan campuran 1:2:3 terhadap kuat lekat dan berat jenis dengan teknik analisis regresi. Akan tetapi sebelum melakukan pengujian diadakan pengujian prasyarat analisis berupa uji normalitas dan uji linieritas

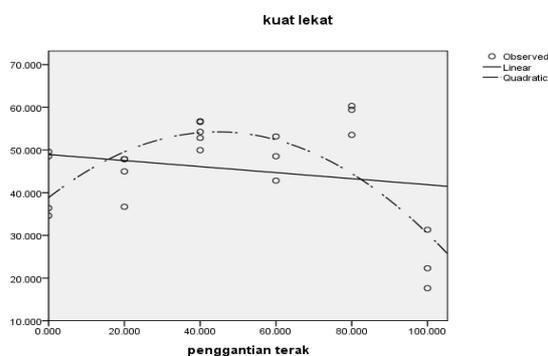
C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Ada pengaruh penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap kuat lekat beton dengan perbandingan 1:2:3. Diperoleh nilai R *Square* 0,516 dan nilai R sebesar 0,718 jadi dapat disimpulkan bahwa terak berpengaruh kuat

terhadap kuat lekat, diperoleh nilai signifikan 0,001 ($<0,05$) dan didapat F hitung = 10,108 dan F tabel 3,52, F hitung $>$ F tabel maka dapat diartikan bahwa penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap kuat lekat berpengaruh signifikan dan persamaan regresi yang berbentuk non linear (quadratic) dapat digunakan.

- Ada pengaruh penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap berat jenis beton dengan perbandingan 1:2:3. Diperoleh nilai R Square sebesar 0,550, nilai R sebesar 0,742 jadi dapat disimpulkan bahwa terak berpengaruh kuat terhadap berat jenis dan diperoleh nilai signifikan 0,006 ($<0,05$) dan didapat F hitung = 7,954 dan F tabel = 3,81, F hitung $>$ F tabel maka dapat diartikan bahwa penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap berat jenis berpengaruh signifikan dan persamaan regresi yang berbentuk non linear (quadratic) dapat digunakan.
- Ada persentase optimal penggantian terak yang menghasilkan kuat lekat beton maksimal. Persamaan regresi yang diperoleh dari program SPSS 16.0 yaitu $Y = -0,008X^2 + 0,690X + 38,849$. Lebih jelas dilihat pada gambar 3 sebagai berikut :

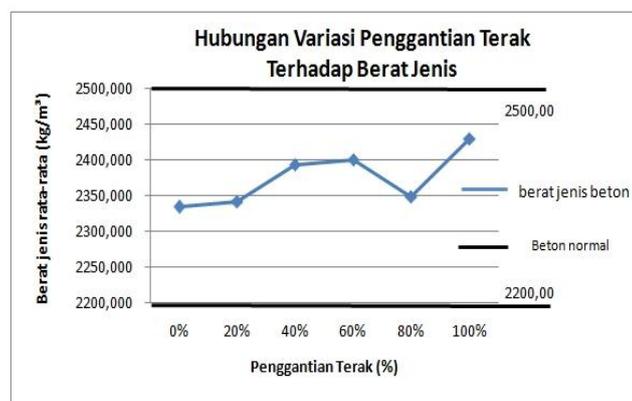


Gambar 3 Hasil Pengujian Kuat Lekat

Dari hasil perhitungan persamaan tersebut didapat nilai kuat lekat beton maksimal pada persentase 43,125 % dengan kuat lekat sebesar 53,727 kg/cm². Edward G. Nawy (1990: 398) berpendapat bahwa kuat lekat beton dan baja tulangan tergantung pada faktor-faktor utama yaitu adanya adhesi antara elemen beton dan bahan penguatnya, efek memegang (*gripping*) sebagai akibat dari susut pengeringan beton sekeliling tulangan dan saling geser antara tulangan beton dengan sekelilingnya, faktor diameter, bentuk dan jarak tulangan karena dapat

mempengaruhi pertumbuhan retak, tahan gesekan (*friction*) terhadap gelincir dan saling mengunci pada saat elemen penguat atau tulangan mengalami gaya tarik. Pada penelitian ini faktor diameter, bentuk dan jarak tulangan adalah sama tidak dibuat berbeda. Pada persentase penggantian terak 0% - 43,125% yang mengalami kenaikan kekuatan lekat disebabkan karena adanya kenaikan adhesi yang timbul dari reaksi antara silika yang terkandung dalam terak dengan sisa hidrasi semen yang membentuk bahan penguat baru. Selain itu karena kerikil lebih banyak persentasenya dibanding terak sehingga kerikil yang mempunyai permukaan yang berongga dapat menambah efek kekuatan memegang dengan tulangan yang mengakibatkan peningkatan kuat lekat. Sedangkan pada persentase penggantian terak 43,125% - 100% yang mengalami penurunan kekuatan lekat disebabkan karena kenaikan adhesi yang timbul dari reaksi antara silika yang terkandung dalam terak dengan sisa hidrasi semen lebih kecil dibanding dengan berkurangnya efek memegang (*gripping*) antara tulangan dan elemen pada beton akibat berkurangnya jumlah kerikil. Karena pada persentase ini terak lebih banyak persentasenya dibanding dengan kerikil, oleh karena itu terak yang mempunyai permukaan yang halus dan padat membuat kekuatan lekatnya menurun karena terak kurang dapat memegang (*gripping*) dengan tulangan. Sehingga terak dapat digunakan untuk pengganti agregat kasar dalam pembuatan beton khususnya dengan menggunakan metode pencampuran 1:2:3.

- Ada persentase optimal penggantian terak yang menghasilkan berat jenis beton normal. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4 Hasil Pengujian Berat Jenis

Dari penelitian ini berat jenis beton normal terdapat pada keseluruhan persentase 0%-100%. Dalam kondisi ini berat terak lebih berat dari kerikil. Hal ini disebabkan terak memiliki nilai *specific gravity* SSD sebesar 2,90. Sedangkan kerikil memiliki nilai *specific gravity* SSD sebesar 2,45. Sehingga beton yang mengandung terak lebih banyak, akan memiliki berat yang besar juga. Selain itu beton dengan penggunaan terak sebagai pengganti agregat kasar tidak cocok untuk bangunan yang berstruktur karena terak memiliki berat yang lebih besar dari kerikil. Namun pada persentase 80% terak mengalami penurunan berat jenis kondisi ini terjadi karena pada saat pencetakan beton dimana proses pencetakan antara sampel uji untuk kuat lekat yang berbentuk silinder dengan sampel uji untuk berat jenis yang berbentuk kubus berbeda. Lebih dahulu proses pencetakan silinder daripada kubus. Pada saat proses pencampuran beton selesai, benda uji yang dibuat terlebih dahulu adalah benda uji untuk kuat lekat yang berbentuk silinder. Baru sisanya dibuat untuk benda uji berat jenis yang berbentuk kubus sehingga kurang tercampur antara agregat kasar dan halus, dan agregat kasarnya banyak terdapat pada sampel uji kuat lekat silinder sedangkan untuk pembuatan benda uji berat jenis kubus tinggal terdapat sisanya yaitu banyak agregat halus daripada agregat kasarnya.

D. KESIMPULAN

1. Penggantian terak terhadap sebagian agregat kasar berpengaruh kuat (positif) terhadap kuat lekat beton. Diperoleh nilai signifikansi untuk kuat lekat beton sebesar $0,001 < 0,05$. F hitung $10,108 > F$ tabel $3,52$. Hasil ini memenuhi syarat regresi non-linier. Dalam uji linieritas kuat lekat mempunyai nilai R Square sebesar $0,516$ dan nilai R sebesar $0,718$.
2. Penggantian terak terhadap sebagian agregat kasar berpengaruh positif terhadap berat jenis beton. Diperoleh nilai signifikansi untuk berat jenis beton sebesar $0,006 < 0,05$. F hitung $7,954 > F$ tabel $3,81$. Hasil ini memenuhi syarat regresi non-linier. Dalam uji linieritas berat jenis mempunyai nilai R Square sebesar $0,550$, dan nilai R sebesar $0,742$.

3. Penggantian terak terhadap sebagian agregat kasar didapatkan kuat lekat beton yang optimum, pada persentase penggantian terak $43,125\%$ yaitu $53,727 \text{ kg/cm}^2$.
4. Persentase optimal penggantian terak terhadap sebagian agregat kasar yang menghasilkan berat jenis beton normal adalah pada 100% yaitu $2429,67 \text{ kg/m}^3$, dan beton terak termasuk dalam jenis beton normal yaitu antara $2200\text{-}2500 \text{ kg/m}^3$

E. DAFTAR PUSTAKA

- Astroni, A. (2007). *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Ferguson. M.P, Sutanto, B., Setianto, K. (1995). *Dasar – Dasar Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga
- Nawy, Edward G., 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, Terjemaha, Ir. Bambang Suryanto, MSc*. Bandung : PT – Eresco
- PBI NI-2 Tahun 1971
- Pedoman Penulisan Skripsi. (2012). Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- Pusjatan-balitbang PU. (1997). SNI 03-4431-1997
- Pusjatan-balitbang PU. (1998). SNI 03-4810-1998
- Pusjatan-balitbang PU. (2000). SNI 03-2834-2000
- Pusjatan-balitbang PU. (2002). SNI 03-2847-2002
- RA. Cook, G.T. Doerr, et all., 1993, “Bond Stress Model for Design of Adhesive Anchors”, ACI Structure Journal. Title no. 90-553
- Soehardono, Y., (1989). *Konstruksi Beton I Teknologi Beton*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- Sugiyono. (2009). *Metodologi Penelitian*. Bandung : Alfabeta

Sugiyono. (2010). Statistik Untuk Penelitian. Bandung : Alfabeta

Tjokrodimuljo,K., (2004). Teknologi Beton. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada

Trihendradi, C. (2011) . Langkah-Langkah Mudah melakukan Analisis Stasistik menggunakan SPSS 19 . Yogyakarta : CV. Andi Offset