



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

**PENGELOLAAN LIMBAH RUMAH SAKIT PMI
BOGOR DENGAN BERBASIS KEARIFAN LOKAL**

**BIDANG KEGIATAN:
PKM-AI**

Diusulkan oleh:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Erika Herry | I24061082/2006 |
| 2. Elis Trisnawati | I24063161/2006 |
| 3. Yulya Srinovita | I24061966/2006 |
| 4. Rahmi Parhati | I24061666/2006 |
| 5. Restu Dwi Prihatina | I24070021/2007 |

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2009**

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : PENGELOLAAN LIMBAH RUMAH SAKIT
PMI BOGOR BERBASIS KEARIFAN LOKAL
2. Bidang Kegiatan : (√) PKM-AI () PKM-GT
3. Ketua Pelaksana Kegiatan

4. Anggota Pelaksana Kegiatan/Penulis : 4 Orang
5. Dosen Pendamping

Bogor, 17 maret 2009

Menyetujui,
Ketua Departemen IKK

(Dr. Ir. Hartoyo, M.Sc.)
NIP. 131 669 952

Ketua Pelaksana Kegiatan

(Erika Herry)
NIM. I24061082

Wakil Rektor
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

(Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS)
NIP. 131 473 999

Dosen Pendamping

(Dr. Ir. Diah Krisnatuti Pranadji, MS)
NIP. 131 476 543

PENGELOLAAN LIMBAH RUMAH SAKIT PMI BOGOR BERBASIS KEARIFAN LOKAL

Erika Herry, Elis Trisnawati, Yulya Srinovita, Rahmi Parhati, Restu Dwi Prihatina
(Mahasiswa Ilmu Keluarga dan Konsumen, Fakultas Ekologi Manusia,
Institut Pertanian Bogor)

ABSTRAK

Semakin banyaknya lembaga kesehatan seperti rumah sakit tentu berkaitan dengan limbah yang dihasilkan, teknologi yang digunakan, dan dampaknya. Pada umumnya, limbah tersebut mengandung bahan-bahan kimia berbahaya sehingga mengganggu keseimbangan lingkungan. Maka, tujuan dari penelitian dalam artikel ini untuk mengetahui teknologi dan pengelolaan limbah yang digunakan oleh rumah sakit PMI Bogor serta dampak positif dan negatifnya. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit PMI Bogor dengan menggunakan pola survei dan deskriptif sehingga dapat mengetahui perkembangan dan gambaran pengelolaan limbah secara terperinci melalui data primer dan sekunder. Melihat hasil dari penelitian, hal ini serupa dengan harapan, yaitu baik menejemennya dalam pengelolaan limbah. Adanya pemisahan antara limbah padat medis dan nonmedis, limbah padat medis yang cenderung terkontaminasi dihancurkan dan kesterilan peralatannya terjamin. Hasil pengolahan limbah padat organik dijadikan pupuk, sedangkan hasil limbah cair dialirkan ke sungai Ciparigi dengan catatan tidak mengandung bahan kimia yang dapat merusak ekosistem air. Sehingga memberikan dampak positif bagi RS PMI itu sendiri dan masyarakat Bogor khususnya masyarakat yang ada di sekitar rumah sakit.

Key words : Limbah, dampak, pengelolaan, rumah sakit, kesehatan

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi sekarang ini, Indonesia harus mampu menyediakan segala sesuatunya guna dapat menunjang pembangunan yang dibutuhkan dalam menyongsong pasar bebas. Kebutuhan manusia akan sumberdaya alam semakin meningkat seiring perkembangan zaman. Namun, ketersediaan sumberdaya alam sangat terbatas sementara kebutuhan manusia yang tak terbatas.

Teknologi semakin pesat diberbagai bidang, seperti industri, pendidikan dan kesehatan. Teknologi memberikan dampak positif maupun dampak negatif. Dampak positif dari teknologi adalah membantu manusia dalam bekerja lebih efektif dan efisien sehingga meningkatkan keuntungan yang maksimal. Sedangkan dampak negatif dari teknologi adalah pencemaran lingkungan yang dirasakan oleh semua makhluk hidup.

Rumah sakit sebagai salah satu sarana kesehatan, tentunya tidak terlepas dari penggunaan teknologi dalam meningkatkan pelayanannya. Hal ini tentunya harus dipikirkan pengelolaan limbah dari rumah sakit tersebut yang mengandung bahan-bahan kimia berbahaya sehingga mengganggu keseimbangan lingkungan. Sebaiknya pihak rumah sakit memisahkan bahan-bahan buangan berdasarkan jenisnya sehingga dapat dikelola dengan baik.

TUJUAN

Untuk mengetahui teknologi pengelolaan limbah yang digunakan oleh Rumah Sakit PMI serta mengetahui dampak negatif dan dampak positif dari limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Observasi dilakukan di Rumah Sakit PMI Bogor selama 2 pekan yaitu dari tanggal 6-20 Mei 2008. Alat dan bahan yang digunakan selama observasi yaitu sarung tangan dan masker.

Metode pengumpulan dan analisis data yang digunakan adalah dengan survey langsung ke Rumah Sakit PMI Bogor. Teknik pengumpulan data menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan dan wawancara langsung dengan pihak yang terkait (Rumah Sakit PMI Bogor). Sedangkan data sekunder diperoleh dari hasil kepustakaan dan berdiskusi dengan asisten, dan pihak rumah sakit yang terkait

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah di RS PMI terbagi menjadi limbah cair dan limbah padat yang terbagi lagi menjadi limbah medis dan limbah non-medis.

Kegiatan Penanganan Limbah Cair

Penanganan limbah cair di RS PMI dilakukan melalui pengolahan dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), *septic tank* dan perembesan. IPAL digunakan untuk mengolah air buangan bersumber dari kegiatan kamar mandi dan toilet, laboratorium, dapur gizi dan *laundry*. Untuk air limbah bersumber dari dapur gizi disalurkan melalui *grease trap* sebelum disalurkan ke IPAL. Air limbah *water closet* dari ruangan perawatan lain dan ruang administrasi digunakan *septic tank*, sedangkan air limbah kamar mandi dan *washtafel* disalurkan ke saluran terbuka yang sebagian masuk ke IPAL. RS PMI saat ini terdapat 83 buah *septic tank* yang tersebar di sekitar blok bangunan. Air hasil olahan IPAL disalurkan ke saluran Jl. Malabar di sebelah timur tapak rumah sakit. Limbah cair hasil olahan IPAL merupakan limbah cair yang telah diolah sehingga ramah lingkungan (kearifan local). Hal ini dikarenakan limbah cair tersebut dialirkan melalui *drainase* yang kemudian mengalir menuju Sungai Ciparigi. Namun limbah cair dari RS PMI yang telah ramah lingkungan bercampur dengan limbah dari rumah tangga lain yang sama-sama mengalir ke Sungai Ciparigi. Sehingga air Sungai Ciparigi belum bisa dikatakan aman untuk dikonsumsi oleh warga sekitar. Selain itu, hasil pengolahan limbah cair yang menghasilkan lumpur endapan dapat digunakan sebagai pupuk untuk menyuburkan tanaman.

Berdasarkan perhitungan, diperkirakan total air buangan yang dihasilkan dari kegiatan RS PMI berdasarkan konversi volume air bersih yang digunakan

adalah sebesar $85\% \times 295 \text{ m}^3/\text{hari} = \pm 250 \text{ m}^3/\text{hari}$. Volume air limbah ini bila dibagi berdasarkan sumbernya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Air limbah yang masuk IPAL = $160 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Air limbah yang masuk ke septic tank = $30 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Air limbah yang masuk ke saluran = $60 \text{ m}^3/\text{hari}$

Selain saluran pembuangan air kotor, terdapat pula saluran pembuangan air hujan (storm water). Saluran ini mengalir menuju ke depan rumah sakit dan bermuara di Saluran Jl. Pajajaran dan Jl. Malabar. Muara aliran saluran ini adalah Sungai Ciparigi berjarak $\pm 3 \text{ km}$ sebelah utara rumah sakit. IPAL yang dibangun di RS PMI berjumlah satu buah dengan sistem dan kapasitas hidraulik IPAL seperti disajikan pada tabel berikut:

Sumber	Sistem IPAL	Kapasitas Hidraulik	Unit Operasi dan Unit Proses
Gedung melati, laundry dan gizi dan air limbah saluran	Extended aeration	$300 \text{ m}^3/\text{hari}$	Collection tank, Bar screen, grease trap, equalization, disinfection, effluent tank and drying sludge
Ruang perawatan dan ruang administrasi	Septik tank (83 buah)	$10\text{-}20 \text{ m}^3$	Tangki septik dan bidang rembesan

Unit Operasi dan Unit Proses IPAL

IPAL induk untuk kegiatan pelayanan medik, penunjang medik dan non medik yang telah di bangun adalah type “extended aeration” dengan kapasitas $\pm 300 \text{ m}^3/\text{hari}$. Perhitungan beban air buangan tersebut merupakan perhitungan beban rata-rata pemakaian segenap fasilitas rumah sakit. Lokasi IPAL ditempatkan di arel khusus seluas $\pm 165 \text{ M}^2$ sebelah utara rumah sakit, dengan sistem bak terbuka dan material tersebut dari konstruksi beton dalam tanah dan terbagi atas beberapa bagian. Olahan IPAL akan dihasilkan effluen yang dibuang ke saluran Jl. Malabar ke arah utara menuju kali Ciparigi. Secara umum, instalasi IPAL meliputi unit operasi dan unit proses sebagaimana diuraikan berikut ini :

- Bak Pengumpul Air limbah

Bak ini berfungsi untuk mengumpulkan air limbah dari seluruh sumber dan menjaga stabilitas aliran debit air limbah. Air limbah masuk ke bak melalui pipa dengan diameter 6 inchi. Kemudian *over flow* air limbah masuk ke bak saringan kasar.

- Bak Bar Screen/Saringan Kasar

Bak bar screen ini dipasang dengan tujuan untuk memisahkan padatan kasar dan sampah besar seperti plastik, kayu, tali, kertas yang berukuran lebih dari 4 cm dengan air limbah. *Screen* yang terpasang berupa kisi-kisi jeruji besi diameter 10 mm dengan lebar antara kisi 15 mm yang dipasang dengan kemiringan 60° . Di ruang ini operator IPAL rutin mengangkat sampah, dengan frekuensi satu kali/hari, yang selanjutnya sampah tersebut dikumpulkan di tempat penapungan sampah. Dari bar screen air limbah akan secara *over flow* menuju ke bak penangkap lemak.

- Bal Grease Trap/Penangkap Lemak

Grease trap dalam IPAL ini berguna untuk memisahkan padatan terapung terutama lemak dan minyak yang bersumber dari dapur gizi. Minyak dan lemak ini dipisahkan untuk mencegah gangguan proses biologi dalam IPAL dan pemeliharannya dengan melakukan pengangkatan lemak oleh operator untuk selanjutnya dibakar dengan *incinerator*. Air limbah dari bak ini selanjutnya secara *flow* mengalir ke bak equalisasi.

- Equalization Tank

Tangki equalisasi ini dipasang dengan tujuan untuk meratakan konsentrasi air limbah sebelum diolah secara biologi dalam bak aerasi. PH dalam bak ini akan diatur tingkat kenormalannya dengancara melakukan pengadukan dengan 32 diffuser yang dipasang dalam dasar bak dengan bantuan udara dari blower. Air limbah yang sudah diratakan konsentrasinya selanjutnya dengan bantuan pompa (submersible pump) di alirkan ke bak aerasi. Spesifikasi jenis diffuser yang dipasang adalah :

- Aeration Tank

Aeration Tank yang terpasang dalam IPAL RS PMI adalah dua unit. Dalam tangki ini akan berlangsung proses reduksi/dekomposisi materi organik dalam air limbah dengan bantuan mikroorganisme dengan kondisi aerob. Untuk menciptakan lingkungan aerob dalam tangki ini disuplai oksigen secara rutin dari udara yang bersumber dari dua unit mesin blower. Oksigen transfer yang terbentuk dengan bantuan 52 diffuser dalam air limbah akan dimanfaatkan mikroorganisme untuk melakukan aktifitasnya dengan cara mengatur pengembalian lumpur yang ada di bak sedimentasi ke ruang aerasi menggunakan air lift pump system dan air dari sludge distribution box.

- Sedimentation Tank

Dari ruang aerasi akan lewat flow controlfloat ke sedimentation tank yang mengandung kadar suspended solid yang tinggi, 300-6000 mg/l. Oleh karena itu di tangki ini, suspended solid tersebut harus diendapkan. Sedangkan air yang sedikit mengandung suspended solid secara over flow dialirkan ke disinfection tank.

Bentuk sedimentation tank dalam sistem ini adalah kerucut. Dari tempat ini air akan mengalir perlahan melewati plat settler menuju weir load V-notch yang dipasang sekeliling dinding kanal outlet (tempat penampungan air yang akan dialirkan ke disinfection tank) sedangkan lumpur aktif akan diendapkan dan dengan bantuan air lift pump (scum skimer) apungan ini dikembalikan ke bak aerasi. Tangki sedimentasi ini dilengkapi dengan biofilter plastik untuk mempercepat proses pemisahan padatan (bioflok) yang terbentuk dalam tangki aerasi, sekaligus untuk meningkatkan kemampuannya dalam proses nitrifikasi dan denitrifikasi.

- Drying Sludge Tank

Drying sludge tank berfungsi sebagai tempat untuk mengeringkan lumpur dari bak sedimentasi untuk dijadikan lumpur kering (cake). Oleh karena itu kelebihan lumpur yang terjadi selama proses aerasi dan terkumpul di dasar sedimentation tank akan dipindahkan menggunakan air lift pump atau pompa sentrifugal system ke drying sludge ini. Dari box inisebagian lumpur akan dipindahkan lewat pipa kontrol. stok lumpur aktif yang ada di drying sludge tank ini biasanya berkonsentrasi antara 6000-8000 mg/l. Air limbah yang sudah dipisahkan kemudian dialirkan kembali ke bak aerasi untuk proses kembali.

- Desinfection Tank (effluen Tank)

Di desinfection tank, akan terjadi proses pembunuhan kaporit guna untuk membunuh nakteri yang berlebihan. Biasanya dosis Chlorine yang diberikan ke air tersebut sekitar 5 mg/I. Dari ruang desinfectan air limbah dialirkan ke treated water tank. Di treated water tank kadar chlorine biasanya dijaga pada konsentrasi 1-2 mg/I.

Sistem Pengolahan Limbah Cair Bekas Cucian Film Rontgen

Limbah cair kegiatan pencucian film dari pelayanan pesawat X-Ray (rontgen) yang diperkirakan mengandung logam berat perak (Ag) dikelola dengan cara ditampung dalam jirigen putih ukuran 20 liter, kemudian setiap satu bulan sekali diangkut keluar untuk diolah oleh suplier film rontgen. Pengangkutan air limbah ini dilakukan untuk memanfaatkan kembali (recovery) perak didalamnya karena bernilai ekonomis. Jumlah limbah yang dihasilkan adalah ± 20 liter/bulan.

Kegiatan Penanganan Limbah Padat (Medis dan Non Medis)

Sampah padat yang dihasilkan RS PMI terdiri dari sampah medis dan samapah non medis. Sampah medis berupa sisa tindakan medis dan penunjang medis yang potensial menularkan bakteri phatogen dan menyebabkan luka/cedera sedang sampah non medis terdiri dari sampah basah dan kering.

Sampah medis di RS PMI yang dihasilkan meliputi perban bekas, spesimen, bahan dan alat medis terkontsminasi, spuit bekas, botol infus jaringan tubuh dan lain-lain. Sampah medis di RS PMI dibagi atas sampah kering seperti kertas bekas, kardus, plastik, daun kering dan sampah lain sejenisnya, dan sampah basah seperti daun pembungkus, sisa makanan dan lain-lain.

Tahap	Sampah	
	Medis	Non Medis
Pengumpulan/Penampungan	Tong sampah khusus (lapisan plastik kuning), 74 buah (10-80 liter), bahan plastik-fibber, waktu endap 24 jam	Tong sampah khusus (lapisan plastik hitam), 266 buah (10-100 liter), bahan plastik-fibber, waktu endap 12 jam
Pengangkutan/transportasi	Gerobak khusus, bahan plat besi (2m ³)	Gerobak khusus, bahan kawat anyam (3m ³)
Pengumpulan sementara	TPS (Tempat Pembuangan Sampah) medis (ruangan incinerator/halamannya), tertutup (30 m ²)	TPS non medis, terbuka (25 m ²)
Pemusnahan/Pembuangan	mesin incinerator : ruang bakar, ruang bakar gas dan debu, filtrasi dan cerobong setinggi ± 4,5 m, kemusiaan diurug (land fill)	Dibuang ke LPA (Dinas Tata Kota dan Kebersihan Kabupaten Kota Bogor), 3-5 kali/minggu.

Limbah non medis ternyata dapat pula dimanfaatkan kembali untuk kehidupan manusia. Sampah yang berasal dari ranting daun yang sudah kering dapat dimanfaatkan sebagai pupuk sehingga dipisahkan dari sampah non medis yang lain. Sampah non medis yang berasal dari plastik dikumpulkan terlebih dahulu untuk kemudian di daur ulang. Hasil akhir dari sampah non medis dapat digunakan sebagai media tanam untuk menanam kangkung, bawang, dan lain-lain. Hal ini membuktikan bahwa hasil limbah baik padat maupun cair di RS PMI dapat dimanfaatkan kembali untuk kehidupan manusia, tanpa mengakibatkan krisis ekologi bagi masyarakat maupun lingkungan sekitar. Karena pada hakikatnya rumah sakit adalah tempat untuk masyarakat menjalankan pengobatan menuju kesembuhan. Sehingga akan lebih bijak jika limbah yang dihasilkan tidak menyebabkan masyarakat dan lingkungan sekitar menjadi sakit dan terganggu kestabilannya.

Rumah sakit yang baik adalah rumah sakit yang telah memisahkan antara sampah medis dengan sampah nonmedis. Sampah medis dibuang ke dalam kantong plastik kuning sedangkan sampah non medis dibuang ke kantong plastik hitam. Dan di Rumah Sakit PMI telah menerapkan hal itu. Mungkin kendalanya plastik yang berwarna kuning itu lebih mahal. Kemudian, sampah nonmedis dibakar dengan alat incinerator, menurut DASAR-DASAR KEPMENKES RI No.1204/MENKES/SK/X/2004 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, Tatalaksana Pengolahan, Pemusnahan dan pembuangan akhir limbah padat (limbah sitotoksik) yang berisi:

Insinerasi suhu tinggi sekitar 1.200°C, menghancurkan semua bahan sitotoksik, insenerasi pada suhu rendah menghasilkan uap sitotoksik yang berbahaya ke udara.

- Insinerator pirolitik dengan 2 (dua) tungku pembakaran pada suhu 1.200°C dengan minimum waktu tinggal 2 (dua) detik atau suhu 1.000°C dengan waktu tinggal 5 (lima) detik ditunggu kedua sangat cocok untuk bahan ini dan dilengkapi dengan penyaring debu.
- Insinerator juga harus dilengkapi dengan peralatan pembersih gas. Insinerasi juga memungkinkan dengan *rotary kiln* yang didesain untuk dekomposisi panas limbah kimiawi yang beroperasi dengan baik pada suhu diatas 850°C.

Semua alat yang telah digunakan oleh RS PMI untuk pasiennya langsung dibuang misalnya, suntikan di buang ke dalam jerigen dan kemudian dimusnahkan. Semua limbah medis diolah secara khusus dan di bakar dalam alat yang bernama incinerator selama 8 jam. Proses pemusnahan sampah medis dengan produksi ± 50-70 kg/hari ini menggunakan mesin incinerator milik rumah sakit dengan sistem *multy chamber* yang dioperasikan RS PMI sejak tahun 2003 dan suhu pembakarannya 1200°C sesuai peraturan Menkes tentang pembakaran sampah medis. Mesin ini ditempatkan dalam ruangan khusus yaitu: ruang bakar materi sampah, ruang bakar gas dan debu, filtrasi (water spray-kondisi rusak) dan stack/cerobong setinggi ± 4,5 meter dari permukaan tanah. Hasil pembakaran ini berupa residu abu dan selanjutnya di urug (land fill) dalam galian tanah di sekitar incinerator.

Sampah padat non medis dibagi lagi menjadi dua yaitu limbah organik dan anorganik. Tidak ada teknologi khusus yang digunakan dalam pengolahannya. Sampah anorganik langsung dibuang di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) yang sebelumnya di pisahkan dari sampah organik.

Sebagian rumah sakit belum menerapkan pengelolaan limbahnya dengan baik, misalnya masih ada rumah sakit yang belum memisahkan antara sampah yang medis dengan sampah nonmedis. Sampah dibuang dalam satu kantong plastik. Padahal hal ini sangat berbahaya bagi kesehatan, karena sampah medis mengandung bakteri patogen. Rumah sakit yang masih mencampurkan limbah medis dan nonmedis ini memberikan peluang bagi pemulung untuk memungut sampah medis seperti: jarum, suntikan, botol infus. Setelah itu mereka menjual kembali sampah tersebut untuk dapat digunakan kembali. Untuk menanggulangi hal itu, seharusnya rumah sakit punya incinerator sendiri dan bagian kesehatan lingkungan untuk mengolah dan memusnahkan limbah nonmedis.

Dampak Negatif dan Positif dari Limbah Rumah Sakit

Rumah sakit seharusnya menyediakan plastik yang berwarna berbeda, sehingga dapat membedakan antara limbah medis dan non medis. Masih banyak rumah sakit yang tidak membedakan kemasan limbah rumah sakit sehingga limbah medis bercampur dengan limbah non medis. Hal ini akan berdampak negatif, karena limbah yang bercampur tersebut di buang ke TPA. Sehingga dari TPA sering ditemukan limbah medis seperti botol infus, jarum suntik dan limbah medis lainnya. Dan tidak jarang pemulung menganggap plastik limbah medis bisa didaur ulang.

Dampak positif dari pengelolaan limbah rumah sakit seperti di rumah sakit PMI, berupa lumpur hasil pengelolaan limbah cair dapat menjadi media tanam tanaman hias. Hasil pembakaran limbah padat medis dapat menyuburkan tanaman yang ada di sekitar pembakaran limbah. Selain itu, sampah non medis yang dibagi dalam dua bagian yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah anorganik dibuang ke TPA sedangkan sampah organik dikumpulkan di suatu tempat kemudian dibiarkan hingga membusuk dan digunakan sebagai pupuk kompos.

KESIMPULAN

Rumah Sakit PMI merupakan rumah sakit yang baik menejemennya dalam pengelolaan limbah. Keteraturan dan tanggung jawab terhadap lingkungan sangat diperhatikan. Keteraturan dalam pengelolaan limbah sudah jelas dan diterapkan dalam memelihara kebersihan dan kesehatan masyarakat. Hal ini memberikan dampak positif bagi RS PMI itu sendiri dan masyarakat Bogor khususnya masyarakat yang ada di sekitar rumah sakit. Limbah yang ada sudah dibedakan menjadi limbah padat dan cair, yang dikelola secara terpisah.

Hasil pengolahan limbah padat RS PMI di gunakan sebagai pupuk yang dapat menyuburkan tumbuhan. Sedangkan hasil pengelolaan limbah cair di alirkan ke sungai Ciparigi yang dapat digunakan kembali oleh masyarakat. Dampak pengelolaan limbah akan terlihat secara langsung oleh semua pihak yang berkepentingan dan mempengaruhi citra rumah sakit itu sendiri. Oleh karena itu diperlukan perhatian dalam menyelenggaraan pengelolaan limbah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami kepada Dr. Ir. Arya H. Dharmawan, M.Sc. Agr selaku dosen pembimbing pekan ekologi manusia dan asisten dosen Dyah Ita M, SP, atas dukungan dalam pembuatan artikel ini. Kepada pembimbing kami, Dr. Ir. Diah Krisnatuti Pranadji, MS yang telah membantu dalam menyempurnakan artikel ini. Tak lupa kami ucapkan pula kepada semua pihak yang sudah memberi motivasi dan saran demi kelangsungan penyelesaian artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani E, Slamet A, Winarni D. 1998. **Penambahan PAC pada Proses Lumpur Aktif untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit: Laporan Penelitian**. Surabaya: Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh November.
- Herry, Erlita. 1999. **Simulasi Pengontrolan Air Limbah Menggunakan MPF LS Z-80: Laporan Tugas Akhir**. Depok: Program Studi Elektronika Industri Politeknik Universitas Indonesia.
- Siahaan, N.H.T. 2004. **Hukum Lingkungan dan Ekologi Pembangunan**. Edisi ke-2. Jakarta: Erlangga.
- <http://www.gizi.net/cgi-bin/berita/fullnews.cgi?newsid1066703478,2145>
- <http://www.pdpersi.co.id/?show=detailnews&kode=935&tbl=artikel>