LAPORAN KERJA ILMIAH

PENGARUH PENAMBAHAN BERBAGAI DOSIS KAPUR TOHOR TERHADAP PENURUNAN KADAR PHOSPHAT AIR LIMBAH SETELAH DIOLAH PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DI RS BETHESDA YOGYAKARTA

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Jenjang

Ahli Madya Kesehatan Lingkungan

Disusun Oleh :

Endang Mustikowati

NIM : 0596000692

AKADEMI KESEHATAN LINGKUNGAN
DEPARTEMEN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
YOGYAKARTA
1999

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Kerja Ilmiah dengan judul : PENGARUH PENAMBAHAN BERBAGAI DOSIS KAPUR TOHOR TERHADAP PENURUNAN KADAR PHOSPHAT AIR LIMBAH SETELAH DIOLAH PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DI RUMAH SAKIT BETHESDA YOGYAKARTA, telah mendapat pengesahan pada tanggal .....31..... Agustus 1999

AKADEMI KESEHATAN LINGKUNGAN
DEPARTEMEN KESEHATAN
YOGYAKARTA

Mengetahui / Menyetujui
Direktur
Akademi Kesehatan Lingkungan
Departemen Kesehatan RI Yogyakarta

AKADEMI KESEHATAN LINGKUNGAN
DEP. KES. RI.
YOGYAKARTA

Lucky Herawati, SKM, M.Sc.
NIP 140066691

Dosen
Pembimbing LKI

FX. Amanto Rahardjo, SKM
NIP. 140055214

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, karunia serta kekuatan-Nya sehingga Laporan Kerja Ilmiah ini dapat terselesaikan. Penulis menyadari bahwa penyelesaian laporan kerja ilmiah ini tidak dapat penulis selesaikan sendiri tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak, Ibu kakak dan adik tercinta yang telah memberi bantuan moril maupun materiil
2. Ibu Lucky Herawati, SKM, M.Sc. selaku direktur Akademi Kesehatan Lingkungan Yogyakarta
3. Bapak FX Amanto Rahardjo, SKM selaku pembimbing LKI
4. Bapak Tri Suyud Nusanto, S.Si selaku ketua IPSRS I RS Bethesda Yogyakarta
5. Mbak Fransisca Widiana Arimawanti, AMKL selaku koordinator staf pelaksana kebersihan, sanitasi dan pengolahan limbah RS Bethesda Yogyakarta
6. Segenap dosen dan staf akademi kesehatan lingkungan Yogyakarta
7. Karyawan - karyawati IPSRS I RS Bethesda Yogyakarta
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penyelesaian penulisan laporan kerja ilmiah ini.

Akhirnya, penulis berharap penelitian ini nantinya akan bermanfaat, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi masyarakat serta pihak atau instansi yang terkait.

Yogyakarta Agustus 1999

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul

Halaman Judul

Lembar Pengesahan i

Abstrak ii

Kata Pengantar iii

Daftar Isi v

Daftar Tabel vii

Daftar Skema viii

Daftar Grafik ix

Daftar Lampiran x

Daftar Singkatan xi

Daftar Istilah xii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah 1

B. Perumusan Masalah 6

C. Tujuan Penelitian 6

D. Dasar Teori 7

E. Hipotesa 16

F. Metode Penelitian 16

1. Jenis Penelitian 16

2. Rancangan Penelitian 16

3. Populasi dan Sampel 17

4. Variabel Penelitian 18

5. Hubungan Antar Variabel Penelitian 20

6. Definisi Operasional 20

7. Bahan dan Alat 21

8. Rencana Analisa Data 22

G. Jalannya Penelitian 27

BAB II HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian 30

1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian 30

2. Data Hasil Pengukuran 32

3. Hasil Analisa Data 34

B. Pembahasan 37

BAB III KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan 46

B. Saran 46

Daftar Pustaka

Lampiran

Daftar Tabel

Tabel 1 : hasil pengukuran kadar phosphat sebelum dan sesudah perlakuan Agustus 1999.

Tabel 2 : hasil pengukuran kadar pH sebelum dan sesudah perlakuan Agustus 1999.

Tabel 3 : ringkasan uji anava satu jalan parameter phosphat .

Tabel 4 : ringkasan perhitungan uji t-test dengan tingkat siqnifikasi 0,05.

Tabel 5 : presentase penurunan kadar phosphat dari contoh air limbah kontrol Agustus 1999.

Tabel 6 : prosentase penurunan kadar phosphat dari contoh air limbah perlakuan Agustus 1999.

Tabel 7 : selisih kadar phospat hasil perlakuan dengan syarat kwalitas air limbah.

Daftar Skema

Skema 1 : rancangan penelitian pretes postest with control group design.

Skema 2 : hubungan antara variabelpenelitian.

Daftar Grafik

Grafik 1 : presentase rata-rata penurunan kadar phosphat dari contohair limbah perlakuan Agustus 1999.

Daftar Lampiran:

Lampiran I : Perhitungan uji stastistik t-test

Lampiran II : perhitungan uji stastistik anava satu jalan.

Lampiran III : perhitungan uji stastistik t-test.

Lampiran IV : cara pemeriksaan phosphat total.

Lampiran V : cara penentuan kadar Ca O.

Lampiran VI : cara kerja floculator.

Lampiran VII : hasil pemeriksaan laboratorium BTKL.

Daftar Singkatan:

cc = centimeter cubic

cit = citation (kutipan)

HPO_4 = monohidrogen phosphat.

H_2PO_4 = dihidrogen phosphat.

H_2S = asam sulfida.

m^2 = meter persegi.

mg/l = miligram perliter.

ml = mili liter.

Per = peraturan.

Kep men = keputusan mentri.

LH = lingkungan hidup.

PH = derajat keasaman.

PO_4 = phosphat.

Daftar Istilah

absces = rongga yang terjadi karena kerusakan dan berisi nanah

acut = penyakit yang datang mendadak dan berkelanjutan dengan singka dan gawat.

Amorf = mudah hancur

biopsi = potongan jaringan jasad atau tubuh yang hidup baik jaringan normal maupun sakit dengan maksud untuk memeriksa dan mengetahui ada atau tidak kelainan.

Hidrolisa = penguraian suatu zat oleh reaksi dengan air yang cukup banyak atau oleh pelarut.

Higrokospik = zat yang bersifat menyerap air dan dengan demikian digunakan sebagai bahan penyaring.

Laudry = pencucian linen

Linen = kain yang terpakai dan kotor , misalnya ;selimut ,gordyn, pakaian pasien, penutup bantal dan guling.

Mukosa = selaput lendir

Nekrosis = kematian sel atau jaringan setempat karena berbagai hal

Out let = lubang pengeluaran/pembuangan dari suatu sistim aliran

Septicemia = keracunan darah oleh bakteri patogenik dan atau zat-zat yang dihasilkan oleh bakteri tersebut.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Titik temu yang paling strategis dalam hubungan antara manusia dan lingkungannya adalah pengendalian kualitas lingkungan. Lingkungan perlu dikelola dengan tepat dan benar untuk memberi jaminan kualitas kehidupan manusia.

Kenyataan menunjukkan bahwa kualitas lingkungan sangat ditentukan oleh proses-proses yang dilakukan manusia dalam perjalanan hidupnya. Proses-proses yang berkaitan dengan udara, air dan tanah ini, menggambarkan cara manusia menggunakan sumber daya lingkungannya. Proses ini akan menghasilkan rangkaian perubahan yang akan mempengaruhi kesehatan, kenyamanan, rasa keindahan, efisiensi dan kualitas manusia untuk mencapai penyesuaian sosial yang memuaskan.

Perubahan-perubahan ekologik sistem lingkungan merupakan indikator perananan manusia dalam lingkungannya. Perubahan-perubahan tersebut tercermin dalam berbagai ketimpangan siklus di dalam air, udara, dan tanah. Pengendalian kualitas lingkungan dmendukung unsur tanggung jawab usaha dan perilaku manusia dalam meniadakan ketimpangan pada berbagai siklus alam tersebut. Untuk itu diperlukan suatu kebijaksanaan yang menyeluruh mengenai pengelolaan lingkungan dalam berbagai sektor yang berkepentingan.

Berbijak dari pengertian tersebut maka rumah sakit selain memberikan peklayanan kesehatan, tentunya mengadakan juga usaha penyehatan lingkungan rumah sakit itu sendiri. Hal ini dimaksudkan agar setiap rumah sakit disamping memberikan pelayanan jasa yang bermanfaat, juga dikehendaki tidak menghasilkan produksi sampingan yang berdampak negatif. Usaha penyehatan rumah sakit termasuk dalam usaha pengendalian terhadap kualtitas lingkungan.

Salah satu usaha pengendalian kualitas lingkungan rumah sakit adalah upaya pengelolaan air limbah. hal ini dapat dipahami karena air limbah merupakan air bekas yang tidak terpakai lagi, meliputi semua air kotoran dari berbagai kegiatan di rumah sakit seperti kamar mandi, dapur, dan laboratorium. Sebanyak 80% - 90% dari air yang dipergunakan untuk berbagai kegiatan manusia akan dibuang sebagai air limbah (Sugiharto, 1987, Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah, UI Press, Jakarta). Jadi mustahil, bila manusia dalam hidupnya tidak menghasilkan air limbah.

Mengingat air limbah merupakan air buangan yang akan menjadi beban pencemaran bagi lingkungan, maka keberadaannya dalam lingkungan rumah sakit harus memenuhi syarat baik kualitas maupun kuantitas. Oleh karena itu, kualitas air limbah harus dipantau secara rutin, sehingga tidak mengakibatkan pencemaran pada lingkungan.

Air limbah rumah sakit merupakan salah satu hasil sampingan dari berbagai kegiatan di rumah sakit, sehingga kualitasnya harus memenuhi persyaratan tertentu bagi kesehatan sebelum dibuang ke badan air yang

menerimanya. Persyaratan kesehatan yang dimasudkan adalah persyaratan kualitas seperti diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes RI) no 173/Menkes/Per/VIII/1977 tentang pengawasan pencemaran air dan badan-badan air untuk berbagai kegunaan yang berhubungan dengan kesehatan. Persyaratan tersebut meliputi persyaratan kualitas fisik, kimiawi, mikrobiologi, dan radiaktivitas. Persyaratan lain tentang air limbah juga diatur dalam keputusan Menteri Lingkungan Hidup (Kepmen LH) Kep 58/Men LH/12/1995 tentang baku mutu limbah cair rumah sakit. Apabila kualitas air limbah tersebut tidak memenuhi syarat, maka dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Salah satu parameter yang perlu diperhatikan pada air limbah adalah kadar phosphatnya (sebagai PO^4). Karena phosphat dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Sebagai contoh dalam jangka waktu yang panjang phosphat akan memperkaya perairan sebagai bahan makanan bagi tumbuhan air. Bahan makanan yang berlebihan dalam perairan tersebut memungkinkan alga atau tumbuhan air lainnya berkembang biak dengan cepat atau sering disebut proses eutrophikasi.

Eutrophikasi merupakan proses alamiah yang terjadi di sungai atau danau, dengan gambaran proses terjadinya adalah sebuah sungai atau danau semula airnya relatif masih jernih dan rendah kadar makanannya. Setelah beberapa lama, bahan makanan tersebut terkumpul sehingga danau atau sungai menjadi kaya akan kehidupan alga dan ikan. Alga akan menjadi bentuk kehidupan yang deminan,

karena secara langsung menyerap bahan makanan tersebut. Selain menyerap bahan makanan, alga dalam hidupnya juga membutuhkan oksigen, sehingga jika pertumbuhan alga terlalu banyak, oksigen dalam air akan habis. Tanpa oksigen ikan dan makhluk air lainnya akan mati, sehingga hal ini menambah bertumpuknya bahan-bahan yang membusuk dan mengandung racun seperti H_2S, NH_3, CH_4 dan sebagainya. Pada akhirnya kualitas air danau atau sungai tersebut menurun sehingga tidak memenuhi syarat lagi untuk dipergunakan oleh manusia. Eutrophikasi ini dapat dikatakan sebagai indikator pencemaran phosphat.

Sedangkan terhadap kesehatan manusia, bila phosphat tersebut mencemari air bersih yang dikonsumsi manusia, maka akan menimbulkan penyakit dengan gejalanya antara lain nekrosis tulang rahang dan pembentukan nanah pada akar gigi. Penyakit ini dimulai dengan sering sakit gigi, kemudian diikuti dengan bintik-bintik pada lapisan mukosa gusi dan abces pada tulang rahang. Kemudian diikuti demam dan menggigil selanjutnya septicemia (keracunan dalam darah) yang akan mengakibatkan kematian (Wuryadi cit. Waldbott, 1973)

Dengan adanya dampak negatif yang ditimbulkan oleh phosphat dalam air limbah, maka perlu upaya untuk menurunkan kadar phosphat yang berlebihan sehingga memenuhi syarat untuk dibuang ke badan air yang menerimanya.

Kadar phosphat dalam air limbah pada dasarnya dapat dikurangi dengan cara koagulasi menjadi endapan kalsium Hidroxyapatit ($Ca(OH).(PO_4)$), dengan kapur tohor (CaO) sebagai bahan koagulan. Cara penurunan kadar phosphat dalam air limbah ini dapat pula diterapkan pada instalasi pengolahan air limbah

rumah sakit yang kadar phosphatnya belum memenuhi syarat. Salah satunya di Instalasi pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Bethesda.

Air limbah yang masuk ke instalasi pengolahan air limbah Rumah Sakit Bethesda berasal dari kegiatan-kegiatan di kamar mandi, urinoir, wastafel, kakus, sphoelhock, dapur, tindakan medis atau ruang perawatan, laboratorium, farmasi, sterilisasi dan desinfeksi, pencucian linen, kantin dan bengkel. Setelah mengalami aliran baik secara gravitasi maupun pemompaan sampai di instalasi pengolahan air limbah mengalami pengolahan secara fisik, kimiawi, dan biologi yang kemudian dialirkan kesehatan badan air.

Air limbah Rumah Sakit Bethesda setelah mengalami pengolahan, ternyata kadar phosphat belum memenuhi syarat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no 58/Men LH/12/1995. Menurut data dari instalasi pengolahan air limbah Rumah Sakit Bethesda hasil pemeriksaan contoh air limbah oleh BTKL yang diambil pada tanggal 15 April 1999 setelah mengalami pengolahan kadar phosphatnya sebesar 7,325 mg/l, sedangkan pH-nya masih memenuhi syarat yaitu sebesar 7,6. Kadar phosphat yang dianjurkan sebesar 2 mg/l, sedangkan pH yang dianjurkan antara 6 sampai 9. Data diatas menunjukkan air limbah Rumah Sakit Bethesda setelah mengalami pengolahan kadar phosphatnya masih tinggi.

Hal inilah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian upaya menurunkan kadar phosphat dengan menggunakan kapur tohor agar memenuhi persyaratan kualitas air limbah. Karena kapur tohor harganya lebih murah dan banyak terdapat di pasaran sehingga mudah didapat.

B. Perumusan Masalah

Dari survey pendahuluan yang diadakan pada tanggal 15 April 1999 setelah mengalami pengolahan kadar phosphat air limbah Rumah Sakit Bethesda masih melebihi standar, hal tersebut dapat diatasi antara lain dengan membubuhkan kapur tohor dengan dosis yang tepat.

Dari rumusan masalah diatas timbul pertanyaa penelitian;

1. Apakah ada perbedaan pengaruh dari penambahan berbagai dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat air limbah setelah diolah pada instalasi pengolahan air limbah Rumah Sakit Bethesda Yogyakarta?
2. Berapa dosis kapur tohor yang optimum dapat menurunkan kadar phosphat air limbah setelah diolah pada instalasi pengolahan air limbah Rumah Sakit Bethesda.

C. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan perumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Tujuan umum
   a. Dikuranginya pencemaran phosphat dari air limbah terhadap lingkungan.
   b. Ditingkatkannya kualitas air limbah.
2. Tujuan Khusus:

a. Diketahui adanya perbedaan pengaruh dari penambahan berbagai dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat air limbah setelah diolah pada instalasi pengolahan air limbah Rumah Sakit Bethesda Yogyakarta.

b. Diketahui adanya dosis kapur tohor yang optimum dapat menurunkan kadar phosphat air limbah setelah diolah pada instalasi pengolahan air limbah Rumah Sakit Bethesda.

D. Dasar Teori

1. Pengertian Rumah Sakit

Rumah sakit adalah sarana upaya kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan, serta dapat berfungsi sebagai tempat pendidikan tenaga kesehatan dan tempat penelitian. Tapi ada juga pengertian lain bahwa rumah sakit adalah suatu tempat dimana penderita memperoleh pengobatan dan perawatan secara optimum, bukan menjadi tempat di mana justru mendapat lama sembuh dan atau bertambah sakit (Rifai, IA, 1985, Pengantar Higiene dan Sanitasi Rumah Sakit, RSUP Dr Sarjito Yogyakarta). Sedangkan pengertian lain yang senada dengan pengertian di atas adalah bahwa rumah sakit adalah rumah tempat tinggal orang-orang yang sakit untuk memperoleh kesembuhan dari sakit yang dideritanya (Bakir Abisudjak, 1983, Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit). Adapun fungsi utama dari rumah sakit adalah penyembuhan dan pemulihan penderita. Pelayanan penyembuhan dan pemulihan penderita yang dilakukan rumah sakit menurut Direktorak Jendral Pemberantasan Penyakit Menular dan

Pengawasan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan (Ditjen PPM dan PLP Depkes RI, 1987) meliputi penyembuhan dan pemulihan penderita penyakit yang bersifat darurat, akut dan khronis.

Berpijak dari fungsi utama rumah sakit tersebut, dalam proses penyembuhan dan pemulihan penderita terkandung makna yang mendasar bila dikaitkan dengan pentingnya upaya sanitasi dan hakekat keberadaan rumah sakit di tengah-tengah masyarakat yaitu bahwa di RI.

1) terdapat bangunan permanen atau semi permanen yang khusus dipergunakan untuk melaksanakan kegiatan pelayanan.
2) terdapat peralatan, bahan dan perlengkapan untuk pelayanan
3) terdapat sumber daya manusia, pasien, petugas dan pengunjung
4) terdapat kegiatan yang beraneka ragam
5) Terjadi interaksi timbal balik yang langsung maupun tidak langsung dari sarana, fasilitas atau alat, manusia dan kegiatannya.

Namun pada umumnya peranan rumah sakit untuk mempercepat penyembuhan dan pemulihan penderita sebagaimana yang diharapkan, nampak belum dapat diselenggarakan secara optimum sehingga dapat menimbulkan dampak negatif seperti antara lain: (Djasio Sanropie, dkk, 1989, Komponen Sanitasi Rumah Sakit. Pusdiknakes, Jakarta).

1. Terlambatnya proses penyembuhan dan pemulihan penderita
2. Timbulnya pengaruh buruk pada petugas
3. Tercemarnya lingkungan

4. Menjadi sumber penyakit bagi masyarakat sekitar

Untuk mencegah dampak negatif tersebut perlu diadakan pengawasan tersendiri yang disebut sanitasi rumah sakit. (Departemen Kesehatan RI, 1988, Pola Dasar Sanitasi Rumah Sakit, Ditjen PPM dan PLP dan Ditjen Yanmed, Depkes RI, Jakarta).

Sanitasi rumah sakit adalah upaya pengawasan berbagai faktor lingkungan, fisik, kimiawi dan biologis di rumah sakit, yang menimbulkan atau dapat mengakibatkan pengaruh buruk pada kesehatan jasmani, rohani, dan kesejahteraan sosial bagi petugas, penderita/pengunjung dan masyarakat di sekitar rumah sakit. Sedangkan tujuan dari kegiatan sanitasi rumah sakit adalah terwujudnya kondisi lingkungan rumah sakit yang memenuhi syarat sanitasi dan menjamin pencegahan infeksi nosokomial dan membantu proses pengobatan serta penyembuhan penderita.

Karena kegiatan rumah sakit merupakan kegiatan yang kompleks, maka perlu adanya suatu pembidangan usaha sanitasi rumah sakit, pembidangan tersebut meliputi: (Depkes RI, 1987, Ditjen PPM dan PLP, Jakarta)

1) Upaya sanitasi kerumahtanggaan yang secara khusus memberikan perhatian dalam penyehatan lingkungan rumah sakit bebas dari gangguan serangga dan binatang pengganggu.
2) Upaya sanitasi dasar yang menitikberatkan kegiatannya pada pelayanan penyediaan air bersih, pembuangan sampah dan tinja, pengawasan makanan dan minuman, pencegahan serangga dan binatang pengganggu dan sebagainya.

3) Upaya sanitasi khusus mempunyai perhatian tajam pada kegiatan atau proses-prose yang karena sifat dan jenisnya yang khas dapat menimbulkan bahaya atau resiko tinggi bagi petugas, penderita, maupun pengunjung rumah sakit. Termasuk dalam usaha sanitasi khusus adalah sanitasi sampah biologis, limbah patologis, linen, bahan berbahaya atau radioaktif, kamar operasi, kamar bersalin dan ruang perawatan bayi, dan kamar isolasi.
4) Upaya pengembangan manajemen dan peraturan perundangan sanitasi rumah sakit.

2. Pengertian Air Limbah

Air limbah adalah air yang tidak dipakai (bekas pakai) meliputi semua air kotoran yang berasal dari perumahan (kamar mandi, kamar cuci, dapur) maupu yang berasal dari industri dan air hujan. (Josep Soemardji, 1985, Pembuangan Air Kotor dan Air Limbah, Pusdiknakes, SPPH Bandung)

Berdasar sumbernya, air limbah dibedakan atas tiga macam; (Sugiharto, 1987, Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah, UI Press, Jakarta).

1) Air limbah rumah tangga, meliputi yang berasal dari :
   a. Daerah pemukiman: departemen, hotel, rumah
   b. Daerah perdagangan: bar, perusahaan dan kantor
   c. Daerah kelembagaaan: rumah sakit, sekolah, asrama
2) Air limbah industri
3) Air Limbah rembesan dan tambahan

Sesuai dengan sumbernya maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi tergantung tempat dan waktu. Menurut sumbernya air limbah rumah sakit termasuk air limbah rumah tangga. Kemudian air limbah rumah sakit dibedakan atas: (Djasio Sanropie, dkk, 1989, Komponen Sanitasi Rumah Sakit, Pusdiknakes, Jakarta).

1) air limbah patologis, contohnya sisa darah, urine, tinja, potongan biopsi, media pembenihan, sisa obat, sampah kimia, air pembersih, dan sebagainya.
2) air limbah non patologis, air limbah ini berupa air buangan dari dapur, kamar mandi, loundry, kantin, air hujan, penampungan air di selokan halaman, air dari kegiatan ruang fisiotherapi, dan ruang radiotherapi atau diagnostik.

3. Pengolahan Air Limbah

Apabila air limbah sebelum dibuang tanpa mengalami pengolahan terlebih dahulu maka akan berakibat sebagai berikut: (Sugiharto, 1987, Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah, UI Press, Jakarta)

1) membahayakan kesehatan manusia karena dapat merupakan pembawa suatu penyakit.
2) merugikan dari segi ekonomi karena dapat menimbulkan kerusakan pada benda atau bangunan maupun tanaman dan peternakan
3) dapat merusak atau membunuh kehidupan yang ada di dalam air seperti ikan dan binatang peliharaan lainnya.

4) dapat merusak keindahan karena bau busuk dan pemandangan yang tidak sedap terutama di daerah hilir sungai yang merupakan daerah rekreasi.

Oleh karena itu untuk mencegah hal tersebut diatas air limbah harus diolah terlebih dahulu, sebelum dibuang ke badan air.

Adapun tujuan dari pengolahan air limbah adalah: (Soewito Sastrodimedjo, 1985, Pengantar Studi Pengelolaan Air Kotor, Pusdiknakes, APK-TS Surabaya).

1) mengurangi kemungkinan penyebaran dari berbagai penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme yang ada dalam air limbah.
2) mencegah kemungkinan terjadinya polusi pada air permukaan atau air tanah
3) mengurangi gangguan estetika

Sedangkan cara-cara pengolahan air limbah antara lain:

1) secara kimiawi, contohnya netralisasi, oksidasi, dan reduksi
2) secara mekanik, contohnya pengendapan, pengenceran, dan pengeringan
3) Secara biologi ada 3 jenis :
   a. Biologi oksidasi, contohnya aerasi dan lumpur aktif
   b. Reduksi biologis, contohnya pengolahan anaerobik
   c. Desinfeksi, contohnya aklorinasi dan ozonisasi

Dengan adanya pengolahan air limbah diharapkan unsur-unsur di dalam air limbah sesuai dengan yang tercantum didalam standart kualitas air limbah, sehingga tidak menimbulkan gangguan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

4. Phosphat

Phosphat merupakan salah satu bentuk persenyawaan unsur phosphor. Unsur phospor dalam air limbah dapat berasal dari air buangan rumah tangga, limbah industri tertentu, dan limbah pertanian. Komponen yang banyak mengandung phosphor adalah air seni dan senyawa poliphosphat yang berasal dari deterjen. Senyawa poliphosphat tersebut didalam perairan akan mengalami proses hidrolisa menjadi senyawa arthophosphat (PO_4^{-3}, HPO_4^{-2}, dan H_2PO_4). Proses hidrolisa tersebut sangat dipengaruhi oleh pH air sehingga jika pH semakin kecil maka semakin cepat hidrolisanya (Rikiyanto Tanamas, 1984, Penelitian Kadar Phosphat Pada Air Buangan dan Pengaruhnya Terhadap Kesuburan Tanaman Enceng Gondok (Eichornia Crassipes), Dirjen Dikti Depdikbud RI, Jakarta). Ini berarti kondisi air limbah yang semakin asam sangat mendukung proses perubahan senyawa poliphosphat menjadi senyawa arthophosphat.

Senyawa yang mengandung phosphor biasanya dapat merupakan bahan penyubur bagi tanaman. Oleh sebab itu apabila kadar phosphat ini cukup besar dan melebihi normal diperairan, maka hal ini akan memberi peluang yang besar bagi alga untuk berkembang biak secara cepat yang disebut entrophikasi.

Selain mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan phosphat juga berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Hal ini terjadi apabila phosphat pada air limbah tersebut mencemari air bersih yang dikonsumsi manusia. Dampak negatif ini berupa timbulnya penyakit septicemia.

Dengan adanya dampak negatif dari phosphat dalam air limbah maka perlu diupayakan suatu pengendalian kadar phosphat yang berlebihan sehingga memenuhi persyaratan kualitas air limbah untuk dapat dibuang kedalam air

5. Mekanisme Penurunan Phosphat

Kadar phosphat dalam air limbah pada dasarnya dapat dikurangi dengan jalan kongulasi, sebagai bahan kongulan adalah kapur tohor (CaO) (Hammer, Mark J, 1931, Water and Waste Water Technology, USA).

Aksi kapur tohor mempunyai kekhususan dalam menurunkan kadar phosphat pada air limbah. Ketika ditambahkan pada air limbah ada kenaikan pH dan ion kalsium bergabung dengan orthophosphat menjadi bentuk Kalsium Hidroxyapatit atau Ca_5 (OH) (PO_4) yang akan mengendap, seperti reaksi berikut :

$$5Ca^{2+} + 4OH^- + 3HPO_4^{2-} \longrightarrow Ca_5(OH)(PO_4) \downarrow + 3\ H_2O$$

Penambahan kapur tohor pada dosis 150 - 300 mg/l sebagai CaO dapat menurunkan 80% - 90% phosphat dari air limbah domestik (Hammer, Mark J, 1931, Water And Waste Water Tecnology, USA). Karena penambahan kapur tohor yang tinggi dapat menyebabkan air limbah mempunyai pH yang tinggi, maka perlu diusahakan optimasi dosis kapur tohor yang ditambahkan. Selain itu penambahan kapur tohor juga tergantung pada pH, kadar phosphat dan derajad penurunan yang diinginkan. Pemberian kapur tohor dengan dimasukkan dulu pada air pelarut sebelum dimasukkan ke air limbah, maka kapur tohor tersebut berkurang sebagian untuk menaikkan pH air pelarut terlebih dahulu. (Iman

Pranawa Utama, 1986, Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Kapur Tohor terhadap lima parameter penting air limbah dari Industri Tahu, Skripsi APK - TS Yogyakarta)

6. Kapur Tohor

Kapur tohor merupakan persenyawaan kalsium oksida, zat padat berwarna putih dan amorf, mempunyai titik leleh tinggi 2570 ^{0}C, dan bersifat higroskopik, karena itu dapat dipakai sebagai bahan pengering. Pembuatannnya dengan pembakaran kalsium karbonat di dalam tanur kapur, disitu akan terbentuk kalsium oksida dan gas karbondioksida. (Hassan Sadily, 1973, Ensiklopedi umum, Yayasan Kanisius, Jakarta).

Bila kapur tohor diberi air, maka akan terbentuk kapur mati ($Ca(OH)_2$) dimana banyak terjadi pelepasan panas. Sedangkan kapur tulis ($Ca CO_3$) sering dinamakan kapur berasam arang (Ensiklopedi Indonesia, 1982, Ichtiar Baru-Van-Hoeve, Jakarta).

$Ca(OH)_2$ sering digunakan sebagai bahan koagulan untuk menurunkan kadar phosphat pada air limbah yang berasal dari industri pupuk nitrogen dan pupuk phosphat. (Departemen Perindustrian, 1985, Buku Panduan Pencegahan dan Penanggulangan pencemaran lingkungan Akibat Industri Pupuk Nitrogen dan Pupuk Phosphat, Sekjen Deperin RI, Jakarta). Hal ini sebagai penerapan pemberian kapur tohor pada air limbah yang mengandung kadar phosphat yang

tinggi, mengingat air limbah yang dihasilkan industri ini mengalir secara terus menerus.

E. Hipotesis

Dalam penelitian ini penulis mengajukan suatu hipotesa atau jawaban sementara dari masalah yang ada; yaitu:

1. Ada perbedaan pengaruh dari penambahan berbagai dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat air limbah setelah diolah pada instalasi pengolahan air limbah di RS Bethesda Yogyakara.
2. Ada dosis kapur tohor yang optimum dapat menurunkan kadar phosphat air limbah setelah diolah pada instalasi pengolahan pengolahan air limbah di RS Bethesda.

F. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan pendekatan true eksperimental yang hasilnya dianalisis secara analitis

2. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan rancangan penelitian Pre test-Post test with Control Group Design, artinya dalam penelitian ini diadakan pengambilan sampel pre test maksudnya pengambilan sampel sebelum diadakan perlakuan,

sedangkan pengambilan sampel post test yaitu pengambilan sampel setelah diadakan perlakuan.

Skema I

Rancangan Penelitian Pretes - Post Test With Control Group Design

	Pre	Perlakuan	Post
$R(KE)_a$	0_1	$X_{(a)}$	0_2
$R(KE)_b$	$0_1'$	$X_{(b)}$	$0_2'$
$R(KE)_c$	$0_1''$	$X_{(c)}$	$0_2''$
$R(KE)_d$	$0_1'''$	$X_{(d)}$	$0_2'''$
$R(KE)_e$	$0_1''''$	$X_{(e)}$	$0_2''''$
RKK	$0_1'''''$		$0_2'''''$

Pengambilan sampel dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali selama tiga hari berturut-turut pada waktu pengambilan yang sama. Kemudian setelah dilakukan perlakuan di laboratorium AKL Depkes Yogyakarta sampel dikirim ke laboratorium BTKL Yogyakarta untuk dilakukan pemeriksaaan kadar phosphat.

3. Populasi dan Sampel

a. Populasi dalam penelitian ini adalah semua air limbah pada instalasi pengolahan air limbah RS Bethesda Yogyakarta.

b. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah sejumlah air limbah yang diambil dari bagian out let setelah pengolahan secara acak. Mengingat air limbah setelah pengolahan ini ditampung sementara atau dilewatkan pada bak fish pond

sebelum dibuang ke badan air sehingga pengambilan secara acak terhadap sampel air limbah ini dianggap sudah mewakili. Waktu pengambilan sampel adalah selama tiga hari berturut-turut yaitu hari Selasa, Rabu, dan Kamis pukul 9.15 WIB, karena pada saat tersebut merupakan puncak kesibukan dari kegiatan rumah sakit dalam menghasilkan air limbah dan diperkirakan air limbah yang dihasilkan sudah bercampur merata sehingga sampel yang diambil diharapkan sudah mewakili.

4. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini ada tiga macam, yaitu:

a. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis kapur tohor

b. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar phosphat.

c. Variabel pengganggu

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang tepat, maka perlu adanya usaha untuk memperkecil atau mengendalikan variabel pengganggu, usaha-usaha pengendaliannya antara lain:

1) Jenis kapur tohor yang digunakan

digunakan kapur tohor yang dijual di pasaran dengan tempat dan waktu pembelian yang sama.

2) Kecepatan pengadukan

dibuat sama untuk tiap perlakuan yaitu 179-181 putaran per menit selama 5 menit untuk pengadukan cepat dan 60-61 putaran per menit selama 3 menit untuk pengadukan lambat.

3) Alat pengadukan

digunakan alat yang sama untuk tiap perlakuan yaitu dengan menggunakan alat Flocculator SW 1 stuart scientific buatan Inggris.

4) Wadah untuk mengirimkan sampel pemeriksaan ke laboratorium.

Digunakan botol kaca 250 ml dengan warna yang sama yaitu coklat.

5) Lamanya perlakuan

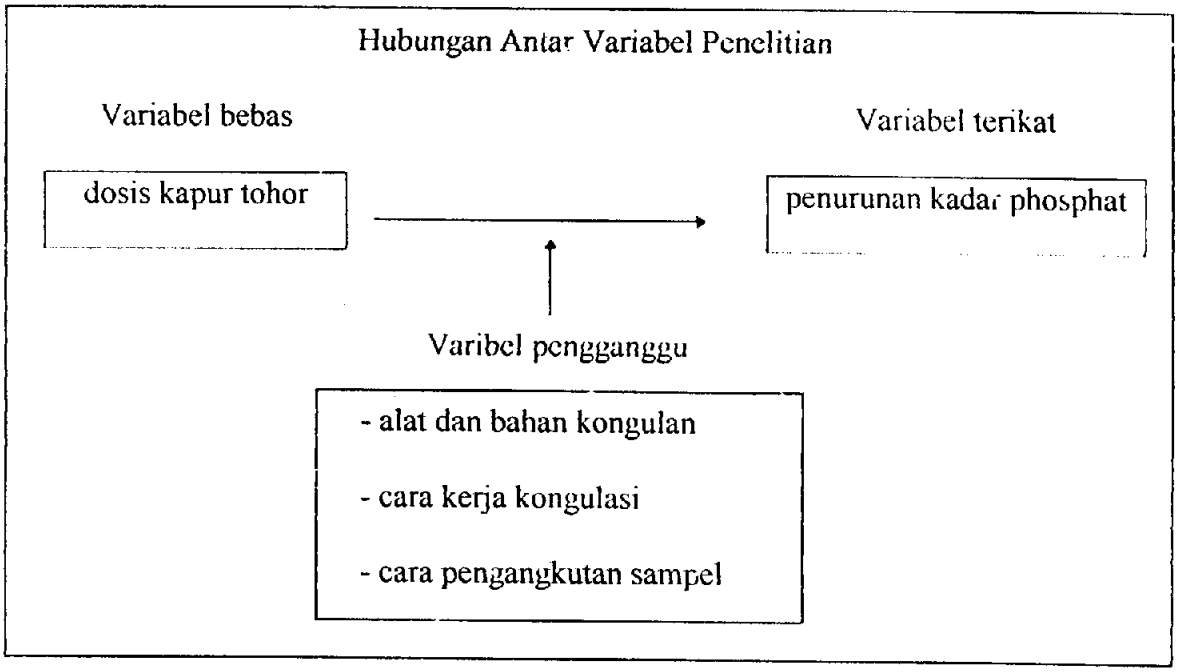
Menghabiskan waktu yang sama untuk tiap perlakuan yaitu selama 23 menit.

6) Cara pengangkatan sampel

dilakukan bersama-sama untuk semua sampel dalam waktu maksimal 2 jam dari saat pengambilan sampel ke laboratorium.

5. Hubungan antar Variabel Penelitian

Skema 2



6. Definisi Operasional

a. Dosis kapur tohor tertentu

Dosis kapur tohor tertentu adalah dosis kapur tohor yang ditentukan dalam penelitian ini untuk ditambahkan pada contoh air limbah setelah tidak pada instalasi pengolahan air limbah.

b. Dosis kapur tohor

Dosis kapur tohor adalah banyaknya kapur tohor sebesar 100 mg, 200 mg, 300 mg, 400 mg, dan 500 mg ke dalam satu liter air limbah.

c. Kadar phosphat

Kadar phosphat adalah konsentrasi phosphat dalam contoh air limbah sebelum dalam sesudah pemberian kapur tohor.

d. Penurunan kadar phosphat

penurunan kadar phosphat adalah penurunan kadar phosphat maksimal setelah ditambah kapur tohor.

e. Dosis kapur tohor yang optimum

Dosis kapur tohor yang optimum adalah dosis tertentu kapur tohor yang ditambahkan dalam contoh air limbah sehingga dapat menurunkan kadar phosphat sampai memenuhi syarat kualitas air limbah serta ph yang masih memenuhi persyaratan pula.

f. Air limbah

Air limbah adalah air limbah yang berasal dari kegiatan di RS Bethesda Yogyakarta setelah mengalami pengolahan di instalasi pengolahan air limbah.

g. Perlakuan

Perlakuan adalah kegiatan penambahan kapur tohor terhadap air limbah sebelum dimasukkan ke wadah pengiriman air limbah ke laboratorium BTKL Yogyakarta.

7. Bahan dan Alat

a. Bahan yang digunakan:

1. Kapur tohor
2. Air limbah
3. PH stik

b. Alat yang digunakan:

1. Flokulator satu buah
2. Timbangan satu buah
3. Arloji
4. Jerigen satu buah
5. Botol coklat sebanyak 7 x 3 buah

8. Rencana Analisa Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini kemudian dikelompokkan menurut jenis parameter sebelum dan sesudah perlakuan. Data ini disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel

Hasil Pengukuran Kadar Phosphat Sebelum Dan Sesudah Perlakuan

Hari	Sebelum perlakuan	Kontrol	Sesudah perlakuan dengan dosis kapur tohor (mg/l)				
			100	200	300	400	500
I II III							
Jumlah							
Rata-rata							

Tabel

Hasil Pengukuran pH Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Hari	Sebelum perlakuan	Kontrol	Sesudah perlakuan dengan dosis kapur tohor (mg/l)				
			100	200	300	400	500
I II III							
Jumlah							
Rata-rata							

Setelah data terkumpul maka akan diolah dan dianalisa dengan uji t-test untuk kelompok pre test (R) dan kontrol (K), uji analisa varian satu jalan (anava satu jalan) untuk seluruh perlakuan, dan uji t-test untuk masing-masing pasangan kelompok perlakuan yang ditambah dosis kapur tohor.

Uji t-test untuk kelompok R dan K ini dimaksudkan untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh yang bermakna dari kelompok R dan K dalam menurunkan kadar phosphat.

$$to = \frac{|\overline{X_1} - \overline{X_2}|}{\sqrt{\frac{b^2}{n(n-1)}}}$$

Keterangan: $\overline{X_1}$ = mean kelompok R n = jumlah subyek.

$\overline{X_2}$ = mean kelompok K $\overline{B}$ = mean selisih R dan K

b = jumlah kuadrat (B-$\overline{B}$) B = selisih R dan K

Kriteria pengujian t-test adalah:

Ho diterima, bila to < t_t, 0,05, $n_1 + n_2 - k$

Ho ditolak, bila to≥ t_t, 0,05, $n_1 + n_2 - k$

Ho = tidak ada perbedaan pengaruh antara kelompok R dan K dalam menurunkan kadar phosphat pada tingkat signifikansi 0,05.

Uji anava satu jalan digunakan untuk mengetahui adanya pengaruh di antara berbagai dosis kapur tohor yang ditambahkan ke dalam contoh air limbah terhadap penurunan kadar phosphat.

a. $JK_T = \sum X_T^2 - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$

b. $JK_A = \frac{(\sum X_A^2)}{n_k} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$

c. $JK_D = JK_T - JK_A$

d. $MK_A = \frac{JK_A}{db_A}$

e. $MK_D = \frac{MK_D}{db_D}$

f. $db_A = K-1$

g. $db_D = N-1$

h. $fo = \frac{MK_A}{MK_D}$

Keterangan: JK_T = jumlah kuadrat total

JK_A = jumlah kuadrat antar kelompok

JK_D = jumlah kuadrat dalam

MK_A = mean kuadrat antar kelompok

MK_D = mean kuadrat dalam

F0 = nilai f hitung (f observasi)

n_k = jumlah subyek dalam kelompok

K = banyaknya kelompok

N = jumlah subyek sebelumnya.

Kriteria pengujian anava satu jalan adalah:

Ho diterima, bila $fo < f_t$, 0,05, K-1, N - K

Ho ditolak, bila $fo \geq f_t$, 0,05, K-1, N - K

Ho = tidak ada beda pengaruh dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat pada tingkat signifikansi 0,05.

Untuk mempermudah perhitungan maka dibuat tabel ringkasan hasil uji anava satu jalan sebagai berikut:

Tabel

RINGKASAN PERHITUNGAN ANOVA SATU JALAN DENGAN TINGKAT SIGNIFIKANSI 0,05

Sumber variasi	JK	db	MK	Fo
antar dalam total				

Kemudian untuk mencari dosis kapur tohor yang paling baik dalam menurunkan kadar phosphat air limbah digunakan uji t-tes. Hasil pengujian ini kemudian dibandingkan dengan standar pada Kep Men LH no 58/Men LH/12/1995

$$to = \frac{(M_1 - M_2)}{\sqrt{\frac{MK_D}{n}}}$$

Keterangan :

M = Mean

MK_D = Mean kuadrat dalam

n = Jumlah subyek

Kriteria pengujian t-test :

Ho diterima, bila $to < t_t, 0,05, n_1 + n_2 - k$

Ho ditolak, bila $to \geq t_t, 0,05, n_1 + n_2 - k$

Ho = tidak ada perbedaan pengaruh antara kelompok perlakuan dalam menurunkan kadar phosphat pada tingkat signifikansi 0,05

Kriteria penilaian dosis kapur tohor yang optimum :

1. Dapat menurunkan phosphat sampai memenuhi syarat kualitas air limbah

2. Dapat mencapai pH yang masih memenuhi syarat kualitas air limbah

Untuk mempermudah perhitungan maka dibuat tabel ringkasan hasil uji t-test sebagai berikut :

Tabel

Ringkasan Perhitungan Uji T-Test Dengan Tingkat Signifikansi 0,05

Kelompok	to	Hasil	t_t	Ho

G. Jalannya Penelitian

Secara garis besar jalannya penelitian ini dibagi dalam dua tahap yaitu persiapan dan pelaksanaan

1. Tahap persiapan

   a. Penyelesaian masalah perijinan

   b. Kegiatan pengenalan obyek penelitian

   c. Menyiapkan peralatan untuk penelitian

   d. Penentuan waktu untuk penelitian

2. Tahap pelaksanaan penelitian

   Kegiatan yang dilakukan adalah :

   a. Pengumpulan data meliputi :

1. Diambil contoh air limbah dari bak sesudah di instalansi pengolahan air limbah RS Bethesda untuk pemeriksaan phosphat dan pH
2. Masukkan contoh air limbah ke dalam tabung-tabung pada flokulator sebanyak masing-masing 500 ml dan periksa pH nya
3. Beri kode masing-masing tabung dengan K, P1, P2, P3, P4 dan P5 secara berurutan
4. Timbang kapur tohor sebanyak 0 mg, 50 mg, 100 mg, 150 mg, 200 mg dan 250 mg, kemudian masukkan ke tabung secara berurutan
5. Hidupkan flokulator dan aduk dengan kecepatan cepat (179 - 181 putaran menit) selama 15 menit kemudian dengan kecepatan lambat (60 - 61 putaran / menit) selama 3 menit
6. Diamkan 15 menit
7. Periksa pH pada masing-masing tabung sebagai pH post test
8. Masukkan contoh air setelah perlakuan (pengadukan) tadi ke dalam botol coklat, beri label dan kirim ke BTKL Yogyakarta. Keterangan label atau kode :

   R = Contoh air limbah perlakuan dan tanpa penambahan sebaga pre test

   K = Contoh air limbah dengan perlakuan (pengadukan) tapi tanpa penambahan kapur tohor sebagai kontrol

   P_1 = Contoh air limbah ditambah kapur tohor dengan dosis 100 mg / l

   P_2 = Contoh air limbah ditambah kapur tohor dengan dosis 200 mg / l

   P_3 = Contoh air limbah ditambah kapur tohor dengan dosis 300 mg / l

P_4 = Contoh air limbah ditambah kapur tohor dengan dosis 400 mg / l

P_5 = Contoh air limbah ditambah kapur tohor dengan dosis 500 mg / l

9. Kegiatan di atas dilakukan pengulangan tiga kali selama tiga hari berturut-turut

b. Pengelompokan data

data yang diperoleh kemudian dikelompokkan menurut jenis parameter sebelum dan sesudah perlakuan. Data tersebut disajikan dalam bentuk tabel

c. Analisa data

data yang telah dikelompokkan kemudian diolah dan dianalisa secara statistik dengan uji t-test dan anova satu jalan

d. Pembahasan

dari hasil analisa data tersebut kemudian dilakukan pembahasan dengan mengacu teori-teori dalam tinjauan pustaka atau dasar teori

e. Penarikan kesimpulan

BAB II

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian yang berjudul Pengaruh Penambahan Berbagai Dosis Kapur Tohor Terhadap Penurunan Kadar Phosphat Air Limbah Setelah Diolah Pada Instalansi Pengolahan Air Limbah RS. Bethesda Yogyakarta ini, dilaksanakan pada 10 - 12 Agustus 1999. Mengenai gambaran umum obyek atau lokasi penelitian dan hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

RS. Bethesda merupakan rumah sakit kelas B yang peletakan batu pertamanya berlangsung pada tanggal 20 Mei 1899 di wilayah kampung Gondokusuman. Adapun letak lokasi RS. Bethesda ada di jalan Jenderal Sudirman 70 Yogyakarta.

RS. Bethesda menempati lokasi seluas 5,3 hektar dengan luas bangunan 21,389 m^2. Jumlah pegawai sampai 1 April 1999 1249 orang, dengan perincian tenaga medis 79 orang, tenaga paramedis perawat 502 orang, tenaga paramedis non perawat 204 orang dan tenaga non medis 464 orang.

Fasilitas yang ada di RS. Bethesda antara lain rawat jalan, rawat inap dan guest house, sedangkan fasilitas penunjang lainnya adalah instalansi farmasi, laboratorium, bedah sentral, rawat darurat, radiologi, rawat intensif, gizi, dan intermediate care. Disampung itu RS. Bethesda juga mempunyai unit khusus ibu dan anak yaitu di Lempuyang Wangi, ada juga usaha peningkatan kesehatan

masyarakat (UPKM) atau sering disebut Community Development (CD) yang bergerak dalam bidang konseling dengan sasaran masyarakat pedesaan.

Dengan fasilitas-fasilitas yang ada di RS. Bethesda maka banyak kegiatan yang dapat dilakukan antara lain tindakan medis, laboratorium, radiologi / radiognostik, patologi klinik, dapur / instalansi gizi, WC, Spheolhock, KM, Urinoir, wastafel dan pencucian linen (loundry). Dari kegiatan-kegiatan ini air limbah rumah sakit dihasilkan. Air limbah tersebut secara gravitasi dan pemompaan dialirkan ke instalansi pengolahan air limbah untuk mengalami pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Pengolahan air limbah ini merupakan salah satu tugas dan tanggung jawab dari instalansi pengolahan air limbah RS. Bethesda dibawah koordinator staf pelaksanaan kebersihan, sanitasi dan pengolahan air limbah yang termasuk dalam kewenangan IPSRS I RS. Bethesda.

Proses pengolahan air limbah di instalansi pengolahan air limbah RS. Bethesda adalah antara lain ; air limbah dari loundry dilakukan pra treatment dengan penambahan tawas dan magnaflog pada bak treatment loundry, lalu dialirkan ke bak penampung awal. Air limbah dari dapur dan kanting ke sumuran dapur lalu dimasukkan ke bak-bak penangkap lemak I dan bak-bak penangkap lemak II, baru dialirkan ke bak penampung awal. Air limbah yang berasal dari kamar mandi, WC, Wastafel, dan sphoelhock dari semua ruangan di RS. Bethesda dikumpulkan pada titik 24 melalui saluran, lalu dipompa masuk ke bak equalisasi lalu ke bak anerobik. Dari bak anaerobik dialirkan ke

bak aerobik, disini air limbah diaerasi dengan menggunakan empat buah blower sebagai aerator. Dari bak aerobik air limbah dialirkan ke bak settling sebagai tempat penampung lumpur dan memberi kesempatan lumpur untuk mengendap. Dari bak settling dialirkan ke bak penampung hasil, kemudian dipompa ke sand filter dan dialirkan ke fish pond dan pancuran lalu dibuang ke badan air sebelum masuk sand filter, air limbah dari penampung hasil didesinfeksi dengan larutan kaporit.

Salah satu parameter yang belum memenuhi syarat kualitas sebelum dibuang ke badan air adalah kadar phosphat. Kadar air limbah setelah diolah pada instalansi pengolahan air limbah ini melebihi persyaratan. Ini berarti sistem pengolahan air limbah tersebut belum dapat menurunkan kadar phosphat sampai memenuhi syarat.

Kadar phosphat yang tinggi inilah yang menjadi masalah. Keadaan demikian apabila tidak segera ditangani maka akan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Dengan adanya masalah demikian, peneliti mencoba menambahkan kapur tohor ke dalam limbah untuk menurunkan kadar phosphat sehingga memenuhi syarat-syarat baku mutu limbah cair rumah sakit

2. Data Hasil Pengukuran

Hasil pemeriksaan kadar phosphat rata-rata air limbah setelah melalui instalansi pengolahan air limbah sebesar 11,63 mg/l dan pH nya sebesar 6,83.

Contoh air limbah yang diambil dari bak setelah pengolahan tanpa perlakuan ini digunakan sebagai sampel pre test.

Kemudian untuk menurunkan kadar phosphat maka sampel air limbah yang berasal dari bak sesuda diolah pada instalansi pengolahan air limbah diadakan perlakuan dengan penambahan kapur tohor. Dosis kapur tohor yang ditambahkan adalah sebesar 100 mg/l, 200 mg/l, 300 mg/l, 400 mg/l, dan 500 mg/l. Selain phosphat parameter lain yang diperiksa adalah pH. Setelah dilakukan perlakuan pada sampel air limbah, kemudian dikirim ke BTKL Yogyakarta untuk diperiksa kadar phosphatnya. Hasil pemeriksaan dari kedua parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1

Hasil Pengukuran Kadar Phosphat Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Agustus 1999

Hari	Sebelum Perlakuan	Kontrol	Sesudah Perlakuan dengan dosis kapur tohor (mg/l)				
			100	200	300	400	500
I	12,44	6,63	9,30	7,79	5,46	5,27	6,89
II	11,20	11,47	8,26	7,01	5,54	6,47	6,00
III	11,24	11,28	8,99	5,89	4,57	5,89	5,85
Jml	34,88	29,38	26,55	20,69	15,57	17,63	18,74
Rata-rata	11,63	9,79	8,85	6,90	5,19	5,88	6,25

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa pengukuran phosphat didapatkan hasil yang bervariasi. Dengan penambahan dosis kapur tohor yang bertambah besar maka kadar phosphat dalam sampel air limbah sesudah

perlakuan semakin berkurang tapi setelah melewati penambahan lebih dari 300 mg/l kadar phosphat semakin bertambah, kadar phosphat yang paling rendah diperoleh pada dosis 300 mg/l

Tabel 1

Hasil Pengukuran pH Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Agustus 1999

Hari	Sebelum Perlakuan	Kontrol	Sesudah Perlakuan dengan dosis kapur tohor (mg/l)				
			100	200	300	400	500
I	7	7	7,5	7,5	8	8,5	9
II	7	7	7,5	8	8,5	8,5	9
III	6,5	6,5	7	8,5	8,5	9	9
Jml	20,5	20,5	22	24	25	26	27
Rata-rata	6,83	6,83	7,3	8	8,3	8,7	9

Sedangkan pada tabel 2 terlihat bahwa pH air limbah sesudah perlakuan menunjukkan adanya peningkatan pH dengan adanya penambahan dosisi kapur tohor. Derajad pH pada air limbah sebelum perlakuan sampai sesudah perlakuan masih memenuhi syarat kualitas air limbah

3. Hasil Analisa Data

a. Uji Statistik dengan t-test

Uji statistik dengan menggunakan t-test ini dimaksudkan untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh dari kelompok pre test (R) dan kelompok kontrol (k) dalam menurunkan kadar phosphat air limbah. Berdasarkan hasil perhitungan antara kelompok R dan K menggunakan uji t-

test dengan tingkat signifikan 0,05 dan db 2, diperoleh t-observasi (to) 0,75 dan t-tabel (t_t) 2,92. Jadi to lebih kecil dari pada t_t , maka hipotesa nol diterima berarti tidak ada perbedaan yang bermakna secara statistik dalam menurunkan kadar phosphat bila dibandingkan dengan pre test. Penurunan phosphat dari 11,63 menjadi 9,79 pada kelompok kontrol ini tetap tidak bermakna jika diuji secara statistik dan juga tetap belum memenuhi syarat pada kualitas air limbah walaupun terjadi penurunan.

Sehingga pelaksanaan penambahan kapur tohor tetap dilaksanakan untuk lebih jelasnya perhitungan ini dapat dilihat pada lampiran I

b. Uji statistik dengan analisa varians satu jalan atau anova satu jalan

Uji statistik menggunakan anova satu jalan dimaksudkan untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh dari berbagai dosis kapur tohor yang ditambahkan terhadap penurunan phosphat. Uji statistik dalam penelitian ini dilakukan untuk parameter phosphat. Dari hasil perhitungan menggunakan uji anova satu jalan terhadap parameter phosphat dengan tingkat signifikan 0,05 dan db 5/12 didapatkan hasil F-observasi (Fo) 6,03 dan F-tabel (Ft) 3,11. Jadi Fo lebih besar dari pada Ft dengan demikian hipotesa nol ditolak sehingga ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik pada penambahan berbagai dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat. Untuk lebih jelasnya perhitungan dapat dilihat pada tabel 3 dan pada lampiran II

Tabel 3

Ringkasan Uji Anova Satu Jalan Parameter Phosphat

Sumber variasi	JK	db	MK	Fo
Total	67,9	17		6,03
Antar	48,56	5	9,71	Hipotesa nol
Dalam	19,34	12	1,61	ditolak

Karena penambahan kapur tohor dengan dosis tertentu berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan kadar phosphat air limbah, maka perlu diketahui apakah masing-masing dosis kapur tohor mempunyai perbedaan pengaruh dalam menurunkan kadar phosphat

c. Uji statistik dengan t-test

Uji statistik dengan menggunakan metode t-test ini untuk mengetahui bahwa masing-masing dosi kapur tohor mempunyai perbedaan pengaruh dalam menurunkan kadar phosphat dan untuk menentukan dosis yang efektif. Berdasarkan hasil perhitungan uji t-test terhadap pasangan kelompok perlakuan dengan tingkat signifikansi 0,05 dan db 2 didapatkan hasil ringkasan pada tabel 4 berikut

Tabel 4

Ringkasan Perhitungan Uji t-test Dengan Tingkat Signifikansi 0,05

Kelompok	to	hasil	t_t	Hipotesa nol
$P_1 - P_2$	2,71	<	2,92	diterima
$P_1 - P_3$	5,63	>	2,92	ditolak
$P_1 - P_4$	3,71	>	2,92	ditolak
$P_1 - P_5$	7,88	>	2,92	ditolak
$P_2 - P_3$	4,5	>	2,92	ditolak
$P_2 - P_4$	1,09	<	2,92	diterima
$P_2 - P_5$	1,71	<	2,92	diterima
$P_3 - P_4$	-1,26	<	-2,92	diterima
$P_3 - P_5$	-2,87	<	-2,92	diterima
$P_4 - P_5$	-0,47	<	-2,92	diterima

Untuk lebih jelasnya perhitungan tersebut dapat dilihat pada lampiran III

B. Pembahasan

Kadar phosphat dalam air limbah setelah pengolahan pada instalansi pengolahan air limbah di RS Bethesda masih melebihi syarat Kepmen LH No 58 / Men LH / 12 / 1995 lampiran B. Menurut Rikiyanto Tanamas (1984), kadar phosphat didalam air limbah disebabkan oleh adanya komponen yang banyak mengandung phosphat yaitu air seni dan senyawa poliphosphat yang berasa dari deterjen. Deterjen inilah yang paling dominan sebagai penyebab tingginya kadar

phosphat air limbah rumah sakit. Hal ini disebabkan kegiatan di rumah sakit tidak lepas dari proses pencucian dengan menggunakan deterjen.

Rumah sakit merupakan tempat berkumpulnya penderita yang sedang dirawat sehingga untuk menghindari penularan penyakit kepada orang lain perlu dilakukan pencucian terhadap benda-benda yang pernah dipakai oleh penderita penyakit tersebut, seperti misanya : linen, pakaian, piring, gelas, alat-alat perawatan, air bekas mengepel dan sebagainya. Proses pencucian ini terjadi diruangan instalansi gizi, ruangan pencucian linen dan ruang pencucian peralatan. Deterjen yang mengandung senyawa poliphosphat tersebut di dalam perairan akan mengalami hidrolisa menjadi senyawa arthophosphat (PO_4^{3-}, PO_4^{2-} dan $H_2PO_4^-$). Kadar phosphat yang melebihi persyaratan ini lama-lama akan dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Untuk menghindari adanya dampak negatif dari phosphat yang melebihi persyaratan perlu adanya upaya untuk menurunkan sehingga memenuhi syarat. Upaya yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan penambahan kapur tohor optimum pada air limbah sesudah pengolahan. Dan upaya lain yang perlu dilakukan oleh penanggung jawab instalansi pengolahan air limbah adalah menyarankan kepada bagian pencucian linen untuk mengurangi penggunaan deterjen dengan tetap memperhatikan keefektifan deterjen yang digunakan dalam berbagai pencucian.

Sedangkan pengaruh penambahan kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat air limbah dapat dijelaskan bahwa setelah melakukan percobaan

penambahan kapur tohor ke dalam contoh air limbah sesudah pengolahan dan dari hasil analisa data dapat diketahui bahwa semakin besar dosis kapur tohor yang ditambahkan maka kadar phosphat pada contoh air limbah semakin turun, tapi setelah melewati dosis lebh dari 300 mg/l kadar phosphat air limbah semakin tinggi. Sedangkan pH air limbah semakin meningkat dengan adanya penambahan kapur tohor yang semakin bertambah besar. Hal ini sesuai pendapat Hammer (1931) bahwa kadar phosphat daiam air limbah pada dasarnya dapat dikurangi dengan jalan kongulasi dengan kapur tohor sebagai bahan hongulan. Penambahan kapur tohor pada dosis 150 - 300 mg/l sebagai CaO dapat menurunkan 80% - 90% phosphat dari air limbah domestik.

Aksi kapur tohor mempunyai kekhususan dalam menurunkan kadar phosphat pada air limbah ketika ditambahkan pada air limbah ada kenaikan pH dan ion Kalsium bergantung dengan arthophosphat menjadi bentuk kalsium hidroxyapatit atau Ca (OH) (PO_4) yang mengendap seperti reaksi sebagai berikut :

$$5\ Ca^{2+} + 4\ OH^- + 3\ HPO_4^{2-} \longrightarrow Ca\ (OH)\ (PO_4) \downarrow + 3H_2O$$

Hal ini terbukti sewaktu penelitian yaitu ketika kapur tohor ditambahkan ke dalam contoh air limbah belum terjadi perubahan fisik, tetapi setelah diadakan pengadukan, timbullah gumpalan berwarna putih kekuningan yang akhirnya mengendap setelah pengadukan dihentikan, endapan inilah yang dinamakan kalsium hidroxyapatit Ca (OH) (PO_4). Selain itu dari pengamatan visual terlihat adanya perbedaan antara pre-test, kontrol dan perlakuan mengenai kejernihannya. Air limbah setelah perlakuan lebih jernih daripada kontrol dan pre test.

Phosphat di dalam air limbah termasuk partikel tersuspensi, dengan cara kongulasi partikel tersuspensi ini dijadikan sistem koloid yang tidak stabil sehingga partikel ini mengendap. Hal ini terlihat pada kontrol, dimana hanya dengan pengadukan saja kadar phosphat rata-rata dapat diturunkan. Berdasarkan hasil uji t-test dengan tingkat signifikansi 0,05 dan db 2 diperoleh kontrol tidak memberi pengaruh yang bermakna secara statistik dalam menurunkan kadar phosphat, walaupun terjadi penurunan. Akan tetapi karena penurunannya belum memenuhi syarat maka perlu bahan kangulan yaitu kapur tohor supaya bisa memenuhi persyaratan kualitas air limbah. Adapun persentase penurunan kadar phosphat hasil perlakuan tanpa penambahan kapur tohor atau kontrol dibandingkan dengan pre test dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5

Persentase Penurunan Kadar Phosphat Dari Contoh Air Limbah

Agustus 1999

Hari	Pre test	Kontrol	Penurunan (%)
I	12,44	6,63	46,70
II	11,20	11,47	-2,41
III	11,24	11,28	-0,26
Rata-rata	11,63	9,97	14,64

Keterangan :

Persentase penurunan didapatkan dari rumus :

$$\frac{R - K}{R} \times 100\ \%$$

R = Pre test (air limbah asli tanpa perlakuan)

K = Kontrol (air limbah yang hanya diaduk, didiamlan, dan tanpa ditambah kapur tohor)

Sedangkan persentase penurunan jadar phosphat hasil perlakuan dengan penambahan kapur tohor (P) dibandingkan dengan pre test (R) dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6

Persentase Penurunan Kadar Phosphat Dari Contoh Air Limbah

Perlakuan Agustus 1999

Hari	Pre test	Penurunan (%)				
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
I	12,44	25,24	37,38	56,11	57,64	44,61
II	11,20	26,25	37,41	50,54	42,23	46,43
III	11,24	20,02	47,6	59,34	47,60	47,95
$\overline{X}$	11,63	23,84	40,80	55,33	49,16	46,33

Persentase penurunan didapatkan dari rumus :

$$\frac{R - P}{R} \times 100\ \%$$

R = Pre test (air limbah asli tanpa perlakuan)

P = Perlakuan (air limbah yang diaduk, didiamkan dan ditambah kapur tohor)

P_1 = Perlakuan dengan dosis kapur tohor 100 mg/l

P_2 = Perlakuan dengan dosis kapur tohor 200 mg/l

P_3 = Perlakuan dengan dosis kapur tohor 300 mg/l

P_4 = Perlakuan dengan dosis kapur tohor 400 mg/l

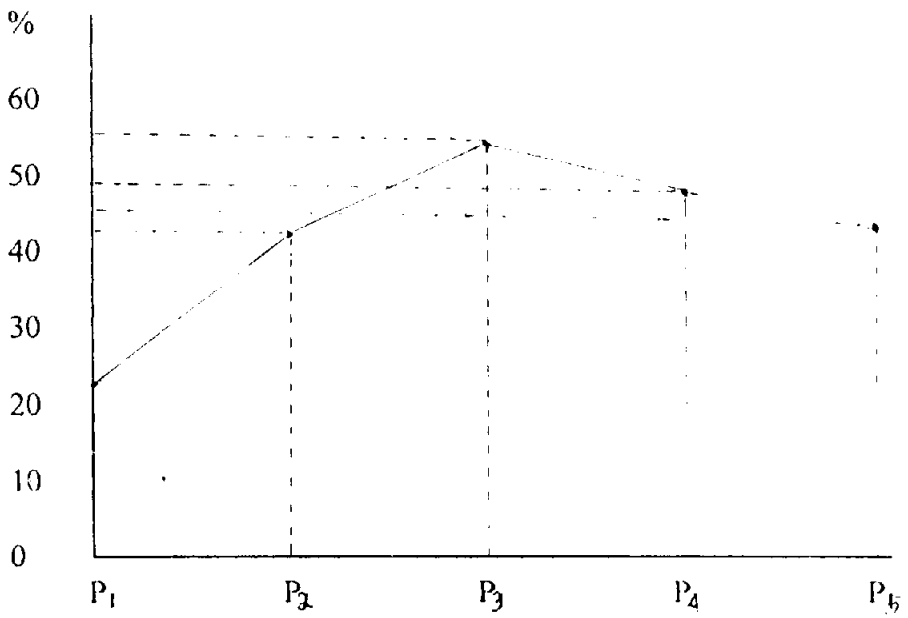
P_5 = Perlakuan dengan dosis kapur tohor 500 mg/l

Sedangkan gambaran persetanse penurunan kadar phosphat hasil perlakuan dengan penambahan kapur tohor (P) dibandingkan dengan kontrol dapat dilihat pada grafik berikut

Grafik 1

Persentase Penurunan Kadar Phosphat Dari Contoh Air Limbah

Perlakuan Agustus 1999



Untuk menentukan dosisi kapur tohor yang efektif ditambahkan perlu diperhatikan optimasi penambahan kapur tohor terhadap pH.

Dalam penelitian ini, setelah dilakukan pengukuran pH pada pre test, kontrol dan semua perlakuan didapatkan hasil kadar pH seperti tercantum pada tabel 2. Dari data tersebut terlihat bahwa dengan adanya penambahan kapur tohor pH air limbah menjadi lebih besar, hal ini terlihat pada pemberian dosis kapur tohor 100 mg/l sampai 300 mg/l. Dari kelompok pre test dan kontrol, pH nya tetap sama sebesar 6,83 setelah ditambahkan dosis kapur tohor pada contoh air limbah tersebut terjadi kenaikan pH menjadi 7,3 sampai 9.

Kenaikan pH pada penelitian ini telah mencapai batas maximal dari standar yang telah ditentukan yaitu 6-9. Pengaruh kapur tohor yang ditambahkan pada penelitian ini sangat besar terhadap kenaikan pH. Hal ini disebabkan pemberian kapur tohor dalam bentuk serbuk yang tidak dilarutkan dahulu. Pengaruh penambahan kapur tohor terhadap kenaikan pH sebenarnya dapat dikurangi dengan pemberian kapur tohor dalam bentuk larutan. Hal ini sesuai dengan pendapat Iman Pranawa (1986) apabila kapur tohor dimasukkan dulu pada air limbah, maka kapur tohor tersebut berkurang sebagian untuk menaikkan pH air pelarut terlebih dahulu. Peningkatan pH tersebut masih dalam batas Kep Men LH no 58 / Men LH / 12 / 1995 yaitu sebesar 6 - 9 sehingga pengaruh pH dalam penelitian ini diabaikan.

Dari hasil uji statistik anova satu jalan ternyata ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik dari penambahan berbagai dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat pada tingkat signifikansi 0,05. Sedangkan dari uji t-test dengan tingkat signifikansi 0,05 dan db 2 didapatkan pasangan kelompok

yang bermakna dalam menurunkan kadar phosphat. Pasangan kelompok tersebut adalah P_1 - P_3, P_1 - P_4, P_1 - P_5 dan P_2 - P_3 . Dari hasil uji t-test ini kemudian dapat ditentukan dosis yang terbaik, kriteria dosis yang terbaik dalam penelitian ini adalah dosis yang dapat menurunkan kadar phosphat sampai memenuhi syarat kualitas air limbah yaitu sebesar 2 mg / l. Karena data yang diperoleh dalam penelitian ini rata-rata kadar phosphatnya tidak tepat 2 mg/l maka dosis yang optimum yaitu dosis yang dapat menurunkan kadar phosphat paling banyak dan mendekati 2 mg/l. Sedangkan pH yang diperoleh dalam penelitian ini semuanya masih memenuhi persyaratan, sehingga pengaruhnya diabaikan. Untuk mengetahui selisih rata-rata kadar phosphat hasil perlakuan dengan syarat kualitas air limbah dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 7

Selisih Rata-rata Kadar Phosphat Hasil Perlakuan Dengan Syarat Kualitas Air Limbah

Perlakuan	Rata-rata phosphat yang diturunkan (mg/l) A	Selisih dengan syarat kualitas air limbah (mg/l) B	Syarat kualitas air limbah (mg/l) C
1	8,85	6,85	2
2	6,90	4,90	2
3	5,19	3,19	2
4	5,88	3,88	2
5	6,25	4,25	2

Keterangan :

Harga B diperoleh dari rumus A - C, B adalah harga mutlak selisih A dan C

Pada tabel 7 terlihat selisih rata-rata kadar phosphat masing-masing perlakuan dengan persyaratan kadar phosphat sebesar 2 mg/l, yaitu P_1 selisihnya 6,85 mg/l, P_2 selisihnya 4,90 mg/l, P_3 selisihnya 3,19 mg/l, P_4 selisihnya 3,88 mg/l dan P_5 selisihnya 4,25 mg/l.

Dari uraian di atas terlihat bahwa kadar phosphat yang paling banyak mengalami penurunan dan paling rendah atau mendekati syarat kualitas air limbah adalah sebesar 5,19 mg/l. Berarti dosis kapur tohor 300 mg/l merupakan dosis yang paling baik untuk menurunkan kadar phosphat pada air limbah di RS Bethesda Yogyakarta.

BAB III

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan berbagai dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat air limbah setelah diolah pada instalasi pengolahan air limbah di RS Bethesda Yogyakarta, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Adanya perbedaan pengaruh yang bermakna dari penambahan berbagai dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat air limbah setelah diolah pada instalasi pengolahan air limbah di RS Bethesda Yogyakarta, setelah diuji dengan statistik anova satu jalan dengan signifikansi 0,05, dengan demikian hipotesis nomor 1 terbukti
2. Ada dosis kapur tohor yang optimum yaitu 300 mg/l dapat menurunkan kadar phosphat air limbah setelah diolah pada instalasi pengolahan air limbah di RS Bethesda Yogyakarta yang dapat dibuktikan kemaknaannya secara statistik

B. Saran

Mengingat beberapa keadaan tersebut di atas, beberapa alternatif untuk pemecahan yang dapat digunakan adalah :

1. Alternatif untuk lokasi penelitian
   a. Mengurangi penggunaan deterjen dengan tetap memperhatikan keefektifan deterjen yang digunakan dalam berbagai pencucian

b. Untuk menurunkan kadar phosphat setelah pengolahan (bak fish pond) sebelum dibuang ke badan air perlu ditambah kapur tohor dengan dosis 175 mg/l, dilengkapi dengan bak pengendapan

2. Untuk peneliti lain

a. Perlu diteliti lebih lanjut tentang pengaruh penambahan berbagai dosis kapur tohor yang lebih tepat dengan kelipatan yang lebih kecil misal 200 mg/l, 225 mg/l, 250 mg/l, 275 mg/l, 300 mg/l, 325 mg/l, 350 mg/l, 375 mg/l.

b. Perlu diteliti lebih lanjut tentang pengaruh penambahan bahan koagulan lain yaitu tawas dengan atau tanpa dikombinasikan dengan kapur tohor dalam menurunkan kadar phosphat

c. Perlu diteliti lebih lanjut tentang pengaruh penambahan bahan lain yaitu kaporit dalam menurunkan kadar phosphat dengan memperhatikan sifat korosif dan desinfeksinya.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Ramali, 1987, *Kamus Kedokteran*, Djembatan Jakarta.

Bakir Abisudjak, 1983, *Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*, Disajikan Pada Penataran Kepala Bangsal Rumah Sakit Se-Indonesia di Bogor.

Departemen Kesehatan RI, 1988, *Pola Dasar Sanitasi Rumah Sakit*, Ditjen PPM dan PLP dan Ditjen Yanmed, Dep Kes RI, Jakarta.

Departemen Perindustrian, 1985, *Buku Panduan Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Akibat Industri Pupuk Nitrogen dan Pupuk Phosphat*, Sekjen Dep Perind, Deperin RI, Jakarta.

Djasio Sanropie, dkk, 1989, *Komponen Sanitasi Rumah Sakit Untuk Institusi Pendidikan Tenaga Sanitasi*, Proyek Pengembangar Pendidikan Tenaga Sanitasi Pusat, PUSDIKNAKES, Jakarta.

Hammer, Mark J, 1931, *Water And Waste Water Technology*, USA.

Hartiningsih, 1983, *Laporan Hasil Penelitian Instruktur Dibidang Praktek Laboratorium APK-TS dan SPPH di BTKL Yogyakarta.*

Hassan Sadily, 1973, *Ensiklopedi Umum*, Yayasan Kanisius, Jakarta.

Iman Pranawa Utama, 1986, *Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Kapur Tohor Terhadap Lima Parameter Penting Air Limbah Dari Industri Tahu*, Skripsi APK-TS Yogyakarta.

Josep Soemanrdji, 1985, *Pembuangan Air Kotor dan Air Limbah*, PUSDIKNAKES, SPPH Bandung.

Rifai, I.A, 1985, *Pengantar Higiene dan Sanitasi Rumah Sakit*, RSUP Dr Sarjito Yogyakarta.

Rikiyanto Tanamas, 1984, *Penelitian Kadar Phosphat Pada Air Buangan dan Pengaruhnya Terhadap Kesuburan Tanaman Enceng Gondok (Eichornia Crassipes)*, Dirjen Litbang Dikti, Depdikbud RI, Jakarta.

Soewito Sastrodimedjo, 1985, *Pengantar Studi Pengelolaan Air Kotor*, Proyek PUSDIKNAKES, Depkes RI, APK - TS Surabaya.

Sugiharto, 1987, *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*, UI Press, Jakarta.

Sumadi Suryabrata, 1990, *Metodologi Penelitian*, Rajawali, Jakarta.

UN Mahida, 1986, *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*, Terjemahan Oleh GA Ticoalu, CV Rajawali, Jakarta.

Uwe Neis, 1989, *Memanfaatkan Air Limbah*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.

William C. Schefler, 1987, *Statistik Untuk Biologi, Farmasi, Kedokteran dan Ilmu yang Bertautan*, Terjemahan Oleh Suroso, ITB, Bandung.

Wuryadi, *Lingkungan Sebagai Suatu Sistem Ekologi*, FPMIPA IKIP Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran I

Uji statistik dengan t-test untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh dari kelompok R dan kelompok K dalam menurunkan kadar phosphat

Pengulangan	R	K	d	d^2
I	12,44	6,63	5,81	33,76
II	11,20	11,47	-0,27	0,073
III	11,24	11,28	-0,04	0,01
Σ			5,5	33,84

Sdd :

$$\sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n-1} - \frac{(5,5)^2}{n(n-1)}}$$

$$\sqrt{\frac{33,84}{3-1} - \frac{(5,5)^2}{3(3-1)}}$$

= 3,45

$$d = \frac{\Sigma d}{n} = \frac{5,5}{3} = 1,83$$

$$t_o = \frac{d}{sdd/\sqrt{n-1}} = \frac{1,83}{4,69/\sqrt{3}-1} = 0,75$$

t_t (0,05, 2) = 2,92 | to < tt sehingga Ho diterima

to = 0,75 |

Kesimpulan : Tidak ada perbedaan yang bermakna secara statistik dalam menurunkan kadar phosphat bila dibandingkan antara pre test dengan kontrol

Lampiran II

Uji statistik menggunakan anova satu jalan untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh dari berbagai dosis kapur tohor yang ditambahkan terhadap penurunan phosphat

Pengulangan	Kadar Phosphat Setelah Perlakuan (mg/l)						Jumlah
	K	100	200	300	400	500	
I	6,63	9,30	7,79	5,46	5,27	6,89	41,34
II	11,47	8,26	7,01	5,54	6,47	6,00	44,75
III	11,28	8,26	5,89	4,57	5,89	5,85	42,47
Jumlah	29,38	26,55	20,69	15,57	17,63	18,74	128,56
Rata-rata	9,79	8,85	6,90	5,19	5,88	6,25	7,14

$JK_T = (6,63 - 7,14)^2 + (11,47 - 7,14)^2 + (11,28 - 7,14)^2 + (9,3 - 7,14)^2 + (8,26 - 7,14)^2 + (8,99 - 7,14)^2 + (7,79 - 7,14)^2 + (7,01 - 7,14)^2 + (5,89 - 7,14)^2 + (5,46 - 7,14)^2 + (4,57 - 7,14)^2 + (5,27 - 7,14)^2 + (6,47 - 7,14)^2 + (5,89 - 7,14)^2 + (6,00 - 7,14)^2 + (5,85 - 7,14)^2$

$= 67,9$

$JK_A = 3(9,79 - 7,14)^2 + 3(8,85 - 7,14)^2 + 3(6,90 - 7,14)^2 + 3(5,19 - 7,14)^2 + 3(5,88 - 7,14)^2 + 3(6,25 - 7.14)^2$

$= 48,56$

$JK_D = (6,63 - 9,79)^2 + (11,47 - 9,79)^2 + (11,28 - 9,79)^2 = 15,03$

$= (9,30 - 8,85)^2 + (8,26 - 8,85)^2 + (8,99 - 8,85)^2 = 0,57$

$= (7,79 - 6,9)^2 + (7,01 - 6,9)^2 + (5,89 - 6,9)^2 = 1,82$

$= (5,46 - 5,19)^2 + (5,54 - 5,19)^2 + (4,47 - 5,19)^2 = 0,57$

$= (5,27 - 5,88)^2 + (6,47 - 5,88)^2 + (5,89 - 5,88)^2 = 0,72$

$= (6,89 - 6,25)^2 + (6,00 - 6,25)^2 + (5,85 - 6,25)^2 = 0,63$

$= 19,34$

$db_T = N - 1 = 18 - 1 = 17$

db_A = Jumlaah kelompok - 1 = 6 - 1 = 5

$db\ D = db_T - db_A = 17 - 5 = 12$

$$MK_A = \frac{JK_A}{db_A} = \frac{48,46}{5} = 9,71$$

$$MK_D = \frac{JK_D}{db_D} = \frac{19,34}{12} = 1,61$$

$$Fo = \frac{MK_A}{MK_D} = \frac{9,71}{1,61} = 6,03$$

$Ft\ (0,05\ ;\ 5/12) = 3,11$

$Fo = 6,03$

Fo > Ft --- Ho ditolak

Kesimpulan : ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik dari penambahan berbagai dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat

Lampiran III

Uji statistik menggunakan t-test untuk mengetahui bahwa masing-masing dosis kapur tohor mempunyai perbedaan pengaruh dalam menurunkan kadar phosphat untuk menentukan dosis yang efektif

Uji statistik dengan t-test ini diperoleh dari rumus :

$$Sdd = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1} - \frac{(\sum d)^2}{h(n-1)}}$$

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n}$$

$$to = \frac{d}{Sdd / \sqrt{n-1}}$$

Kemudian kesimpulan diperoleh dari to yang dibandingkan dengan t_t (0,05 , 2) = 2,92

1. $P_1 - P_2$

$$to = \frac{1,95}{1,05 / \sqrt{2}} = 2,71$$

to < t_t sehingga Ho diterima, berarti tidak ada perbedaan pengaruh dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat yang dibuktikan secara statistik

2. $P_1 - P_3$

$$to = \frac{3,66}{0,91 / \sqrt{2}} = 5,63$$

to > t_t sehingga Ho ditolak, berarti ada perbedaan pengaruh yang bermakna statistik pada dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat

3. $P_1 - P_4$

$$to = \frac{2,97}{1,13 / \sqrt{2}} = 3,71$$

to > t_t sehingga Ho ditolak, berarti ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik pada dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat

4. $P_1 - P_5$

$$to = \frac{2,6}{0,47 / \sqrt{2}} = 7,88$$

to > t_t sehingga Ho ditolak, yang berarti ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik pada penambahan dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat

5. $P_2 - P_3$

$$to = \frac{1,02}{1,05 / \sqrt{2}} = 4,5$$

to > t_t sehingga Ho ditolak, yang berarti ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik pada penambahan dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat

6. $P_2 - P_4$

$$to = \frac{1,02}{1,33 / \sqrt{2}} = 1,09$$

$to < t_t$ sehingga Ho diterima, yang berarti tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik pada penambahan dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat

7. $P_2 - P_5$

$$to = \frac{0,65}{1,05 / \sqrt{2}} = 1,71$$

$to < t_t$ sehingga Ho diterima, yang berarti tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik pada penambahan dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat

8. $P_3 - P_4$

$$to = \frac{-0,69}{0,78 / \sqrt{2}} = -1,26$$

$to < t_t$ sehingga Ho diterima, yang berarti tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik pada penambahan dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat

9. $P_3 - P_5$

$$to = \frac{-1,06}{0,52 / \sqrt{2}} = -2,87$$

$to < t_t$ sehingga Ho diterima, yang berarti tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik pada penambahan dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat

10. $P_4 - P_5$

$$to = \frac{-0,37}{1,1 / \sqrt{2}} = -0,47$$

to < t_t sehingga Ho diterima, yang berarti tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna secara statistik pada penambahan dosis kapur tohor terhadap penurunan kadar phosphat

Keterangan:

X_1 = mean kelompok R

R = pre test

X_2 = mean kelompok K

K = kontrol

b = jumlah kuadrat (B-B)

B = selisih R dan K

B = mean selisih R dan K

n = jumlah subyek

Ho = Hipotesis nol/observasi

to = t observasi/ t hitung

t_t = t tabel

JK_T = jumlah kuadrat total

JK_A = jumlah kuadrat Antar kelompok

JK_D = jumlah kuadrat dalam

MK_A = mean kuadrat antar kelompok

MK_D = mean kuadrat dalam

Fo = nilai F observasi/F hitung

db = derajat kebebasan

n_k = jumlah subyek dalam kelompok

N = Jumlah subyek sebelumnya

M = Mean

P_1 = perlakuan dengan dosis kapur tohor 100 mg/l

P_2 = perlakuan dengan dosis kapur tohor 200 mg/l

P_3 perlakuan dengan dosis kapur tohor 300 mg/l

P_4 = perlakuan dengan dosis kapur tohor 400 mg/l

P_5 = perlakuan dengan dosis kapur tohor 500 mg/l

Lampiran IV

Pemeriksaan Phsophat Total

(Metode Sn Cl_2 / Stano Clorida)

Alat :

- tabung
- pH meter
- piper ukur
- Spectrophotometer
- bula penyedot
- labu ukur

Bahan :

- larutan stano clorida
- aquadest
- $H_2 SO_4$ 4N
- Reagen Ammonium Molibdat
- Larutan indikator PP
- Larutan asam kuat

Ditambahkan perlahan-lahan 300 ml $H_2 SO_4$ pekat ke dalam 600 ml aquadest, lalu ditambah HNO_3 pekat dan diencerkan sampai 1 liter

Alat-alat dibilas dengan $H_2 SO_4$ 4N lalu dicuci dengan aquadest

Cara kerja :

- 50 ml sampel ditambah 2 tetes indikator PP sampai warna merah muda
- ditambah 1 banding 3 $H_2 SO_4$ sampai warna merah hilang (bila setelah ditambah PP tidak merah langsung ditambah 1 ml $H_2 SO_4$ 1 : 3)
- ditambah 0,4 mg $(NH4)_2 S_2O_8$ atau 0,5 gram $K_2S_2O_8$

- Panaskan hingga volume ± 1/5 dari volume semula lalu dinginkan
- ditambah aquadest sampai volume menjadi 30 ml
- ditambah 2 tetes indikator PP dan ditambah tetes demi tetes NaOH GN sampai merah muda
- ditambah 2 tetes $SnCl_2$ dan 2 ml Amonium Molibdat, diamkan lebih kurang 15 menit
- baca dan catat absobansinya pada panjang gelombang maximum (690 - 610) dengan spektrofotometer
- hasil dibaca pada grafik standar phosphat

Lampiran V

Penentuan Kadar Ca O

Alat :

- timbangan
- pipet ukur
- mortir penggerus
- labu erlemeyer
- labu ukur 500 ml
- buret dan gelas ukur

Bahan :

- kapas
- Hcl 0,1 N
- Indikator PP

Cara kerja :

Kapur tohor ditumbuk dengan cepat, lalu ditimbang cepat sebanyak 14 gram, dilarutkan dala air mendidih dan dinginkan, dimasukkan dalam labu ukur 500 ml dan ditambah air dingin sampai tera, diaduk dengan semprotan, diambil 50 ml dan dinginkan dalam labu ukur 500 ml ditambah air dingin bebas CO_2 sampai tera

Penentuan kadar CaO :

Diambil 50 ml larutan terakhir, ditambah 3 tetes indikator PP dan ditetesi dengan Hcl 0,1 N. Dicatat penggunaan Hcl yang digunakan adalah t ml

$$\text{Kadar CaO} = \frac{0{,}05 \text{ t} \times 56 \times 1/1000 \times 100\ \%}{0{,}14}$$

$$= 2\,\text{t}\ \%$$

Lampiran VI

Cara Kerja Flocculator

- Masukkan larutan bertingkat dan urutkan
- Turunkan batang pengaduk, tekan saklar pada posisi on
- Aduk dengan kecepatan cepat selama 5 menit dan kecepatan lambat selama 3 menit. Untuk mempercepat adukan tekan P1 sedang untuk memperlambat tekan P_2
- Diamkan selama 15 menit
- Tekan saklar lampu untuk melihat proses kongulasi yang terjadi dengan jelas
- Ukur pH larutan

DEPARTEMEN KESEHATAN R.I.
DIREKTORAT JENDERAL PEMBERANTASAN PENYAKIT MENULAR DAN PENYEHATAN LINGKUNGAN PEMUKIMAN
BALAI TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN
JALAN POLOWIJAN NO. 11, TELP. (0274) 376288, FAX. 384637, YOGYAKARTA 55133

Pemeriksan Kimia di Laboratorium

Jenis air : Limbah cair.
Asal Sample : RS.Bethesda Yogyakarta

Dikirim/diambil : Endang Mustokowati Mahasiswa AKL Yogyakarta.
Diambil/diterima : 10-8-99/10-8-99

Kode No. Lab :
2379 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode R.
2380 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode K.
2381 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode I P1
2382 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode I P2
2383 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode I P3.
2384 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode I P4.
2385 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode I P5.

Pemeriksaan limbah cair (parameter permintaan)

No	Nolab.	Satuan	Hasil Analisa
			Phospat (PO_4)
1	2379 K	mg/l	12,44
2	2380 K	mg/l	6,63
3	2381 K	mg/l	9,30
4	2382 K	mg/l	7,79
5	2383 K	mg/l	5,46
6	2384 K	mg/l	5,27
7	2385 K	mg/l	6,89

Yogyakarta, 20 Agustus 1999

Mengetahui
Kepala Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Yogyakarta

Ir. JB. Budi Harsanto
NIP.140098823

YMT Koord. Lab. Kimia

Chairini Tri C
NIP.140273541

Yantek

DEPARTEMEN KESEHATAN R.I.
DIREKTORAT JENDERAL PEMBERANTASAN PENYAKIT MENULAR DAN PENYEHATAN LINGKUNGAN PEMUKIMAN
BALAI TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN
JALAN POLOWIJAN NO. 11, TELP. (0274) 376288, FAX. 384637, YOGYAKARTA 55133

Pemeriksan Kimia di Laboratorium

Jenis air : Limbah cair.
Asal Sample : RS.Bethesda Yogyakarta.

Dikirim/diambil : Endang Mustokowati Mahasiswa AKL Yogyakarta.
Diambil/diterima : 11-8-99/11-8-99

Kode No. Lab :
2421 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode R.
2422 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode K.
2423 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode II P1.
2424 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode II P2.
2425 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode II P3.
2426 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode II P4.
2427 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode II P5.

Pemeriksaan limbah cair (parameter permintaan)

No	Nolab	Satuan	Hasil Analisa
			Phospat (PO_4)
1	2421 K	mg/l	11,20
2	2422 K	mg/l	11,47
3	2423 K	mg/l	8,26
4	2424 K	mg/l	7,01
5	2425 K	mg/l	5,54
6	2426 K	mg/l	6,47
7	2427 K	mg/l	6,00

Yogyakarta, 14 Agustus 1999

Mengetahui
Kepala Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Yogyakarta

Ir. JB. Budi Harsanto
NIP.140098828

YMT Koord. Lab. Kimia

Chairini Tri C
NIP.140273511

Yantek

Pemeriksan Kimia di Laboratorium

DEPARTEMEN KESEHATAN R.I.
DIREKTORAT JENDERAL PEMBERANTASAN PENYAKIT MENULAR DAN PENYEHATAN LINGKUNGAN PEMUKIMAN
BALAI TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN
JALAN POLOWIJAN NO. 11, TELP. (0274) 376288, FAX. 384637, YOGYAKARTA 55133

Pemeriksan Kimia di Laboratorium

Jenis air : Limbah cair.
Asal Sample : RS.Bethesda Yogyakarta.

Dikirim/diambil : Endang Mustokowati Mahasiswa AKL Yogyakarta.
Diambil/diterima : 12-8-99/12-8-99

Kode No. Lab :
2460 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode K
2461 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode E
2462 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode III P1
2463 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode III P2
2464 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode III P3
2465 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode III P4
2466 K. Limbah cair IPAL RS Bethesda Yk. setelah pengolahan kode III P5

Pemeriksaan limbah cair (parameter permintaan)

No	Nolab.	Satuan	Hasil Analisa
			Phospat (PO_4)
1	2460 K	mg/l	11,24
2	2461 K	mg/l	11,28
3	2462 K	mg/l	8,99
4	2463 K	mg/l	5,89
5	2464 K	mg/l	4,57
6	2465 K	mg/l	5,89
7	2466 K	mg/l	5,85

Yogyakarta, 20 Agustus 1999

Mengetahui
Kepala Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Yogyakarta

Ir. JB. Budi Hartanto
NIP.140098823

YMT Koord. Lab. Kimia

Chairini Tri C
NIP.140273511

Yantek

LAMPIRAN I

PERATURAN MENTERI KESEHATAN RI
NOMOR : 416/MENKES/PER/IX/1990
TANGGAL : 3 SEPTEMBER 1990

DAFTAR PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Keterangan
	A. FISIKA			
1	Bau	-	-	Tdk. berbau
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	1000	-
3	Kekeruhan	Skala NTU	5	-
4	Rasa	-	-	Tdk. terasa
5	Suhu	℃	Suhu Udara t ± 3° C	
6	Warna	Skala TCU	15	
	B.KIMIA			
	a. Kimia Anorganik			
		mg/L	0,001	
1	Air Raksa	mg/L	0,2	
2	Aluminium	mg/L	0,05	
3	Arsen	mg/L	1,0	
4	Barium	mg/L	0,3	
5	Besi	mg/L	1,5	
6	Fluorida	mg/L	0,005	
7	Kadmium	mg/L	500	
8	Kesadahan ($CaCO_3$)	mg/L	250	
9	Khlorida	mg/L	0,05	
10	Kromium, val.6	mg/L	0,1	
11	Mangan	mg/L	200	
12	Natrium	mg/L	10	
13	Nitrat, sebagai N	mg/L	1,0	
14	Nitrit sebagai N	mg/L	0,05	
15	Perak	-	6,5-9,0	Merupakan batas minimum dan maksimum
16	*pH*			
		mg/L	0,01	
17	Selenium	mg/L	5,0	
18	Seng	mg/L	0,1	
19	Sianida	mg/L	400	
20	Sulfat	mg/L	0,05	
21	Sulfida (H_2S)	mg/L	1,0	
22	Tembaga	mg/L	0,05	
23	Timbal			

LAMPIRAN I (LANJUTAN)

DAFTAR PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Keterangan
	b. Kimia Organik			
1	Aldrin dan Dieldrin	mg/L	0,0007	
2	Benzene	mg/L	0,01	
3	Benzo(a)pyrene	mg/L	0,00001	
4	Chlordane (total isomer)	mg/L	0,0003	
5	Chloroform	mg/L	0,03	
6	2,4-D	mg/L	0,10	
7	DDT	mg/L	0,03	
8	Detergen	mg/L	0,5	
9	1,2 Dichloroethane	mg/L	0,01	
10	1,1 Dichloroethane	mg/L	0,0003	
11	Heptachlor dan Heptachlor epoxide	mg/L	0,003	
12	Hexachlorobenzene	mg/L	0,00001	
13	Gamma-HCH (Lindane)	mg/L	0,004	
14	Methoxychlor	mg/L	0,03	
15	Pentachlorophenol	mg/L	0,01	
16	Pestisida total	mg/L	0,10	
17	2,4,6-trichlorophenol	mg/L	0,01	
18	Zat Organik($KMnO_4$)	mg/L	10	
	c. MIKROBIOLOGI			
	Koliform tinja	Jml/100 ml	0	
	Total Koliform	Jml/100 ml	0	98% dari sampel yang diperiksa selama setahun. Kadang kadang boleh ada 3/100 ml sampel air, tetapi tidak berturut-turut.
	d. RADIOAKTIVITAS			
	Aktivitas Alpha (Gross Alpha actitivty)	Bq/L	0,1	
	Aktivitas Beta (Gross Beta Activity)	Bq/L	1,0	

Keterangan:

mg = miligram ml = mililiter L = liter

Bq = Bequerel NTU = Nephelometric Turbidity Unit

TCL = True Color Unit

Logam berat merupakan logam berat terlarut.

Ditetapkan di Jakarta

Pada Tanggal 13 September 1990

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

Dr. ADHYATMA, MPH

[illegible] TESTS FOR MEANS

[illegible] LABEL: P[illegible] Sesudahan
[illegible] CASES: 6   NUMBER OF VARIABLES: 5

[illegible] BETWEEN TWO GROUP MEANS POOLED ESTIMATE OF VARIANCE

[illegible] Perlakuan 15 dan Perlakuan 20 [illegible]

	GROUP 1	GROUP 2
MEAN	140.0000	1[illegible]
STD DEV =	[illegible].0000	2.0817
N =	3	3
DIFFERENCE		13.3333
STD ERROR OF DIFFERENCE =		[illegible]

T = [illegible]   D.F. = 4   GROUP 1: P[illegible] 15
GROUP 2: P[illegible] 20

PROB. = [illegible]

Lampiran IV

TABEL DISTRIBUSI F

$F_{\alpha,}$ (use with $\alpha = .05$)

f_2 \ f_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

SUMBER : Buku Pegangan Tabel Probabilitas dan Statistik

Lampiran M : Poin Persentase Distribusi T (lanjutan)

df	α = .10	α = .05	α = .025	α = .010	α = .005	df
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	1
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	2
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	3
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	4
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	6
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	7
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	8
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	9
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	10
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	11
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	12
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	13
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	14
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	15
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	16
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	17
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	18
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	19
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	20
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	21
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	22
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	23
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	24
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	25
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	26
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	27
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	28
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	29
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	∞

Sumber : Donald B. Owen, Buku Pegangan Tabel Statistik

PEMERINTAH KABUPATEN DAERAH TINGKAT II KEBUMEN

PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM)

Alamat : Jl. Aroengbinang No. 12 Telp. 81489 Kebumen

SERTIFIKAT

Menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini :

Nama : **Tri Jaka Susila**

Institusi : **AKL Depkes Yogyakarta**

telah melaksanakan Praktek Kerja Nyata dan pengolahan air di PDAM Kabupaten Dati II Kebumen dari tanggal 1 Maret - 20 April 1999.

Demikian sertifikat ini dibuat dan dapat dipergunakan seperlunya.

Kebumen, April 1999

Mengetahui

PDAM Kabupaten Dati II Kebumen

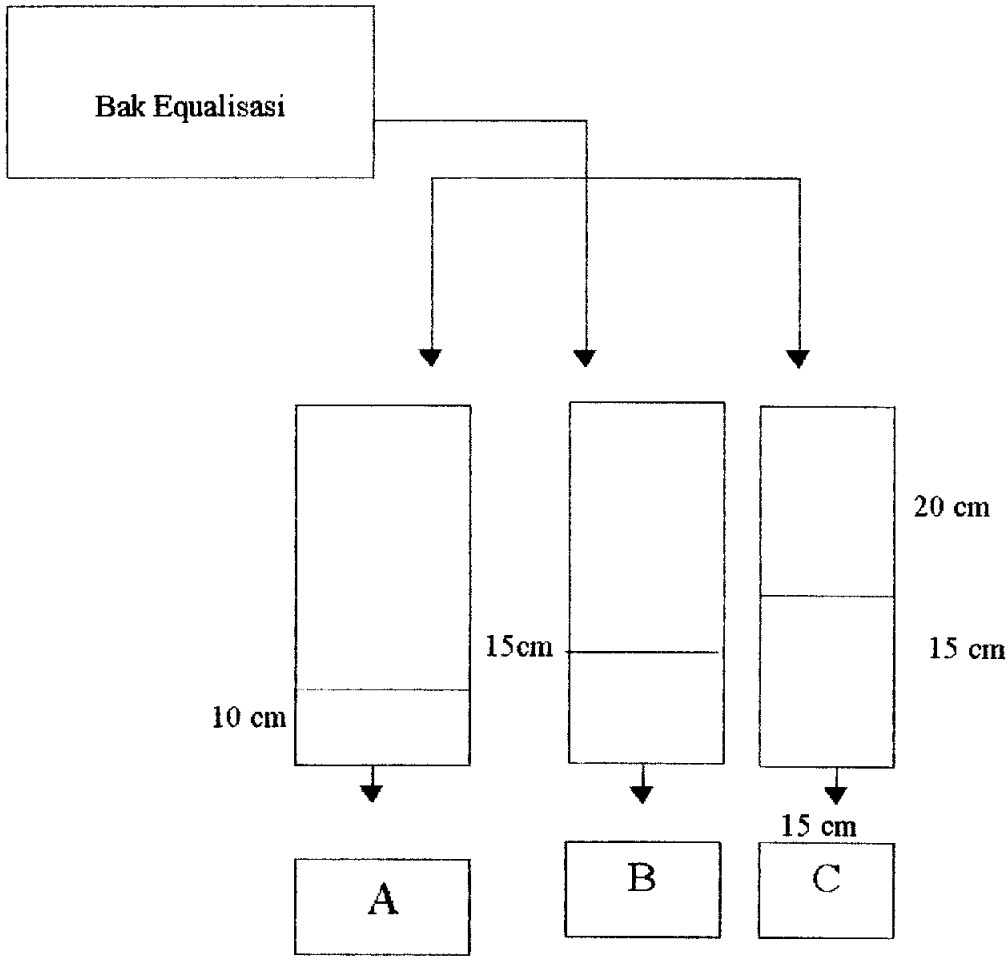
Direktur Utama

(**H. Sugiman S.IP**)

Direktur Teknik

(**Ir. I Made Wirawan**)

BAGAN PENGOLAHAN AIR PADA PENELITIAN

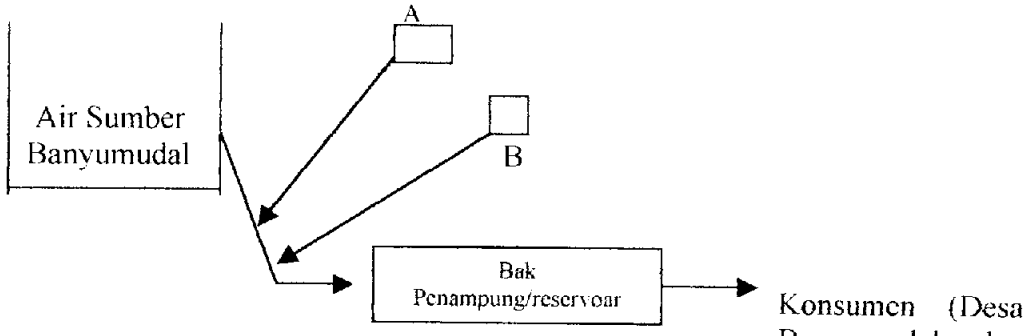


A : Hasil Perlakuan I (10 cm)
B : Hasil Perlakuan II (15 cm)
C : Hasil Perlakuan III (20 cm)
Keterangan :

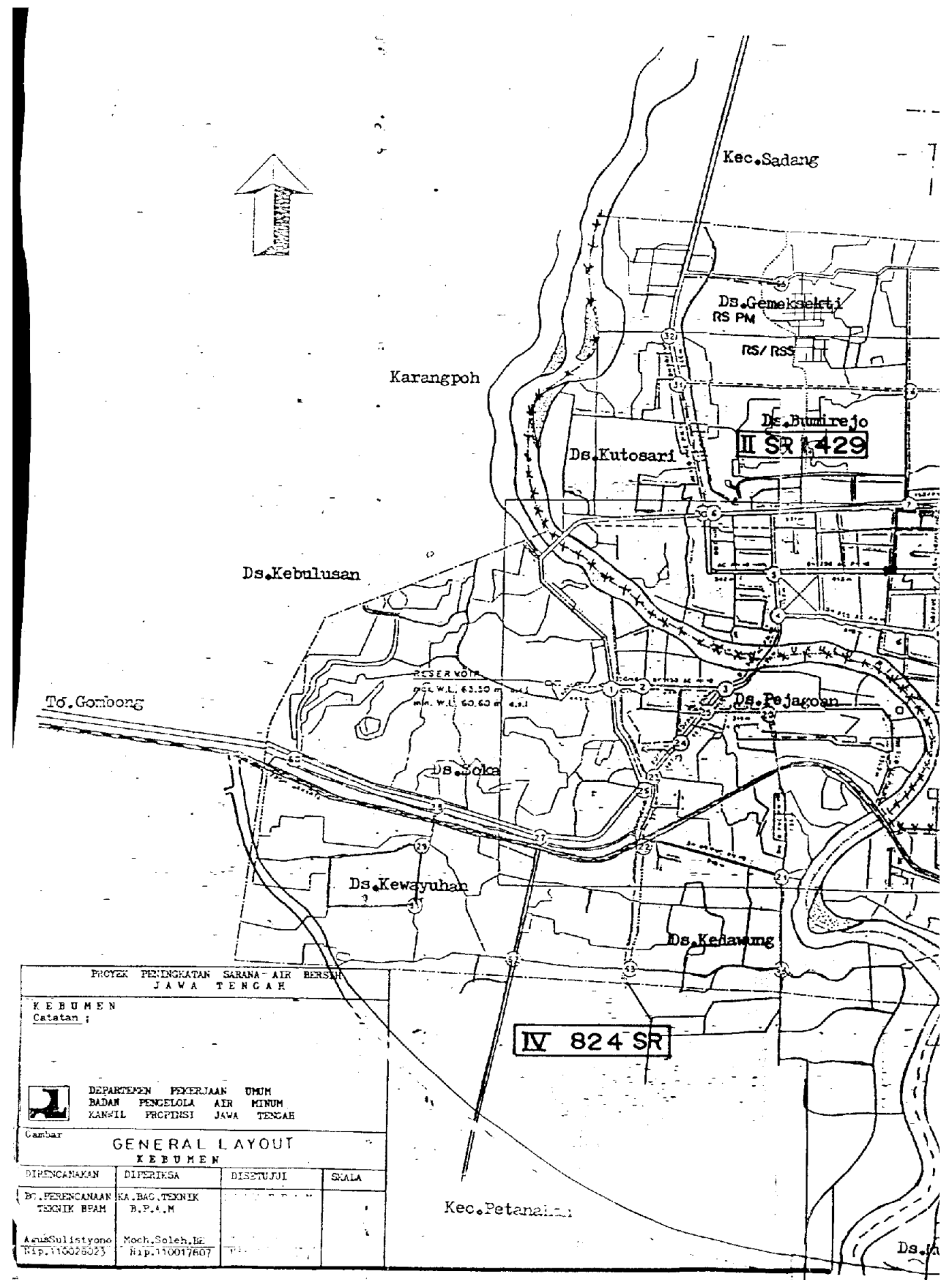
- A (bak pertama) diisi dengan Zeolith dengan ukuran (15 x 15 x 10 cm), kemudian dialiri air dan diamkan 10 menit.
- B (bak kedua) diisi dengan Zeolith dengan ukuran (15 x 15 x 15 cm), kemudian dialiri air dan diamkan 10 menit.
- C (bak ketiga) diisi dengan Zeolith dengan ukuran (15 x 15 x 20 cm), kemudian dialiri air dan diamkan 10 menit.

Lampiran VIII

BAGAN / GAMBAR PENGOLAHAN AIR YANG ADA DI BANYUMUDAL



Keterangan:
A : Bak Koagulasi (PAC)
B : Bak Desinfeksi (Gas Klor)



PROYEK PENINGKATAN SARANA AIR BERSIH
JAWA TENGAH

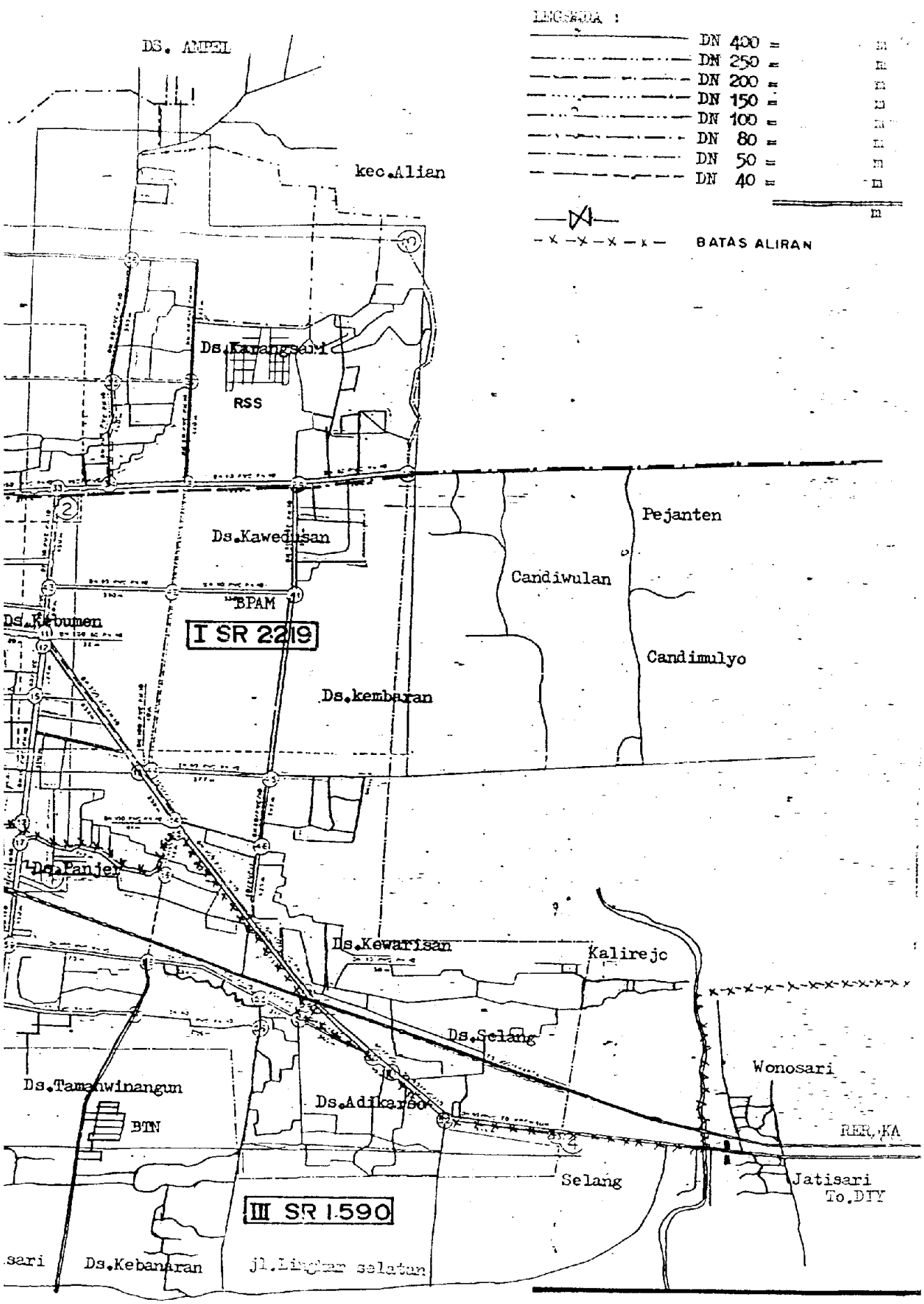
KEBUMEN
Catatan ;

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENGELOLA AIR MINUM
KANWIL PROPINSI JAWA TENGAH

Gambar

GENERAL LAYOUT
KEBUMEN

DIRENCANAKAN	DIPERIKSA	DISETUJUI	SKALA
Bd.PERENCANAAN TEKNIK BPAM	KA.BAG.TEKNIK B.P.A.M		
Agus Sulistyono	Moch.Soleh,Ir.		
Nip.110026023	Nip.110017607		


LEGENDA :
DN 400 =
DN 250 =
DN 200 =
DN 150 =
DN 100 =
DN 80 =
DN 50 =
DN 40 =
BATAS ALIRAN
DS. AMPEL
kec.Alian
Ds.Karangsari
RSS
Ds.Kawedusan
BPAM
I SR 2219
Ds.Kebumen
Ds.kembaran
Pejanten
Candiwulan
Candimulyo
Ds.Panjer
Ds.Kewarisan
Kalirejo
Ds.Selang
Wonosari
Ds.Tamanwinangun
BTN
Ds.Adikarso
RER, KA
Selang
Jatisari
To.DIY
III SR 1590
Ds.Kebanaran
jl.Lingkar selatan