

PEMANFAATAN LUMPUR LIMBAH TINTA SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI PADA MATERIAL BANGUNAN BERBASIS SEMEN

Arif Hidayat¹

ABSTRACT

Ink residue as a site product from printing factories can accumulate in time forming an environmental threatening product. Beside from its magnitude in terms of quantity, its black-brownish color can also contaminate surrounding areas. Studies performed at the Material and Structural Laboratory, Diponegoro University, attempt to increase this ink residue's commercial value by using it as a substituting material for cement based products. Cement based products which are investigated are concrete and paving blocks. Concrete is a building material consisting of sand, gravel and cement acting as binding agent. On the other hand Paving Blocks consisting only of sand and cement and are formed by pressing the mass, requiring a mix with a very low water content. The ink residue was replacing parts of the sand. Factors being observed are the compression strength, weight and unit price.

Keywords : *Ink Residue, Concrete, Paving Blocks, Compression and Unit Weight.*

PENDAHULUAN

Industri percetakan menggunakan material tinta sebagai bahan utama dalam proses produksinya. Produksi tinta ini sendiri menghasilkan suatu limbah cair berupa "sludge", hasil limbah yang berbentuk cair tersebut akan sangat berbahaya bila tidak dilakukan treatment (perbaikan) guna menghindari terjadinya pencemaran terhadap lingkungan baik terhadap tanah ataupun sumber air tanah (air sumur) yang sering digunakan masyarakat di sekitar pabrik, untuk itu maka limbah tersebut setelah *ditreatment* kemudian diproses lebih lanjut dengan metoda pemanasan pada suhu tinggi sehingga akan menghasilkan lumpur kering yang halus berwarna biru kehitaman, limbah yang sudah berbentuk lumpur kering tersebut semakin lama juga mengganggu lingkungan karena dari hasil proses olah limbah kering tersebut dibuang didekat aliran sungai (saluran pembuang) dari lingkungan pabrik, dimana limbah

tersebut semakin lama semakin menumpuk bahkan menggunung.

Berangkat dari permasalahan tersebut diatas maka dilakukan suatu usaha untuk meningkatkan nilai ekonomi serta mencari solusi terhadap akumulasi bahan limbah tinta tersebut dengan diadakan penelitian guna memanfaatkan limbah tinta sebagai bahan pengganti pada material-material bangunan yang berbasis semen. Material bangunan berbasis semen yang diuji adalah Beton dan Paving Block. Kedua material tersebut ditinjau pada kuat tekannya terhadap prosentase jumlah pemakaian limbahnya. Hal itu dikarenakan salah satu aspek utama kekuatan kedua bahan tersebut diukur dari kekuatan tekannya. Faktor lain yang perlu ditinjau adalah reduksi berat jenis akibat penambahan limbah tinta.

Beton memperoleh kekuatannya dari interaksi antara material semen, pasir dan kerikil, adapun kekuatannya sangat bergantung pada derajat kekerasan dari

¹ Pengajar Jurusan Teknik Sipil FT. Universitas Diponegoro

Pemanfaatan Lumpur Limbah Tinta sebagai Bahan Substitusi pada Material Bangunan Berbasis Semen

kerikilnya, adapun Paving Block terbentuk dari bahan yang hanya terdiri dari pasir dan semen yang memperoleh kekuatannya hanya dari ikatan matrix semen dan pasir, karena itu cenderung akan menghasilkan bahan dengan kuat tekan optimal yang lebih rendah dari pada beton.

Telah difahami bahwa meningkatnya Faktor Air Semen (FAS) dalam suatu material berbasis semen, akan menurunkan kekuatan tekannya. Paving Block kemudian menjadi suatu bahan yang sangat menarik, hal ini karena proses produksinya dilaksanakan dengan cara memberikan tekanan *uni-axial (pressing)* pada seluruh permukaan atas dari Paving Block tersebut saat dicetak. Hal ini akan berakibat pada terdesaknya sejumlah air yang diserap oleh limbah tersebut selanjutnya akan terjadi reduksi pada FAS-nya dan secara tidak langsung akan meningkatkan kuat tekan dari bahan paving block. Apabila limbah tinta tersebut digunakan sebagai pengganti sebagian dari agregat halus, maka koefisien absorpsi dari bahan limbah tersebut juga perlu diketahui.

KARAKTERISTIK LIMBAH TINTA

Residu produksi tinta merupakan limbah cair yang kemudian diproses melalui Instalasi Pengolahan Limbah (IPAL) sehingga menjadi lumpur yang kemudian dipanaskan pada temperatur sekitar 800°C. Hasil pembakaran menghasilkan sebuah produk yang berbentuk bubuk halus seperti bedak/kapur.

Kecuali limbah cair terdapat pula limbah padat yang diperoleh dari pengendapan bahan kimia selama pengolahan dan *nitrifikasi-denitrifikasi* di dalam unit pengolahan serta unit operasi seperti *screening* dan *grinding*, yang menghasilkan lumpur. Proses pengolahan limbah selanjutnya dapat berupa *solidifikasi*, yang merupakan proses pemadatan limbah, dan *stabilisasi* yaitu merubah sifat fisik bahan tersebut dengan menambahkan senyawa lain, misalnya semen, yang berakibat peningkatan kepadatan (*masif*) dan

terhambatnya gerakan limbah pada lingkungan. Pemanfaatan limbah yang diselidiki di Laboratorium Bahan dan Konstruksi merupakan alternatif *stabilisasi*.

Menggunakan semen sebagai alternatif pengolahan limbah berakibat positif terutama pada limbah anorganik. Limbah ini umumnya mengandung logam berat. Karena semen mempunyai PH tinggi, maka reaksi antara semen dan logam berat akan menghasilkan garam karbonat atau unsur hidroksida.

Kadar Air dan Absorpsi Limbah Tinta

Untuk menentukan absorpsi limbah tinta, bahan di uji dalam dua keadaan, yang pertama dalam keadaan asli dan yang kedua Jenuh tetapi kering permukaan atau yang lazim disebut SSD (*Saturated Surface Dry*). Ternyata kadar air limbah baik dalam kondisi asli dan SSD menunjukkan angka yang relatif tinggi bila dibandingkan dengan kondisi pasir yang menunjukkan nilai yang lebih rendah. Juga angka absorpsi limbah menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan absorpsi pada pasir. Perbandingan angka-angka kadar air dan absorpsi pada pasir dan pada limbah lumpur tampak pada Tabel 1.

Tabel 1 Kadar Air dan Absorpsi Pasir dan Lumpur Limbah

	Bahan	Kondisi Asli	Kondisi SSD
Kadar Air (%)	Pasir	1	2,5
	Limbah Tinta	6,33	32,2
Absorpsi (%)	Pasir	1,01	2,56
	Limbah Tinta	6,713	47,49

Absorpsi yang tinggi akan mengakibatkan terjadinya perubahan perilaku pada adukan, semakin besar prosentase pasir yang digantikan akan menghasilkan semakin besar pula pengaruh tingkat absorpsi pada adukan.

Berat Jenis dan Berat Isi

Tampak dari penelitian bahwa limbah tinta memiliki berat jenis dan berat isi yang jauh lebih rendah dari pasir. Berdasarkan pengetahuan ini dapat diperkirakan bahwa berat isi bahan bangunan yang dihasilkan

dengan menggantikan sebagian pasir dengan limbah tinta, akan cenderung menurunkan berat dari bahan tersebut secara linier sebagai fungsi dari prosentasi pasir yang digantikan. Data berat jenis dan berat isi dalam beberapa kondisi seperti terlampir dalam Tabel 2.

Tabel 2. Berat Jenis dan Berat isi Limbah Tinta dan Pasir

	Berat Isi Asli (kg/dm ³)		Berat Isi SSD (kg/dm ³)	
	Gembur	Padat	Gembur	Padat
Limbah Tinta	0,622	0,689	0,696	0,768
Pasir	1,394	1,581	1,551	1,715
	Berat Jenis Asli (kg/dm ³)		Berat Jenis SSD (kg/dm ³)	
Limbah Tinta	1,242		1,515	
Pasir	2,438		2,539	

Sumber : Penelitian TA, Teguh et.al,2005

PEMANFAATAN LIMBAH TINTA UNTUK PAVING BLOCK

Pada penelitian ini lumpur limbah digunakan sebagai material pengganti agregat halus. Percobaan dilakukan dengan menggantikan pasir dengan lumpur limbah sebesar 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40% dari berat agregat halus. (Nita Anggraeni,2004).

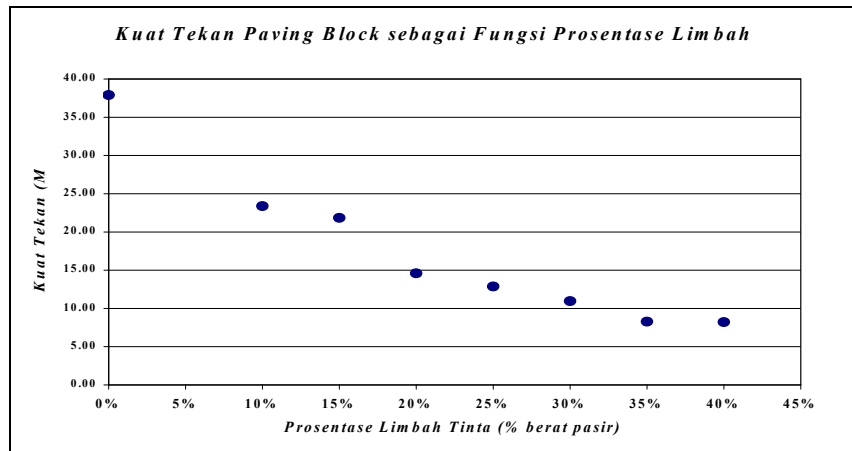
Kuat Tekan

Setelah Paving Block di cetak dan di rawat kering, benda uji di test pada usia 28 hari. Uji tekan dilaksanakan dengan memberikan gaya tekan sentris pada benda uji sampai material runtuh. Kekuatan batas di catat dan kuat tekan dapat dihitung. Hasil

pengujian kuat tekan sebagai fungsi dari prosentase penambahan limbah tinta seperti terlihat pada Grafik 1.

Tampak bahwa kuat tekan Paving Block menurun secara progresif seiring dengan peningkatan jumlah pengantian pasir dengan lumpur limbah. Pada Paving Block tanpa lumpur limbah didapatkan kuat tekan sebesar 37.9 Mpa, kekuatan tekan kemudian mengalami penurunan drastis pada pemanfaatan lumpur sebesar 10%. Kuat tekan terus menurun tetapi tampak bahwa pada pemanfaatan lumpur limbah sebesar 30% - 40% penurunan ini tidak se tajam semula. Hal ini dapat diamati dari pola grafik yang semakin melandai.

Pemanfaatan Lumpur Limbah Tinta sebagai Bahan Substitusi pada Material Bangunan Berbasis Semen



Grafik 1. Kuat Tekan Paving Block sebagai fungsi % Limbah Tinta

Pola penurunan kuat tekan dapat dijelaskan dengan mempelajari respons kuat tekan Paving Block. Paving Block memperoleh kuat tekannya dari ikatan antara semen dengan pasir. Tinggi rendahnya lekatan yang dihasilkan tergantung dari jenis semen, kemampuan hidrasi semen, kandungan lumpur pada pasir, serta gradasi pasir. Kemampuan hidrasi sangat tergantung dari FAS yang digunakan. FAS yang terlalu rendah akan mengakibatkan hidrasi yang tidak sempurna, namun FAS yang terlalu tinggi akan menurunkan kuat tekan Paving Block.

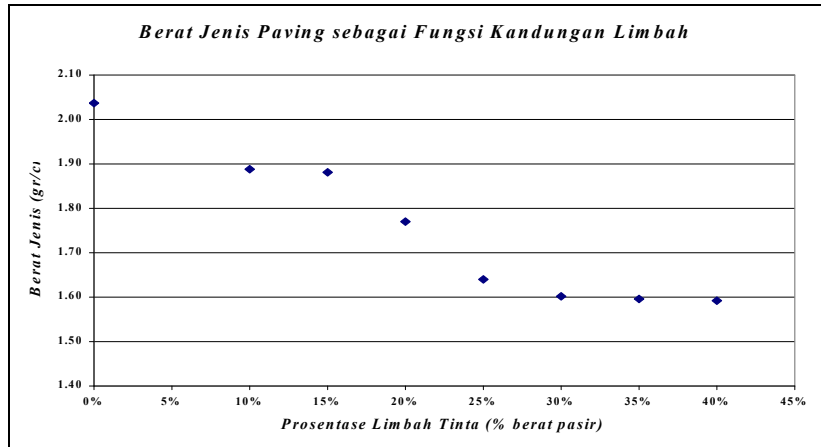
Limbah memiliki tingkat absorpsi yang jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan pasir. Dengan demikian FAS yang digunakan selama proses pencampuran akan terserap oleh limbah. Adanya proses pencetakan yang disertai tekanan akan sedikit menurunkan koreksi FAS, karena proses pencetakan ini akan memaksa air keluar dari lubang pori-pori limbah. Walaupun demikian keberadaan limbah akan mempengaruhi kesempurnaan proses hidrasi, dan menyebabkan kebutuhan FAS yang meningkat. Faktor-faktor inilah yang menyebabkan turunnya kuat tekan Paving Block sebagai fungsi kandungan limbah.

Faktor lain yang juga menyebabkan penurunan kuat tekan adalah dimungkinkan penurunan daya lekat matrix semen - pasir, karena limbah bereaksi sebagai penghambat adhesi partikel. Hal ini telah diketahui dari penelitian-penelitian yang meninjau pengaruh kandungan lumpur pada beton (Dian et, al, 2004; Han. A.L, 2005).

Berat Jenis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat jenis material Paving Block menurun, seiring dengan meningkatnya kadar limbah tinta dalam adukan. Hal ini sesuai dengan hipotesa bahwa berat jenis limbah lebih rendah dari berat jenis pasir. Namun demikian hal menarik untuk diamati adalah fenomena bahwa pada prosentasi limbah 30% penurunan menjadi tidak drastis lagi, dan tampak dari adanya grafik yang melandai.

Dari pengamatan terhadap kuat tekan dan berat jenis maka dapat disimpulkan bahwa kadar optimal untuk Paving Block terletak diantara area tersebut. Berat jenis Paving Block sebagai fungsi penambahan limbah tampak dalam Grafik 2.



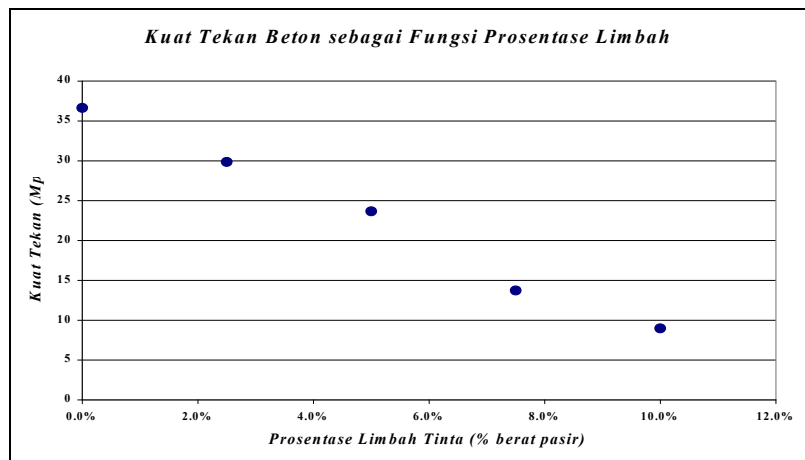
Grafik 2. Berat Jenis Paving Block sebagai fungsi % Limbah Tinta

PEMANFAATAN LIMBAH TINTA UNTUK BETON

Beton yang akan dipakai sebagai acuan atau pembanding direncanakan berkekuatan karakteristik sebesar 35 Mpa. adapun pasir pada campuran beton yang akan disubstitusikan dengan limbah tinta adalah sebesar 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10% dari berat agregat halus (pasir). (Suryawan et.al., 2004)

Kuat Tekan

Setelah beton di cetak dalam bentuk kubus standard 15x15x15 cm dan di rawat dengan sistem perendaman, benda uji di test pada usia 28 hari. Uji tekan dilaksanakan dengan memberikan gaya tekan sentris pada benda uji, sampai beton hancur. Respon kuat tekan sebagai fungsi prosentase limbah tinta tampak dalam Grafik 3.



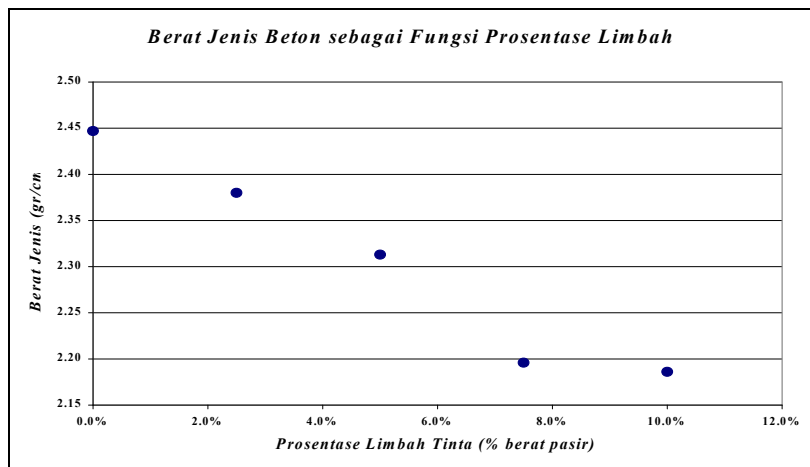
Grafik 3. Kuat Tekan Beton sebagai fungsi % Limbah Tinta

Pemanfaatan Lumpur Limbah Tinta sebagai Bahan Substitusi pada Material Bangunan Berbasis Semen

Tampak bahwa perilaku Beton menunjukkan pola yang hampir sama dengan Paving Block. Kuat tekan Beton menurun sebagai fungsi dari penambahan limbah tinta. Penurunan kuat tekan Beton menunjukkan pola yang hampir linier dengan peningkatan prosentase jumlah limbah, tetapi memiliki sudut tangensial yang cukup besar. Penurunan kuat tekan Beton pada prosentase 10% limbah adalah 75.49% sedangkan pada Paving Block hanya 38.32%. Penambahan limbah pada Beton mengakibatkan penurunan kuat tekan yang lebih drastis, hal ini dapat disebabkan karena beton memperoleh kuat tekannya dari lekatan antara agregat kasar dengan matrix semen dan kekuatan agregat kasar itu sendiri. Besarnya lekatan optimal tergantung dari karakteristik permukaan dan bentuk agregat, serta sifat semen serta derajat hidrasi yang terjadi selama proses pengerasan. Faktor-faktor pengaruh FAS dalam hal ini secara analog sama dengan

Paving Block, juga faktor pengaruh absorpsi limbah lumpur yang tinggi. Perbedaan substansial terdapat pada aspek pembuatan Beton yang tidak diikuti oleh proses penekanan (*compression*), sehingga air yang terjebak dalam pori-pori limbah tidak dapat bereaksi dengan semen. Hal ini menyebabkan prosentase limbah yang dapat menggantikan pasir relatif terbatas.

Pengamatan benda uji setelah pengujian tekan menunjukkan bahwa sebagian besar spesimen hancur karena lepasnya lekatan antara matrix semen dan agregat kasar. Semakin tinggi kadar limbah, pola ini semakin nyata. Ini mendukung hipotesa awal bahwa limbah juga berperilaku sebagai lumpur, yang dapat mengurangi lekatan antara agregat kasar dengan matrix semen. Pengamatan terhadap berat jenis beton juga menunjukkan penurunan sebagai fungsi prosentase limbah tinta. Seperti yang terlihat pada Grafik 4.



Grafik 4. Berat Jenis Beton sebagai fungsi % Limbah Tinta

Berat jenis Beton sebesar 2.45 gr/cm^3 tanpa limbah tampak lebih tinggi dari berat jenis Paving Block tanpa limbah sebesar 2.04 gr/cm^3 . Perbedaan ini terutama terjadi karena adanya kandungan agregat kasar yang memiliki massa jenis yang lebih tinggi.

Berat jenis Beton pada prosentase limbah 10% mengalami penurunan sebesar 10.67% sedang Paving Block 7.31%. Hal ini menunjukkan bahwa efektifitas limbah sebagai elemen untuk menurunkan berat material bangunan lebih tinggi pada beton.

ASPEK EKONOMI

Karena limbah tinta berupa residu, maka sebagai limbah bahan ini tidak mempunyai nilai ekonomi sama sekali. Limbah ini justru dapat merupakan ancaman bagi lingkungan karena akan menimbun, baik secara kimia maupun fisik akan mengganggu. Karena limbah ini dapat diangkut dengan mudah dan diperoleh tanpa adanya kompensasi biaya dari pabrik tinta dan percetakan, maka apabila limbah ini digunakan sebagai substitusi pasir, maka harga satuan per kubikasi murni, tanpa memperhitungkan pengaruh dampak penurunan kuat tekan dan berat jenis, akan cenderung menurun (menguntungkan). Dengan demikian pemanfaatan limbah tinta sebagai bahan pengganti Paving Block maupun Beton akan meningkatkan nilai ekonomi dari limbah tersebut.

Faktor depresiasi kuat tekan adalah hal yang perlu diamati. Pada Paving Block penurunan ini tidak terlalu drastis dan pada prosentase kandungan lumpur yang tinggi sekalipun, kuat tekan yang dimiliki Paving Block masih sangat memadai. Lain halnya dengan Beton, yang pada 10% limbah telah kehilangan hampir seluruh kekuatannya, mengakibatkan bahan Beton-limbah tidak lagi dapat dipakai sebagai elemen struktural.

Pengaruh adanya penurunan berat pada bahan tersebut mempunyai dampak terutama pada beban yang harus dipikul bagian *sub-struktur*, pondasi dan landasan bawah. Tetapi pada Paving Block karena tidak berdiri diatas pondasi, dengan demikian penurunan berat paving akibat limbah tidak akan menurunkan harga konstruksi secara keseluruhan. Pada beton penurunan berat jenis dapat mereduksi dimensi pondasi, tiang dan landasan pemikul bangunan.

KESIMPULAN

1. Pemanfaatan limbah tinta sebagai pengganti pasir berakibat menurunkan kuat tekan baik Beton maupun Paving Block. Penurunan kuat tekan yang terjadi lebih berpengaruh pada Beton bila dibandingkan dengan kuat tekan Paving Block, pada 10% pergantian dengan limbah, Beton hampir kehilangan seluruh kekuatannya. Hal ini mengakibatkan Beton tidak lagi dapat berfungsi sebagai elemen struktural.
2. Penggantian agregat halus (pasir) dengan limbah tinta berakibat pada menurunkan berat jenis baik Beton maupun Paving Block. Ini disebabkan karena massa jenis limbah tinta lebih rendah dibandingkan dengan massa jenis pasir yang digantikan.
3. Penurunan berat bahan Beton dan Paving Block tidak terlalu berpengaruh, karena untuk Paving Block tidak tertumpu oleh konstruksi pondasi dan dengan demikian pengurangan beratnya tidak memberi dampak positif secara ekonomis. Pada Beton pengurangan berat dapat mengurangi dimensi struktur bawah, tapi tingginya depresiasi kuat tekan menyebabkan Beton tidak lagi dapat berfungsi sebagai elemen struktural.
4. Tingkat absorpsi yang tinggi pada limbah tinta menyebabkan peningkatan FAS yang mengakibatkan pula penurunan pada kuat tekannya. Lain halnya dengan proses produksi Paving Block yang mengalami penekanan (*pressing*), FAS dapat lebih terkontrol, dan mengakibatkan penurunan kuat tekan yang relatif lebih kecil dibanding dengan beton.
5. Limbah tinta berperilaku sebagai lumpur, mereduksi lekatan-lekatan antara matrix semen dengan agregat, sehingga ikut serta menurunkan kuat tekan.
6. Secara ekonomis limbah tinta menghasilkan bahan Beton dan Paving

Pemanfaatan Lumpur Limbah Tinta sebagai Bahan Substitusi
pada Material Bangunan Berbasis Semen

Block per satuan kubikasi yang lebih murah karena limbah dapat diperoleh secara cuma-cuma.

7. Limbah tinta lebih tepat bila digunakan pada Paving Block dari pada bahan Beton.

DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 212, 1993, "*Chemical Admixtures for Concrete*", Concrete International Magazine, Oktober 1993, PP 48-53.

Annual Book of ASTM Standards 2002. Section 4 Vol. 04.02 "*Concrete and Aggregates*" C-403 "Standard Test method for Time Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance", C-143, "Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete", ASTM, West Conshohocken, USA

Annual Book of ASTM Standards, 2004, volume 04.01, "*Cement; Lime; Gypsum*", C-191, "Standard Test Method for Time Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle", ASTM International, West Conshohocken, PA.

Cement Association of Canada, 2004, "*About Cement and Concrete*", CAC, Canada

Dian, H.H. dan Nicolas, S.P., 2004, "*Penelitian Aspek Waktu Ikat Beton Sebagai Fungsi Penundaan Pencampuran Retarder*", Penelitian Tugas Akhir di Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang

Fintel, Mark, 1985. "*Handbook of Concrete Engineering*" Second Edition, Van Nostrand Reinhold, New York.

Han, A. L., Yulita A., Narayudha, M., 2005 "*Pengaruh Jeda Waktu dan Kadar Lumpur pada Kinerja Retarder sebagai Admixture Beton*", Penelitian Mandiri pada Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Universitas Diponegoro, Semarang 2005

Johansen, Vagn, 2002, "*Why Chemistry Matters in Concrete*", Concrete International Magazine, Maret 2002, PP 84-89.

Mindess, S.; Young, J. F.; Darwin, D., 2003, "*Concrete*", Second Edition, Pearson Education Inc., America.

Neville, A.M., 2003, "*Properties of Concrete*", Fourth and Final Edition Standards Updated to 2002, Pearson Education Limited, England.

Neville, A.M., 2003. "*Properties of Concrete*", 4th Edition. Pearson Prentice Hall, Edinburg Gate Harlow, England.

PBI 71, 1979, "*Persyaratan Beton Bertulang Indonesia*" (PBI-1971), cetakan ke 7, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.

PCA, 2002, "*Portland, Blended, and Other Hydraulic Cements*", Design and Control of Concrete Mixtures, Chapter 2, Illinois, USA

Popovics, Sandor, 1992, "*Concrete Materials, Properties, Specifications and Testing*", Noyes Publications, Park Ridge, New Jersey, USA.

Portland Cement Association, 2005, "*Concrete Technology*", PCA, 2005, USA

Portland Cement Association, 2005, "*Design and Control of Concrete Mixtures*", Chapter 3, www.portcement.org , 2005, USA

SK SNI M-26-1990-F, 1990, "*Metode Pengambilan Contoh Untuk Campuran Beton Segar*", "*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*", dan "*Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton*", Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPMB, Bandung.

Suryawan, F., Radityo, W., 2004 "*Penelitian Pengaruh Limbah Tinta PT Gramedia terhadap Kuat tekan beton Konvensional*", Penelitian Tugas Akhir di Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.