

Pemanfaatan Limbah Medis Padat Infeksius RSUD Arifin Achmad Pekanbaru Dengan Teknik Solidifikasi Sebagai Campuran Batako

Bunga Fitriani Gumadita¹⁾, Syaiful Bahri²⁾, Elvi Yenie²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ²⁾Dosen Teknik Lingkungan
Laboratorium Pengujian & Analisis Kimia
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR.Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293
E-mail: bunga_18caem@yahoo.com

ABSTRACT

Hospital solid medical waste contain hazardous and toxic materials. One way to manage solid medical waste is a mixed hospital as one of the ingredients in the manufacture of concrete blocks. The purpose of this study was to test the initial testing and the final content of cadmium (Cd) and chromium (Cr) heavy metals through the test the concentration of heavy metals, and to test the compressive strength of concrete blocks. In this research, the B3 waste treatment method using solidification technology by varying the 0%, 10%, 20%, 30% and drying time 14, 21 and 28 days and the test concentrations of heavy metals. The results showed that in terms of compressive strength 28 days, brick with a variation of 10% of age 14 days 105 kg/cm², 10% aged 21 days 135 kg/cm² and 10% u it 28 days to 200 kg/cm² where it is strong pressure to rise. From the test results are known concentrations of heavy metals mostly heavy metal content is 30% at 0.00034 ppm Cd of 0.180 ppm after disolidifikasi. Likewise, 30% of heavy metals in Cr is 8.509 ppm 0,044 ppm of immobilized so well that solid infectious medical waste can be used as a mixture of brick that is safe for the environment.

Keywords: Infectious Medical Waste Solid, brick, Compressive Strength, Solidification, Heavy Metal Concentration Test.

1. Pendahuluan

Limbah medis padat rumah sakit mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3).

Solidifikasi suatu metode untuk mengubah limbah yang berbentuk padatan halus menjadi padat dengan menambahkan bahan pengikat.

Batako salah satu bangunan yang berupa batu-batuan yang

pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk yang berupa campuran pasir, semen, air, dan dalam pembuatannya dapat ditambahkan dengan bahan tambah lainnya (additive).

Kasam (2008) meneliti bahwa solidifikasi limbah alumina dari pengolahan minyak bumi dapat dimanfaatkan sebagai bahan

campuran dalam pembuatan bahan konstruksi berupa batako. Sifat mekanis, khususnya kuat tekan meningkat secara signifikan dan sedangkan pada sifat kimia, khususnya leachet diketahui bahwa campuran limbah alumina dapat mengimmobilisasi logam berat dengan baik.

Cendekia (2012) melakukan penelitian yang lain yaitu penggunaan abu limbah medis padat (B3) yang pernah dilakukan untuk menganalisis dampak lingkungan dari abu limbah medis padat (B3), kegiatan pemusnahan limbah medis padat (B3) dengan insinerasi dan pemanfaatan limbah sebagai bahan dasar batako.

Lubis (2014) menentukan penambahan abu batubara (*fly ash*) sebagai bahan campuran pembuatan batako yang kuat dan ramah lingkungan. Karakteristik mekanik batako berupa kuat tekan meningkatkan secara signifikan dengan adanya penambahan *fly ash* batubara dan pada karakteristik kimia khususnya uji TCLP diketahui bahwa produk batako dapat mengimmobilisasi logam berat dengan baik.

Efendi (2015) melakukan penelitian dimana limbah abu terbang (*fly ash*) batubara dapat dijadikan bahan pembuatan batu bata. Pada penelitian ini akan dibuat batu bata dari tanah liat, semen dan *fly ash* batubara tanpa proses pembakaran. Pembuatan batu bata tanpa proses pembakaran dimaksudkan untuk mengurangi emisi CO₂ (karbon dioksida dan pemakaian kayu.

Karakteristik mekanik berupa kuat tekan meningkat pada penambahan *fly ash* batubara. Kuat tekan tertinggi diperoleh pada penambahan *fly ash* 0,6 kg dengan waktu pengeringan 21 hari yakni 9,375 N/mm². Kuat tekan batu bata berbanding terbalik terhadap porositas yang dihasilkan. Pada kuat tekan tertinggi 9,375 N/mm² porositas yang didapat adalah 24,31%. Untuk uji TCLP menunjukkan bahwa produk batu bata mampu mengimmobilisasi logam berat Pb menjadi 3,10 mg/L setelah disolidifikasi, begitu juga logam Cr menjadi 1,213 mg/L, logam Cu menjadi 4,374 mg/L. Pada penelitian ini akan dibuat batu bata dari tanah liat, semen dan *fly ash* tanpa proses pembakaran.

Rahim (2011) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perilaku mekanik beton yang menggunakan bahan substitusi abu insinerator dan membandingkannya dengan beton normal tanpa bahan substitusi abu, mencari komposisi optimum substitusi abu insinerator pada beton normal, memanfaatkan abu insinerator yang sudah tidak terpakai lagi, dan mengetahui workability beton segar yang menggunakan bahan substitusi abu insinerator. Pemakaian abu insinerator yang berasal dari RSUD Arifin Achamd Pekanbaru, Riau terhadap kuat tekan, porositas, absorpsi dan permeabilitas beton. Untuk umur beton 28 hari dengan penambahan abu insinerator sebanyak 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% akan mengalami kuat tekan

sebesar 23,54 MPa, 21,39 MPa, 11,32 MPa, 9,51 MPa, 6,39 MPa.

Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan abu limbah medis padat infeksius RSUD Arifin Achmad Pekanbaru sebagai campuran batako. Metode pengolahan yang digunakan adalah teknologi solidifikasi/stabilisasi.

Penelitian pemanfaatan limbah medis padat infeksius RSUD Arifin Achmad Pekanbaru dengan teknik solidifikasi sebagai campuran batako ini bertujuan untuk menguji kandungan logam berat yaitu Cadmium (Cd), dan Cromium (Cr) melalui uji Kandungan Logam Berat dan melakukan uji kuat tekan batako (SNI 03-0349-1989 & SII-0021-1978).

2. Metodologi Penelitian

2.1 Bahan

Bahan baku penelitian ini meliputi abu limbah medis padat infeksius dari RSUD Arifin Achmad Pekanbaru, pasir berasal dari Tenayan Raya, Pekanbaru. & semen Portland.

2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah (kertas pH, saringan fiber glass, & botol ekstraktor. Pengujian logam didalam sampel menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrofotometer*), *hot plate*. Pembuatan batako menggunakan pengaduk bahan (concrete mixer), ayakan pasir. Uji kuat tekan menggunakan Loading Tester Machine.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian meliputi variabel tetap dan berubah. Variabel

tetap. Ukuran batako 15 x 15 x 15 cm, Perbandingan semen Portland & pasir awal 1:5, Perbandingan penambahan air 4%, Suhu pengeringan : atmosferik, Waktu pengadukan 5 menit. Sedangkan yang menjadi variabel berubah adalah penambahan *abu limbah medis padat infeksius RSUD Arifin Achmad Pekanbaru* (0%, 10%; 20%; dan 30%) dan Lama pengeringan :14, 21 dan 28 hari.

2.4 Cara Kerja

Sebelum pembuatan batako dilakukan, semua bahan yang akan digunakan disiapkan terlebih dahulu, seperti *abu limbah medis padat infeksius* dan semen diayak, pasir dan air. Semua bahan-bahan tersebut kemudian dilakukan pembagian sesuai dengan variabel yang telah ditentukan.

Setelah semua bahan disiapkan, campurkan abu limbah medis padat infeksius dan pasir sesuai dengan variabel yang ditentukan kemudian campuran tersebut dicampur dengan semen dengan cara diaduk selama 5 menit dan tambahkan air pada saat pengadukan terjadi. Kemudian campuran tersebut dimasukkan kedalam alat cetakan batako dan ditekan dengan beban seberat 25 kg. Hasil cetakan batako lalu dikeringkan dengan suhu atmosferik selama 14, 21 dan 28 hari. Batako yang diperoleh akan diuji kuat tekan dan uji konsentrasi logam berat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Abu Limbah Medis Padat Infeksius RSUD Arifin Achmad Pekanbaru.

Tahapan awal yang dilakukan pada *abu limbah medis padat infeksius* adalah menguji karakteristik kimia limbah berupa uji pelindian pada limbah untuk mengetahui kandungan logam berat yang terdapat pada limbah. Hasil analisis terhadap *abu limbah medis padat infeksius* diperoleh hasil seperti pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Analisa Kandungan Logam Berat dalam Abu Limbah Medis Padat Infeksius RSUD Arifin Achmad Pekanbaru.

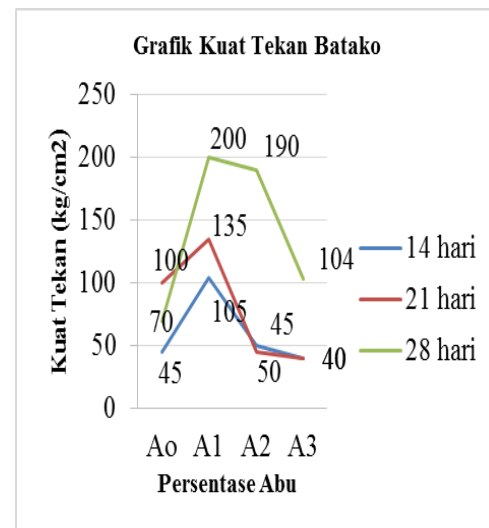
Parameter	Hasil Analisis (mg/L)	Standar PP 85 / 1999 (mg/L)	Metode Uji
Cd	0,180	1	AAS
Cr	8,509	5	AAS

Keterangan: (PP RI 85/1999)

Dari hasil analisis kandungan logam berat abu limbah medis padat infeksius RSUD Arifin Achmad Pekanbaru dari beberapa parameter seperti Cr melebihi standar baku mutu PP 85/1999 yaitu 8,509 mg/L. Logam berat Cr mudah kehilangan elektron untuk membentuk kation dan bisa terdapat dalam bentuk unsur, di dalam larutan sebagai ion atau kompleks dan sebagai endapan berkelarutan rendah. Logam-logam berat biasanya beracun dan banyak di antaranya yang dapat terakumulasi secara biologis melalui rantai makanan dan mengakibatkan pengaruh yang merusak bagi makhluk hidup. Solidifikasi limbah B3 merupakan suatu tahapan proses pengolahan limbah B3 untuk mengurangi potensi racun dan

kandungan limbah B3 melalui upaya memperkecil atau membatasi daya larut, pergerakan atau penyebaran dan daya racunnya (amobilisasi unsur yang bersifat racun), merupakan salah satu alternatif pengolahan lumpur limbah pelapisan logam yang tergolong limbah B3 (Bone dalam Lubis, 2014). Parameter Cd yaitu 0,180 mg/L tidak melebihi standar baku mutu PP 85/1999, sehingga abu limbah medis padat infeksius perlu dilakukan pemanfaatan yang lebih lanjut.

3.2 Analisis Kuat Tekan Batako.



Gambar 1. Hasil Analisis Kuat Tekan Batako Umur 14, 21 dan 28 Hari.

Dari gambar 1 diatas menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi diperoleh penambahan abu limbah medis padat infeksius pada batako untuk variasi A1 dan menurun pada penambahan variasi A2 dan A3, namun dengan semakin banyak jumlah abu limbah medis padat infeksius yang ditambahkan akan menurunkan kuat tekan produk batakonya. Bahwa penambahan abu

limbah medis padat infeksius pada pembuatan batako dapat memperbaiki karakteristik mekanik dari batako yang dihasilkan. Penambahan abu limbah medis padat infeksius diatas 50% pada pembuatan batako dapat menurunkan kuat tekan produk yang dihasilkan. Pengaruh abu limbah medis padat infeksius sebagai bahan tambah mengakibatkan terjadinya reaksi pengikatan kapur bebas yang dihasilkan dalam proses hidrasi semen oleh silika yang terkandung dalam abu limbah medis padat infeksius. Selain itu, butiran abu limbah medis padat infeksius yang jauh lebih kecil membuat batako lebih padat karena rongga-rongga antara butiran agregat diisi oleh abu limbah medis padat infeksius sehingga dapat memperkecil pori-pori yang ada dan memanfaatkan sifat pozzolan yang ada pada abu limbah medis padat infeksius untuk memperbaiki mutu batako. Abu limbah medis padat infeksius batako merupakan bahan tambah yang bersifat aktif bila dicampur dengan semen, dan batako yang dibuat dengan campuran abu limbah medis padat infeksius memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan batako normal (Alsaiddi, 2007).

Pada usia pengeringan 14 hari variasi A1 dengan penambahan abu limbah medis padat infeksius sebesar 10% kuat tekan naik menjadi 60 kg/cm² yaitu dari 45 kg/cm². Sedangkan pada penambahan abu limbah medis padat infeksius sebesar 20% yaitu pada variasi A2 kuat tekan mengalami penurunan sebesar 55

kg/cm² yaitu dari 105 kg/cm² pada A1 turun menjadi 50 kg/cm², begitu juga pada penambahan abu limbah medis padat infeksius sebesar 30% yaitu pada variasi A3 kuat tekan turun sebesar 10 kg/cm² yaitu dari 50 kg/cm² pada A2 turun menjadi 40 kg/cm².

Untuk usia pengeringan 14 hari kuat tekan batako mencapai titik maksimum pada variasi A1 yaitu sebesar 105 kg/cm² dan kuat tekan batako mencapai titik minimum pada variasi A3 yaitu sebesar 40 kg/cm².

Pada usia pengeringan batako selama 21 hari di variasi A1 dengan penambahan abu limbah medis padat infeksius kuat tekan produk batako sebesar 10% kuat tekan naik menjadi 35 kg/cm² yaitu dari 100 kg/cm². Sedangkan pada penambahan abu limbah medis padat infeksius sebesar 20% yaitu pada variasi A2 kuat tekan mengalami penurunan sebesar 90 kg/cm² yaitu dari 135 kg/cm², begitu juga pada penambahan abu limbah medis padat infeksius sebesar 30% yaitu pada variasi A3 kuat tekan turun sebesar 5 kg/cm² yaitu dari 45 kg/cm².

Untuk usia pengeringan 21 hari kuat tekan batako mencapai titik maksimum pada variasi A1 yaitu sebesar 135 kg/cm² dan kuat tekan batako mencapai titik minimum pada variasi A3 yaitu sebesar 40 kg/cm².

Pada usia pengeringan batako selama 28 hari di variasi A1 dengan penambahan abu limbah medis padat infeksius kuat tekan produk batako sebesar 10% kuat tekan naik menjadi 130 kg/cm² yaitu dari 70 kg/cm².

Sedangkan pada penambahan abu limbah medis padat infeksius sebesar 20% yaitu pada variasi A2 kuat tekan mengalami penurunan sebesar 10 kg/cm² yaitu dari 200 kg/cm², begitu juga pada penambahan abu limbah medis padat infeksius sebesar 30% yaitu pada variasi A3 kuat tekan turun sebesar 86 kg/cm² yaitu dari 190 kg/cm².

Untuk usia pengeringan 28 hari kuat tekan batako mencapai titik maksimum pada variasi A1 yaitu sebesar 200 kg/cm² dan kuat tekan batako mencapai titik minimum pada variasi A3 yaitu sebesar 104 kg/cm².

Dari pernyataan diatas dapat dikatakan bahwa penambahan abu limbah medis padat infeksius dengan komposisi yang sesuai pada campuran bahan dalam pembuatan produk batako dapat dipakai sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan kuat tekan produk batako. Namun demikian, penambahan jumlah abu limbah medis padat infeksius pada pembuatan batako dengan jumlah yang berlebih justru akan menurunkan kekuatan produk batako itu sendiri.

3.3 Analisis Uji Konsentrasi Logam Berat.

Pengujian konsentrasi logam berat ini bertujuan untuk mengetahui tingkat konsentarsi logam berat dari sifat B3 dalam bahan *abu limbah medis padat infeksius* setelah mengalami proses solidifikasi dengan dijadikan produk batako. Uji konsentarsi logam berat ini dilakukan setelah produk batako berumur 28 hari dengan metode *Atomic*

Absorption Spectrofotomete (AAS). Dengan melakukan pengujian ini akan diketahui kemampuan batako dalam mengimobilisasi logam berat yang terkandung didalam sampel. Dalam metode Uji konsentrasi logam berat material solidifikasi dihancurkan menjadi partikel butir yang selanjutnya didestruksi sampai dengan proses didapatkan filtrat hasil penyaringan yang kemudian diuji dengan AAS. Uji konsentasi logam berat pada batako dilakukan pada sampel yang mempunyai kuat tekan paling tinggi. Hasil uji konsentarsi logam berat pada kandungan logam berat pada sampel adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Analisis Konsentarsi Logam Berat Batako pada berbagai Komposisi Abu Limbah Medis Padat Infeksius RSUD Arifin Achmad Pekanbaru.

Kode Sampel	Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat (mg/L)		Hasil Analisis Abu Limbah Medis Padat Infeksius (mg/L)	
	Cd	Cr	Cd	Cr
A0	0,0000	0,000		
A1	0,0000	0,000		
A2	0,0000	0,000		
A3	0,0034	0,044	0,180	8,509
Standar PP 85/1999 (mg/L)	1	5	1	5

Keterangan: PP 85/1999

Dari Tabel diatas memperlihatkan bahwa hasil uji konsentrasi logam berat produk batako yang berasal dari campuran pasir, semen dan abu limbah medis padat infeksius pada semua variasi

abu jauh dibawah ambang batas baku mutu Uji Konsentrasi Logam Berat Zat Pencemar Dalam Limbah untuk menentukan sifat racun menurut PP 85/1999.

Hal ini terjadi karena semakin banyak jumlah penggantian abu limbah medis padat infeksius kedalam campuran bahan pembuatan produk batako yang berarti juga terjadi pengurangan sifat semen sehingga akan menurunkan kuat tekan produk batako. Dengan banyaknya jumlah abu limbah medis padat infeksius yang ditambahkan, maka kemampuan semen yang berfungsi sebagai pengikat akan semakin berkurang yang mengakibatkan pengikatan semen terhadap agregat menjadi tidak sempurna yang pada akhirnya akan mengurangi stabilitas logam yang ada dalam produk batako. Meskipun demikian secara keseluruhan percobaan mulai dari A0 sampai dengan A3, kandungan logam berat yang terlindi (*leached*) masih dibawah ambang batas baku mutu Uji Konsentrasi Logam Berat.

Dari tabel 4.3 terlihat juga bahwa pengaruh kandungan Cr dan Cd abu limbah medis padat infeksius disimpan selama 28 hari sebagai produk solidifikasi batako memberikan hasil yang maksimal dalam mengimobilisasi logam berat yang terdapat didalam limbah tersebut. Dari tabel diatas juga bisa terlihat bahwa semakin lama proses penyimpanan maka akan semakin sulit logam berat terlepas kelingkungan karena jumlah yang semakin sedikit didalam sampel

batako. Untuk logam Cd penyimpanan 28 hari akan menurunkan kadar logam berat menjadi 0,0034 mg/L dari 0,180 mg/L pada penyimpanan 28 hari. Begitu juga pada kadarlogam berat Cr menjadi 0,044 mg/L dari 8,509 mg/L yang mengalami penurunan konsentrasi setelah di padatkan menjadi batako, penurunan ini disebabkan oleh terperangkapnya logam berat dalam matrik batako sehingga sulit untuk terurai kelingkungan. Dari hasil uji konsentrasi logam berat diatas juga menunjukkan bahwa pada sebagian produk batako yang dihasilkan masih dibawah baku mutu PP No. 85 Tahun 1999 sehingga penggunaannya aman bagi lingkungan.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Untuk uji konsentrasi logam berat menunjukkan bahwa produk batako mampu mengimobilisasi logam berat Cd yaitu 0,0034 mg/L dari 0,180 mg/L setelah disolidifikasi, begitu juga logam Cr yaitu 0,044 mg/L dari 8,509 mg/L
2. Hasil pengujian kuat tekan batako, penggunaan abu limbah medis padat infeksius RSUD Arifin Achmad Pekanbaru pada batako untuk variasi A1 usia 14 hari, A1 usia 21 hari, dan A1 usia 28 hari, dimana disini kuat tekan naik masing-masing sebesar 105

kg/cm², 135 kg/cm², dan 200 kg/cm².

5. Saran

Berdasarkan hasil pembahasan, maka penulis dapat memberikan saran yang dapat dipergunakan untuk penelitian lebih lanjut yaitu :

1. Sebagai langkah pengembangan dari penelitian ini, sebaiknya pengukuran terhadap ukuran pasir dan lama waktu pengadukan konstan sehingga perlakuan pada proses pembuatan batako menjadi lebih seragam.
2. Berdasarkan hasil penelitian variasi waktu pengeringan yang lebih lama untuk mengetahui secara pasti pengaruh pengeringan terhadap kuat tekan sampel.

Daftar Pustaka

- Asmadi., Khayan., dan Heru, S.K. (2013). *Teknologi Pengolahan Limbah Medis Rumah Sakit*. Yogyakarta : *Gosyen Publishing*.
- Badan Pengendalian Lingkungan. (1999). *Syarat dan Limbah Rumah Sakit yang Mencemari Lingkungan Penduduk*. Jakarta.
- Cendekia, I.B. (2012). *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup Kegiatan Pemusnahan Limbah dengan Insenerasi dan Pemanfaatan Limbah Sebagai Bahan Dasar Batako*. Skripsi, Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2002). *Pedoman Sanitasi Rumah Sakit di Indonesia*. Jakarta.
- Departemen Perindustrian SII-0021. (1978). *Kekuatan tekan rata-rata batubata*, Jakarta.
- Efendi, Z. (2015). *Pembuatan Batu Bata dengan Penambahan Campuran Fly Ash dan Semen Tanpa Proses Pembakaran*. Skripsi, Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Husin, A. A. (1998). *Semen Abu Terbang untuk Genteng Beton*. *Jurnal Litbang Vol. 14, No. 1* : Bandung.
- Kasam, H.L., dan Malida, E. (2008). *Karakteristik Batako dari Limbah Alumina Pengolahan Minyak Bumi*. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi –II 2008*, Universitas Lampung.s
- Kasam, H.L. (2008). *Pemanfaatan Limbah Spent Catalyst pengolahan minyak sebagai batubata ringan*. *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi. IST AKPRIND*, Yogyakarta.
- Kepmenkes. (2004). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1204/MENKES/SK/X/2004 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. Jakarta.
- Keputusan Kepala Bapedal Nomor 01 Tahun 1995. *Tentang Tata Cara Dan Persyaratan Teknis Penyimpanan Teknis Penyimpanan dan Pengumpulan Limbah B3*.
- Keputusan Kepala Bapedal Nomor 03 Tahun 1995. *Tentang*

- Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.*
- Lubis, A.H. (2014). Pemanfaatan Abu Terbang Batubara (fly ash) Sebagai Bahan Batako yang Kuat dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains Vol.1 (1)*: Pekanbaru.
- Munir, M. (2008). *Pemanfaatan Abu Batubara (fly ash) untuk Hollow Block yang Bermutu dan Aman bagi Lingkungan.* Tesis Pasca Sarjana, Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rahim, B.N. (2011). *Pengaruh Pemakaian Abu Insinerator Terhadap Kuat Tekan, Porositas, Absorpsi dan Permeabilitas Beton.* Skripsi, Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Republik Indonesia 1999., Undang-Undang No.18 Tahun 1999. *Tentang Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.* Jakarta.
- Republik Indonesia., 1999. Undang-Undang No. 85 Tahun 1999. *Tentang Perubahan Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999, Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.* Jakarta.
- Rumah Sakit Umum Daerah Arifin Achmad. (2015). *Laporan Harian Kerja Sama Operasional Pengelolaan Limbah Rumah Sakit dan Air Bersih.* Pekanbaru.
- Siagian, H., dan Dermawan, A. (2011). Pengujian Sifat Mekanik Batako Yang Dicampur Abu Terbang (Fly Ash). *Jurnal Sains Indonesia, Vol. 35 (1): 23-28*, Universitas Negeri Medan
- SNI S-15-1990-F. *Spesifikasi Abu Terbang Sebagai Bahan Tambahan Untuk Campuran Beton.* Bandung : Badan Standar Nasional.
- SNI 03-0349-1989. *Pengertian Batu Cetak Beton (Concrete Block).* Bandung: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1969-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.* Bandung: Badan Standar Nasional
- SNI 03-1970-1990. *Spesifikasi Standar Pemeriksaan Agregat Halus.* Bandung: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan.* Bandung: Badan Standar Nasional.