SKRIPSI

PENURUNAN KANDUNGAN COD DAN TSS PADA LIMBAH PABRIK TAHU DENGAN MENGGUNAKAN ANAEROBIK BAFFLED REAKTOR DENGAN SISTEM KONTINYU

DISUSUN OLEH :

BAYU KARNO

(01.26.047)

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2008

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

PENURUNAN KANDUNGAN COD DAN TSS PADA LIMBAH PABRIK TAHU DENGAN MENGGUNAKAN ANAEROBIK BAFFLED REAKTOR SISTEM KONTINYU

Oleh :
Bayu Karno
(01.26.047)

Menyetujui :
Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
SUDIRO, ST. MT	**Evy Hendriarianti, ST. MT**
NIP.Y.10339900327	**NIP.Y.1030300382**

Mengetahui
Ketua Jurusan/ Prodi Teknik Lingkungan

SUDIRO, ST. MT
NIP.Y.10339900327

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PENURUNAN KANDUNGAN COD DAN TSS PADA LIMBAH PABRIK TAHU DENGAN MENGGUNAKAN ANAEROBIK BAFFLED REAKTOR SISTEM KONTINYU

Oleh :
Bayu Karno
(01.26.047)

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehensip Skripsi Jurusan / Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S-1), dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal 20 September 2008.

Mengetahui
Panitia Ujian Komprehensip Skripsi

Ketua	Sekretaris
Ir.Agustina Nurul H.,MTP	**Sudiro, ST. MT**
NIP.Y.103900214	**NIP.Y.10339900327**

Dewan Penguji

Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSI	**Hardiyanto, ST.MT**
NIP.131965884	**NIP.P 1030000350**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan atas kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul ***"Penurunan COD dan TSS Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Menggunakan Anaerobic Baffled Reactor Dengan Sisitem Kontinyu"*** tepat waktunya.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak, karena itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Sudiro , ST. MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Ibu Evy Hendriarianti , ST. MMT. selaku Kepala Laraturioum Pemodelan dan selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi selaku dosen penguji yang telah memberikan kritikan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
4. Bapak Hardianto, ST. MT selaku dosen penguji yang telah memberikan kritikan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
5. Ibu Anis Artiyani, ST selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
6. Ibu Chandra Dwiratna, ST, MT selaku Kepala Laboraturium Lingkungan dan dosen pembahas yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
7. Dosen pengajar dan staf JurusanTeknik Lingkungan ITN Malang
8. Temen-temen Teknik Lingkungan khususnya Angkatan '01 dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan atas laporan ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi yang saya susun.

Dan akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya para rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang.

Malang, Oktober 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

Penurunan Kandungan COD dan TSS Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Menggunakan Anaerobik Baffled Reaktor dengan Sistem Kontinyu.
Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.
Bayu Karno, 2008.

ABSTRAKSI

Pertumbuhan industri rumah tangga memberikan dampak negatif dari segi lingkungan, karena kurang memperhatikan sistem pembuangan limbah. Salah satunya adalah industri tahu. Limbah cair tahu mengandung beberapa bahan organik diantaranya seperti COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*). Maka diperlukan sistem pengolahan limbah, salah satunya dilakukan pengolahan proses biologis secara anaerobik dengan menggunakan ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*).

ABR terdiri dari beberapa kompartemen yang dipisahkan oleh sekat vertikal. Jenis aliran berupa aliran keatas (*up flow*). Memiliki dua prinsip pengolahan yaitu secara fisik dengan sedimentasi dan secara biologis yaitu kontak antara air limbah dengan lumpur aktif. Direncanakan ABR terdiri dari 6 kompartemen aliran up flow melalui lumpur anaerobik. Digunakan dua kali pengoperasian dengan sistem kontinyu tanpa resirkulasi dan dengan resirkulasi. Penelitian ini dilakukan variasi waktu detensi, yaitu 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam, konsentrasi awal COD 546,8 mg/l dan TSS 1251 mg/l, debit aliran 3 l/jam.

Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyisihan COD proses kontinyu tanpa resirkulasi dan dengan resirkulasi terbesar terjadi pada td 24 jam sebesar 77,26% yaitu pada saat proses kontinyu tanpa resirkulasi.Efisiensi penyisihan TSS proses kontinyu tanpa resirkulasi dan dengan resirkulasi terbesar terjadi pada td 24 jam sebesar 93,66% yaitu pada saat proses kontinyu dengan resirkulasi. Hasil ini juga menunjukkan bahwa proses resirkulasi tidak memberikan hasil yang lebih baik untuk proses biologi. Tetapi resirkulasi memberikan hasil yang lebih baik untuk proses fisiknya.

Kata kunci : Anaerobik Baffled Reaktor, COD, Limbah cair industir tahu, TSS.

Decreasing COD and TSS content on liquid waste at tofu factory uses anaerobic baffled reactor with continuous system.
Final assignment of environment engineering department of National Technology Institute of Malang.
Bayu Karno, 2008.

ABSTRACT

Developing industry growth quickly, especially household industry, gives negative impact from environment aspect, because every household industry does not pay attention to waste discharge system. One of tofu industries that produce liquid waste of tofu. Liquid waste of tofu contains some organic material such as COD and TSS. So it requires waste discharge system, and one of that is anaerobic by ABR (Anaerobic Baffled Reactor).

The ABR reactor consists of 6 compartments of up flow through anaerobic sludge. The operation is used with continuous system without recirculation and with recirculation. This research is done with detention time variation, is 6, 12, 18, and 24 hours, and initial concentration of COD is 546.8 mg/l, TSS is 1251 mg/l, with flow of 3 l/hours.

Largest removal efficiency of COD occurring on 24 hours without recirculation process and the value is 77,26% of removal COD. Largest removal of TSS occurring on 24 hours with recirculation process and the value is 93,66% of removal TSS. This result also suggested that recirculation process does not give better result for biological process, but recirculation gives better result for sedimentation or physical process.

Keyword: anaerobic baffled reactor, COD, tofu industry liquid waste, TSS.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dewasa ini telah memberikan sumbangan besar terhadap Indonesia. Di lain pihak juga memberikan dampak terhadap lingkungan akibat buangan industri maupun eksploitasi sumber daya yang semakin intensif dalam pengembangan industri. Lebih lanjut dinyatakan harus ada transformasi kerangka konseptual dalam pengolahan industri, yakni keyakinan bahwa operasi industri secara keseluruhan harus menjamin sistem lingkungan alam berfungsi sebagaimana mestinya dalam batasan ekosistem lokal maupun biosfer (Hambali, 2003). Pertumbuhan industri saat ini sangat pesat terutama industri rumah tangga yang membantu dalam menunjang kehidupan masyarakat. Sayangnya, ditinjau dari segi lingkungan, berkembangnya industri rumah tangga sangat membahayakan kehidupan masyarakat, pasalnya setiap industri rumah tangga tidak memperhatikan sistem pembuangan limbah. Tidak terkecuali pembuangan limbah tahu.

Limbah industri tahu berupa limbah cair dan limbah padat atau ampas yang laku di jual untuk pakan ternak, sedangkan limbah cair ada yang di buang langsung ada pula yang diolah tetapi kebanyakan dibuang langsung tanpa pengolahan. Melihat kandungan limbah industri tahu dengan kandungan limbah organik yang cukup tinggi, disini dilakukan konsep teknologi pengolahan air limbah secara anaerobik dengan menggunakan *Anaerobic baffled reactor* (ABR). Pada pengolahan anaerobik dapat menguraikan beberapa bahan organik yang tidak dapat diuraikan oleh pengolahan aerobik. Efisiensi pengolahannya sama besar pada limbah dengan konsentrasi yang besar. Beberapa keuntungan menggunakan proses anaerobik adalah sedikit energi yang digunakan, efisiensi removal untuk COD tinggi untuk beban organik yang tinggi, sedikit nutrien yang dibutuhkan, produksi lumpur sedikit, volume reaktor yang dibutuhkan lebih sedikit (*Metcalf & Eddy 2003*)

Anaerobic baffled reactor (ABR) merupakan unit pengolahan limbah yang menggunakan proses anaerobik untuk mengolah zat organik oleh mikroorganisme tanpa kehadiran oksigen. Sumber mikroorganisme yang digunakan berasal dari lumpur aktif yang digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri (Hermana, 2000).

Pertimbangan menggunakan ABR karena dapat digunakan untuk mengelola beberapa jenis limbah baik air limbah dengan organik tinggi maupun organik rendah ataupun air limbah dengan padatan yang tinggi. Dan salah satu keuntungan menggunakan proses anaerobik yaitu efisiensi meremoval COD tinggi untuk beban organik yang tinggi (Metcalf & Eddy 2003). Pada penelitian sebelumnya ABR digunakan untuk mengolah limbah RPH di Surabaya dengan konsentrasi COD tinggi mencapai 8408 mg/l dengan efisiensi penguraian COD rata-rata yaitu 69,13%. Nilai efisiensi penguraian COD rata-rata dihitung dari 3 kali pengoperasian dengan variasi campuran air recycle dan variasi HRT (*Hydrolic Retention Time)* 0 – 16 jam. Efisiensi penguraian COD terbesar yaitu pada HRT 16 jam dengan pengoperasian 100% limbah asli. Tapi secara keseluruhan pengoperasian ABR menunjukkan persamaan trend dalam meremoval COD (Erna Dwi Ratnawati, 2002)

Berdasarkan penelitian Nachaiyasit dan Stuckey (1997), dengan limbah buatan reaktor ini mampu memisahkan COD hingga 98% dengan beban COD total yang dinyatakan sebagai OLR sebesar 4,8 kg COD/m^3.hari pada HRT 20 jam dan pada suhu 35°C. Efisiensi pemisahan tidak berubah ketika beban organik dinaikkan menjadi dua kali 9,6 kg COD/m^3.hari, dan turun menjadi 90% ketika beban organik dinaikkan menjadi 15 kg COD/m^3.hari. *Organik Load Rate* (OLR) atau *COD load* merupakan analisa COD dikalikan laju alir pada waktu tertentu, biasanya dalam satu hari, sehingga menghasilkan kg COD/hari. Sedangkan *valumetric loading* adalah COD *load* dibagi volume reaktor sehingga dinyatakan kgCOD/m^3.(Siregar, 2005) Semakin tinggi nilai COD maka semakin besar nilai OLR-nya. Nilai COD maksimal akan berpengaruh pada OLR. Untuk memperkecil nilai OLR bisa dengan memperlama waktu detensi.

1.2 Permasalahan

Pada limbah cair pabrik tahu mengandung TSS dan nilai COD yang cukup tinggi. Untuk itu diperlukan pengolahan limbah, pengolahan yang dipakai adalah *Anaerobic baffled reactor* (ABR) karena pengolahan dengan cara ini dapat menyisihkan 65% - 90% *ChemicalOxygen Demand* (COD) (Ludwig, 1998). Sedangkan TSS dapat diturunkan dengan proses mekanisme dari ABR yaitu dengan proses sedimentasi pada tiap kompartemen.

Diharapkan menggunakan ABR dengan variasi debit aliran dan variasi waktu detensi beban organik pada COD serta zat padat yang bersifat organis dan inorganis pada TSS limbah cair tersebut dapat diturunkan.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang melatarbelakangi dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1 Mengetahui seberapa besar kemampuan *Anaerobic baffled reactor* (ABR) dengan menggunakan limbah lumpur RPH untuk menurunkan kandungan COD dan TSS yang terkandung dalam limbah cair tahu.

2 Seberapa besar pengaruh variasi waktu detensi terhadap penurunan kandungan COD dan TSS pada limbah cair tahu.

3 Mengetahui seberapa besar pengaruh perlakuan resirkulasi terhadap penurunan kandungan COD dan TSS limbah cair tahu.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kemampuan ABR dalam menurunkan konsentrasi COD danTSS dalam limbah pabrik tahu.
2. Seberapa besar pengaruh variasi waktu detensi terhadap tingkat kemampuan ABR dalam menurunkan kandungan COD danTSS pada limbah cair tahu.
3. Seberapa besar pengaruh perlakuan resirkulasi pada reaktor ABR terhadap tingkat penyisihan COD dan TSS limbah cair tahu.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Limbah cair yang digunakan berupa limbah cair tahu yang digunakan pada proses perebusan kedelai.
2. Lumpur yang digunakan berasal dari limbah lumpur PD RPH Malang yang berada pada bak pengendapan pertama.
3. Pengolahan limbah dilakukan secara kontinyu tanpa resirkulasi dan dengan resirkulasi dalam kondisi anaerobik.
4. Penelitian dilakukan dengan skala laboraturium menggunakan satu reaktor berupa *anaerobic baffled reactor* (ABR) secara kontinyu dan resirkulasi dalam kondisi anaerobik.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembuatan Tahu

Tahu merupakan makanan yang terbuat dari bahan baku kedelai, dan prosesnya masih sederhana dan terbatas pada skala rumah tangga. (Suryanto, 1992 dalam Hartati, 1994) menyatakan bahwa yang dimaksud dengan tahu adalah makanan padat yang dicetak dari sari kedelai (*Glycine spp*) dengan proses pengendapan protein pada titik isoelektriknya, tanpa atau dengan penambahan zat lain yang diizinkan.

Pembuatan tahu pada prinsipnya dengan cara mengekstraksi protein, kemudian mengumpulkannya, sehingga terbentuk padatan protein. Cara penggumpalan susu kedelai yang umum dilakukan adalah dengan penambahan bahan penggumpal berupa asam. Bahan penggumpal yang biasa digunakan adalah asam cuka (CH_3COOH), batu tahu ($CaSO_4nH_2O$) dan larutan bibit tahu (Hermana, 1985 dalam Hartati, 1994).

2.2 Limbah Cair Pabrik Tahu

Limbah tahu adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pengendapan tahu maupun pada saat pencucian kedele. Limbah yang dihasilkan berupa limbah padat dan cair. Limbah padat belum dirasakan dampaknya terhadap lingkungan karena dapat dimanfaatkan sebagai makanan ternak, tetapi limbah cair akan mengakibatkan bau busuk dan apabila dibuang langsung ke sungai akan meyebabkan tercemarnya sungai tersebut. Setiap kuintal kedele akan menghasilkan limbah 1,5 – 2 m^3 air limbah.

Limbah cair tahu mengandung nutrien berupa protein, karbohidrat dan lipida yang tingkat pencemarannya sangat tinggi yaitu *Suspended Solid* (SS), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biologi Oxygen Demand* (BOD).

Tabel 2.1. Komposisi Kedelai per 100 gram Bahan

KOMPONEN	KADAR (%)
Protein	35-45
Lemak	18-32
Karbohidrat	12-30
Air	7

Sumber : Warintek progressio

Jenis – jenis limbah cair yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu terutama pada proses perebusan, dan pencucian kedele :

Limbah cair :

- Sisa air tahu yang tidak menggumpal
- Potongan tahu yang hancur pada saat proses karena kurang sempurnanya proses penggumpalan
- Limbah tahu keruh dan berwarna kuning muda keabu-abuan dan bila dibiarkan akan berwarna hitam dan berbau busuk

2.3. Pengolahan Air Buangan Secara Biologi

Pengolahan air buangan secara biologi dilakukan berdasarkan suatu proses dimana suatu populasi mikroorganisme menggunakan kontaminan yang ada di dalam air buangan sebagai substrat untuk pertumbuhan dan sistesa sel. Mekanisme seperti ini terjadi pula di alam seperti sungai dan danau yang ditandai oleh adanya proses purifikasi di sungai dan danau tersebut.

Tujuan dari proses pengolahan biologis adalah untuk mengkonversikan komponen organik *biodegradable* (dapat diurai dan dikonsumsi oleh mikroba) menjadi suatu biomasa mikroba yang dapat dipisahkan dengan proses pemisahan padatan-cairan seperti pengendapan (*sedimentasi*) dan pengapungan (*flotation*). Secara umum polutan dalam air utamanya terdiri dari bahan organik terlarut dan tidak

terlarut, berbagai bentuk nitrogen dan fosfat, serta bahan lain yang tidak larut dan tidak bereaksi (*inert material*) (Slamet dan Masduqi, 2000).

Berdasarkan kehadiran oksigen di dalam proses maka pada dasarnya ada dua sistem pengolahan air buangan secara biologis yaitu pengolahan air buangan secara *aerob* (ada oksigen) dan *anaerob* (tidak ada oksigen). Masing-masing jenis pengolahan tersebut baik *aerob* maupun *anaerob* dapat dibagi lagi berdasarkan sistem pertumbuhan mikroorganismenya yaitu sistem pertumbuhan mikroorganisme tersuspensi (*suspended growth system*) misalnya proses lumpur aktif dan sistem pertumbuhan mikroorganisme terlekat (*attached growth system*) misalnya proses biofilter. Proses pertumbuhan mikroorganisme tersuspensi adalah proses pengolahan air buangan secara biologis dimana mikroorganisme yang bertanggung jawab untuk mengubah materi organik terlarut atau materi lain yang terdapat di dalam air buangan menjadi gas dan sel-sel baru berada dalam kondisi tersuspensi di dalam cairan. Sedangkan proses pertumbuhan mikroorganisme terlekat adalah proses pengolahan air buangan secara biologis dimana mikroorganisme yang bertanggung jawab untuk mengubah materi organik dan materi lainnya dalam air buangan menjadi gas dan sel-sel baru terlekat pada sebuah medium yang inert seperti batu, keramik yang didesain khusus atau plastik (Metcalf & Eddy, 1991).

Kebanyakan air limbah mengandung bahan organik dengan konsentrasi relatif rendah, sehingga lebih efisien dan ekonomis jika diolah dengan proses aerobik, dimana proses ini bahan organik dikonversikan menjadi CO_2 dan juga biomasa mikroba anaerob. Sedangkan air limbah dengan konsentrasi bahan organik tinggi dan suspensi bahan organik seperti buangan industri dan lumpur organik, dapat pula secara efektif distabilkan secara anaerobik. Proses pengolahan air limbah secara anaerobik mengkonversikan bahan organik menjadi gas methana dan CO_2 dan juga biomasa mikroba anaerob (Slamet dan Masduqi, 2000).

Teknologi proses biologis difokuskan pada rekayasa dan rancang bangun *biorektor*, untuk mendapatkan lingkungan yang optimum bagi tumbuh kembangnya mikroba dimana di dalamnya dapat dikembangkan suatu biomasa mikroba aktif

dengan konsentrasi yang tinggi. Unit proses aerobik memerlukan suatu suplai oksigen secara kontinyu untuk mendukung respirasi mikroba, sebaliknya untuk proses anaerobik tidak diperlukan oksigen karena zat ini bersifat racun bagi bakteri methanogenik (Slamet dan Masduqi, 2000).

Mekanisme penyisihan materi organik yang terdapat di dalam air buangan oleh mikroorganisme merupakan fenomena yang komplek. Secara umum, makanisme penyisihan materi organik terjadi karena tiga proses yang terjadi secara berurutan yaitu :

1. Terjadi kontak intim antar molekul substrak dengan dinding sel mikroba.
2. Transfer molekul ke dalam sel
3. Reaksi biokimia (metabolisme) di dalam sel mikroorganisme.

Sel bakteri memerlukan bahan organik dalam bentuk terlarut, sedang bentuk koloid atau yang tak larut akan diserap oleh dinding sel, yang selanjutnya akan diurai/dipecah oleh enzim ekstraselular, sehingga dapat ditrasportasikan ke dalam sel.

2.4. Mikroorganisme

2.4.1. Pengertian

Mikroorganisme (mikroba, jasad renik) adalah jasad hidup yang mempunyai bentuk sangat kecil ukurannya. Sehingga tanpa bantuan alat pembesar seperti mikroskop misalnya sulit sekali untuk dilihat dan diamati secara baik.

Bentuk umum dari mikroorganisme terdiri atas sel tunggal, misalnya pada bakteria, ragi mikroalga atau protozoa. Dapat pula berbentuk filamen (serat), baik filamen semu (kalau hubungan antara sel satu dengan lainnya hanya diliputi oleh lendir atau senyawa kimia lainnya sehingga tidak ada hubungan kehidupan antara sel satu dengan lainnya), atau filamen benar (kalau hubungan antara sel satu dengan lainnya berbentuk hubungan kehidupan sehingga sukar untuk dipisahkan). Contoh filamen didapatkan pada jamur dan mikroalga. Jadi bentuk dan susunan sel pada mikroorganisme tersebut jauh berbeda dengan pada tanaman tinggi (tanaman yang

biasa kita temukan) atau pada hewan, dimana sudah ada pembagian tugas dan ada organisasi koordinasi diantara sel atau kelompok sel (Suriawiria, 1977).

Ukuran sel mikroorganisme sendiri sangat kecil kalau dibandingkan dengan ukuran sel tanaman atau hewan biasa. Misalnya kalau ukuran inti sel hewan berkisar sekitar 2.800 μm. Maka untuk sel bakteri berkisar antara 0,650 – 3,0 nm saja (Suriawiria, 1977).

2.4.2. Metabolisme mikroorganisme

Proses metabolisme yang dilakukan oleh organisme hidup, dimulai dengan mengambil bahan – bahan baku, yang seluruhnya berasal dari lingkungan fisik organisme tersebut. Lingkungan mempengaruhi setiap reaksi metabolisme yang terjadi. Lingkungan pada dasarnya menentukan penyelenggaraan metabolisme dalam dua hal, yaitu (Suriawiria,1977) :

1. menyediakan semua bahan baku yang diperlukan oleh organisme dan
2. mempersiapkan keadaan fisik dan kimia bagi terselenggaranya proses-proses metabolisme.

Oleh karena suatu organisme tersusun oleh sebagian senyawa anorganik dan sebagian lagi organik, maka suatu organisme harus memperoleh nutrien anorganik dan organik. Semua organisme memperoleh nutrien anorganik dalam bentuk sudah jadi atau setengah jadi dari lingkungannya. Beberapa organisme membentuk makanannya dari bahan-bahan anorganik yang diperolehnya, organisme ini disebut organisme yang ototrof. Organisme lain tidak mampu membuat makanan dari nutrien anorganik, tetapi memperoleh nutrien organik yang setengah jadi dari lingkungannya disebut organisme heterotrof. Dalam beberapa hal energi yang dibutuhkan untuk membuat makanan diperoleh dari cahaya matahari organisme ini disebut organisme yang berfotosintesisa, sedang organisme yang energi di peroleh dari senyawa kimia, disebut aorganisme yang berkomosintesa.

Suatu hal yang sangat penting dalam proses nutrisi ialah absorpsi. Absorpsi merupakan suatu proses pemindahan senyawa-senyawa dari lingkungan masuk kedalam sel dengan melalui permukaan sel.

Bahan-bahan anorganik dan organik yang terlarut dalam air sebagian diabsorpsi dengan jalan difusi, dan air serta semua bahan-bahan yang terlarut sebagian lagi diabsorpsi secara kimia yang membutuhkan energi dan merupakan hal terpenting yang di lakukan oleh sel. Apabila konsentrasi bahan-bahan yang terlarut di dalam sel lebih besar dari pada sekelilingnya, maka sel akan mengabsorpsi air secara osmotik. Nutrien yang terlarut di dalam air di absorpsi ke dalam sel dengan difusi, tetapi hanya apabila konsentrasi partikel di luar sel lebih besar dari pada di dalam sel. Peristiwa ini adalah suatu hal yang agak jarang terjadi karena secara normal konsentrasi partikel di dalam sel lebih besar dari pada diluar, sehingga kalau terjadi difusi sel-sel rambut akarlah yang akan melepaskan ion-ion ke dalam tanah.

Seperti halnya jasad hidup mikroorganisme memerlukan energi dan bahan-bahan untuk membangun tubuhnya. Bahan-bahan tadi diperlukan untuk sintesa protoplasma dan bagian-bagian sel. Untuk dapat menggunakan energi dari bahan-bahan tadi, sel melakukan kegiatan yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan kimia. Semua reaksi terarah yang berlangsung didalam sel itu disebut metabolisme.

Reaksi-reaksi yang terjadi di dalam sel hanya mungkin berlangsung dengan pertolongan katalisator organik (biokatalisator) yang disebut enzim. Enzim merupakan katalisator organik atau biokatalisator yang di hasilkan oleh sel berbentuk senyawa protein.

2.4.3. Pertumbuhan mikroorganisme

Bagi mikroorganisme pertumbuhan merupakan salah satu bentuk respon terhadap lingkungan fisik dan kimia yang paling penting. Pertumbuhan adalah hasil dari replikasi dan perubahan dalam ukuran sel. Mikroorganisme dapat tumbuh pada berbagai variasi kondisi fisik, kimia dan nutrisi. Bila media tempat mikroorganisme

berbagai variasi kondisi fisik, kimia dan nutrisi. Bila media tempat mikroorganisme tersebut berada memiliki nutrien dalam jumlah yang cukup, maka mikroorganisme itu akan mengekstrak nutrien dari media dan mengubahnya menjadi materi biologis. Sebagian dari nutrien akan digunakan untuk produksi energi sedangkan sebagian lagi akan dipakai untuk biosintesis dan untuk membentuk produk yang lain. Penggunaan nutrien oleh mikroorganisme ini akan mengakibatkan peningkatan massa mikroorganisme yang dapat di gambarkan oleh persamaan 2.1.

$$\text{Substrat} + \text{Sel} \longrightarrow \text{produk ekstraselular} + \text{sel baru} \qquad (2.1.)$$

Laju pertumbuhan berhubungan langsung dengan konsentrasi sel dan reproduksi sel merupakan hasil akhir dari reaksi ini (Shuler dan Kargi, 1992).

Pola pertumbuhan mikrooerganisme berdasarkan jumlahnya dapat dibagi menjadi tujuh fase (Shuler dan Kargi, 1992) yaitu :

1. Fase adaptasi (*log phase*)

   Fase adaptasi terjadi segera setelah inokulasi dilakukan. Fase ini mewakili waktu yang dibutuhkan oleh sel mikroorganisme untuk beradaptasi dan mengaklimatisasi lingkungan yang baru. Mikroorganisme akan mengorganisasi kembali materi molekular yang mereka miliki ketika mikroorganisme tersebut dipindahkan ke media yang baru. Selama fase adaptasi, massa sel hanya sedikit meningkat tapi densitas jumlah sel tidak meningkat. Fase adaptasi, dapat berlangsung dalam waktu yang lama, bila konsentrasi nutrien dan faktor penunjang pertumbuhan (*growth factors*) tidak mencukupi.

2. Fase logaritmit (*log phase*)

   Pada fase logaritmik, sel telah beradaptasi dengan lingkungan barunya. Setelah periode adaptasi, sel akan berkembang biak dengan cepat. Massa sel dan jumlah sel akan meningkat secara eksponensial dengan waktu. Karena konsentrasi nutrien pada fase ini sangat besar maka laju pertumbuhan tidak tergantung pada konsentrasi nutrien.

3. Fase penurunan pertumbuhan (*declining growth*)

   Pada fase penurunan pertumbuhan, pertumbuhan sel akan melambat karena berkurangnya satu atau lebih nutrien penting atau karena adanya akumulasi materi toksik yang merupakan hasil sampingan dari proses pertumbuhan. Untuk mengatasi keterbatasan nutrien atau akumulasi buangan ini maka akan terjadi restrukturisasi sel agar sel tersebut dapat bertahan dalam kondisi lingkungan yang serba terbatas.

4. Fase stasioner (*stationary phase*)

   Fase stasioner akan dimulai pada akhir fase penurunan pertumbuhan yaitu ketika laju pertumbuhan sel netto adalah nol atau ketika laju pertumbuhan sel sama dengan laju kematian sel. Pada fase ini, populasi mikroorganisme tidak mengalami perubahan. Meskipun laju pertumbuhan sel netto adalah nol selama fase stasioner, sel tetap aktif melakukan metabolisme non pertumbuhan. Selama fase stasioner, satu atau lebih fenomena di bawah ini dapat terjadi yaitu :

   a. konsentrasi total massa sel tetap konstan, tapi jumlah sel yang dapat bertahan hidup menurun.
   b. Sel mengalami lisis dan massa sel yang dapat bertahan hidup menurun
   c. Sel tidak mengalami pertumbuhan tapi dapat melakukan metabolisme untuk memproduksi metabolisme sekunder.

5. Fase *increasing death*

   Fase ini ditandai oleh adanya penurunan populasi mikroorganisme yang cukup banyak

6. Fase *log death*

   Selama fase ini, laju kematian mikroorganisme melebihi laju produksi sel mikroorganisme yang baru. Laju kematian biasanya merupakan fungsi dari populasi mikroorganisme yang bisa bertahan hidup dan karekteristik lingkungan dimana mikroorganisme tersebut hidup.

7. Fase *death* (fase kematian)

   Fase inin berarti kematian telah terjadi diseluruh kultur dan siklus pertumbuhan telah lengkap.

2.4.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme

Mikroorganisme dapat hidup di berbagai jenis lingkungan karena berukuran kecil dan mudah terdispersi, memerlukan sedikit ruang, dan hanya membutuhkan sedikit sekali nutrien. Selain itu mikroorganisme juga mampu beradaptasi bila terjadi perubahan lingkungan.

Jenis mikroorganisme yang di temukan pada lingkungan tertentu serta laju pertumbuhan mikroorganisme tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu faktor fisik dan biokimia. Faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme antara lain adalah pH, temperatur, konsentrasi oksigen, kelembaban, tekanan hidrostatik, tekanan osmotik, dan radiasi. Faktor biokimia (nutrien) yang mempengaruhi kehidupan mikroorganisme adalah ketersediaan karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, dan trace element.

Faktor-faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme (Black, 1999) adalah :

- pH

  Mikroorganisme memiliki pH optimum yaitu pH yang memungkinkan mikroorganisme tersebut dapat tumbuh maksimal. Nilai pH yang optimum untuk pertumbuhan mikroorganisme berkisar antara 6,5-7,5. hampir semua mikroorganisme tidak dapat tumbuh secara optimal pada pH diatas atau dibawah pH optimumnya. Aktivitas biologis dapat merubah nilai pH. Bakteri methan sangat sensitif terhadap perubahan pH. Nilai pH dan stabilitas pH dalam reaktor sangat penting karena kecepatan terhadap methanogenesis akan tinggi apabila pH netral.

➢ Temperatur

Semua proses dalam pertumbuhan tergantung pada reaksi kimia dan laju reaksi ini di pengaruhi oleh temperatur.

Kisaran temperatur yang memungkinkan organisme tumbuh ditentukan terutama oleh temperatur dimana enzim yang dimiliki oleh organisme tersebut dapat berfungsi. Dalam kisaran temperatur ini, ada tiga titik kritis temperatur yaitu :

1. Temperatur minimum, yaitu temperatur terendah yang masih memungkinkan sel untuk membelah ;
2. temperatur maksimum, yaitu temperatur tertinggi yang masih memungkinkan sel untuk membelah ;
3. temperatur optimum, yaitu temperatur dimana sel dapat membelah dengan laju paling maksimal.

Bila temperatur dinaikan melebihi temperatur optimum, maka komponen sel yang sensitif terhadap temperatur, seperti enzim, akan mengalami denaturasi dan laju pertumbuhan mikroorganisme akan turun dengan cepat. Temperatur yang berada di bawah temperatur optimum biasanya memiliki pengaruh yang cukup berarti terhadap pertumbuhan mikroorganisme dibandingkan temperatur yang berada diatas temperatur optimum. Berdasarkan hasil penelitian ternyata laju pertumbuhan mikroorganisme bertambah dua kali lipat setiap kenaikan 10^0C hingga temperatur optimum tercapai (metcalf & Eddy,1991). Bakteri memiliki kisaran temperatur tertentu yang memungkinkan bakteri dapat tumbuh dengan baik. Berdasarkan kisaran temperatur tersebut, bakteri dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok :

- Psikrofilik ⟶ tumbuh dengan baik pada temperatur 15^0C-20^0C
- Mesofilik ⟶ tumbuh dengan baik pada temperatur 25^0C-40^0C
- Termofilik ⟶ tumbuh dengan baik pada temperatur 50^0C-60^0C

Pada masing-masing klasifikasi kelompok tersebut, bakteri dapat dibedakan lagi menjadi dua jenis yaitu obligat dan fakultatif. Obligat berarti organisme tersebut harus berada pada kondisi lingkungan yang sensitif. Sedangkan fakultatif berarti

organisme tersebut mampu mentolerir kondisi lingkungan yang ada bahkan dapat hudup di lingkungan yang berbeda dengan biasanya.

- Oksigen

  Organisme yang menggunakan molekul oksigen sebagai akseptor elektronnya disebut anaerob. Untuk organisme aerob, oksigen adalah faktor lingkungan yang menjadi membatasi laju pertumbuhan. Organisme fakultatif dapat menggunakan oksigen atau molekul kimia yang lain sebagai akseptor elektronnya. Obligat aerob tidak mampu tumbuh tanpa kehadiran oksigen sedangkan obligat anaerob dapat mati bila ada oksigen.

- Kelembaban

  Semua sel yang aktif membutuhkan lingkungan air. Tidak seperti organisme yang berukuran besar yang memiliki lapisan pelindung serta lingkungan cairan internal, organisme bersel satu langsung bersentuhan dengan lingkungannya. Hampir semua sel vegetatif hanya dapat hidup beberapa jam tanpa kelembabab. Hanya organisme yang berbentuk spora yang dapat hidup di lingkungan yang kering tanpa air.

- Tekanan hidrostatik

  Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang dimiliki oleh air yang tidak bergerak yang nilainya proporsional dengan kedalamannya. Beberapa jenis mikroba dapat hidup didalam samudra dengan tekanan lebih dari 16.000 pound tiap inci persegi, dan mikroba semacam ini disebut kelompok barofil. Bakteri ini akan mati bila diletakkan selama beberapa jam pada tekanan atmosfer standard. Spora bakteri dapat tahan terhadap tekanan 180.000 pound/inci persegi selama 14 jam. Tekanan diatas 100.000 pound/inci persegi dapat menyebabkan denaturasi protein dan inaktifasi enzim. Selain itu tekanan yang tinggi menyebabkan mengikatnya beberapa reaksi kimia, pengecilan volume koloid organic enzim, molekul dan juga menaikan viskositas cairan dan dissosiasi elektrolitnya.

- Tekanan osmotik

  Semua mikroorganisme memiliki membran yang bersifat selektif permeabel. Membran sel ini memungkinkan air untuk bergerak secara osmosis antara sitoplasma sel dan lingkungan sekitar sel. Lingkungan yang mengandung materi terlarut mempunyai tekanan osmotik dan tekanan osmotik ini mungkin nilainya melebihi tekanan yang dimiliki oleh materi terlarut yang terdapat didalam sel. Bila hal ini terjadi maka sel akan kehilangan air yang ada didalam tubuhnya dan akan mengkerut. Kondisi ini disebut plasmolisis.

- Radiasi

  Pada umumnya cahaya mempunyai daya merusak terhadap mikroba yang tidak mempunyai pigmen fotosintesa. Energi radiasi yang berasal dari cahaya matahari diabsorpsi oleh sel mikroba, maka akan menyebabkan terjadinya ionisasi komponen-komponen sel. Ionisasi molekul-molekul tertentu dari protoplasma dapat menyebabkab kematian mikroba, perubahan-perubahan genetik atau dapat pula menghambat pertumbuhan. Energi radiasi dari sinar X, sinar gamma dan terutama sinar ultraviolet banyak digunakan dalam praktek sterilisasi, pengawetan bahan makanan.

2.5 Proses Anaerobik

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat telah menciptakan pengolahan secara anaerobik suspended growth. Proses operasi demikian akan memperkecil *Hydrolic Retention Time* (HRT) dengan beban COD yang besar. Kinerja ini terbukti stabil dalam rentang beban organik, tahan terhadap perubahan debit yang masuk dan karakteristik limbah (Marsono, 1996)

Dekomposisi anaerobik menghasilkan biogas terdiri dari methane (50 – 70%), karbondioksida (25 – 45%) dan sejumlah kecil hidrogen sulfida, hidrogen dan nitrogen (*Reynolds, 1996*).

2.5.1. Biodegradasi Secara Anaerobik

Mekanisme terpenting dalam penurunan bahan organik pada sistem pengolahan secara biologis adalah metabolisme bakteri. Dimana metabolisme memiliki arti penggunaan bahan organik, baik sebagai sumber energi maupun sebagai sumber sintesa sel. Metabolisme terbagi atas katabolisme dan anabolisme. Katabolisme adalah penggunaan bahan organik sebagai sumber energi yang akan dirubah menjadi bentuk akhir yang lebih stabil. Anabolisme adalah proses pengubahan dan penyerapan bahan-bahan organik menjadi massa sel. Anabolisme adalah proses penggunaan energi dimana proses tersebut terjadi apabila katabolisme juga terjadi untuk penyedian energi yang dibutuhkan untuk pembentukan sel. Hasil dari proses katabolisme adalah gas methan dan karbon dioksida, hasil dari anabolisme adalah peningkatan massa bakteri yang dapat diketahui melalui peningkatan konsentrasi *volatile suspended solids* (VSS).

2.5.2 Keuntungan dan Kekurangan Proses Anaerobik

Pada pengolahan anaerobik, removal zat yang dapat diuraikan tidak sebesar pada pengolahan aerobik. Namun pengolahan anaerobik dapat menguraikan beberapa bahan organik yang tidak dapat diuraikan pada pengolahan aerobik. Sehingga secara total pada pengolahan anaerobik, efisiensi pengolahannya sama besar pada limbah dengan konsentrasi yang besar (Droste,1997). Untuk lebih jelasnya tentang keuntungan dan kerugian proses biologis adalah sebagai berikut :

Keuntungan :

- ◊ Sedikit energi yang digunakan
- ◊ Tidak dibutuhkan tenaga untuk aerasi
- ◊ Efisiensi removal untuk COD tinggi untuk beban organik yang tinggi
- ◊ Produksi lumpurnya sedikit
- ◊ Lebih sedikit nutrien yang dibutuhkan
- ◊ Memproduksi gas methan
- ◊ Volume reaktor yang dibutuhkan lebih sedikit

◊ Tidak menghasilkan pencemaran udara

Kerugian :

◊ Proses start up lebih lama untuk pembuatan cadangan biomassa

◊ Kadang diperlukan penambahan alkalinitas

◊ Kadang diperlukan pengolahan lebih jauh dengan pengolahan aerobik untuk memenuhi efluen yang diinginkan

◊ Tidak memungkinkan removal nitrogen dan fosfat

◊ Kadang rentan terhadap gangguan zat toxic potensial dalam memproduksi bau dan gas korosif.

◊ Kontrol pH sangat diperlukan.

2.5.3 Mekanisme Proses Anaerobik

Metabolisme anaerobik dibagi menjadi empat tahap proses

1. Tahap Hidrolisa

   Tahap awal proses anaerobik adalah hidrolisa terhadap senyawa organik komplek menjadi molekul-molekul yang sederhana. Proses hidrolisa terhadap bahan-bahan organik ini melalui enzim yang dihasilkan bakteri fermentasi. Pollisakarida diubah menjadi gula, dan lemak menjadi asam amino.

2. Tahap Asidogenesis

   Pada tahap ini bakteri yang sama yang melakukan reaksi hidrolisa mengubah komposisi organik sederhana menjadi asam lemak volatil, H_2, CO_2, laktat dan etanol. Bentuk senyawa tersebut merupakan hasil dari kegiatan bakteri fermentasi. Asam lemak volatil dapat berupa asam propianat dan asam butirat. Tingginya kandungan organik mengakibatkan peningkatan akumulasi produk asam.

3. Tahap Asetogenesis

   Pada tahap ini, hasil utama dari proses kedua (asidogenesis) diubah menjadi asam asetat oleh kelompok bakteri asetogenesis. Mikroorganisme ini dapat

bertoleransi tehadap kondisi lingkungan yang luas. Pembentuk asam mempunyai pH optimal antara 5-6, sedangkan pengurai normalnya beroperasi pada pH mendekati 7 tapi tingkat metabolisme mereka masih menguntungkan dibanding kemampuan mikroorganisme pembentuk methan dalam mengkonversi zat organik menjadi gas methan. Tanpa proses pengolahan yang tepat, seperti kontrol pH, pembentukan asam dapat menciptakan lingkungan yang sangat tidak menguntungkan untuk pembentukan gas methan.

4. Tahap Methanogenesis

   Pada tahap ini terjadi pertumbuhan gas methan dri senyawa asetat, karbondioksida dan hidrogen oleh bakteri penghasil methan. Gas methan merupakan produk akhir pada pengolahan anaerobik. Proses tadap terjadi dalam dua cara. Pada cara pertama, fermentasi dari produk utama pada fase pembentukan asam, dimana asam aseta diubah menjadi gas methan dan karbondioksida. Bakteri yang menggunakan asam asetat adalah bakteri asetoclastic. Cara kedua, beberapa bakteri methanogen, dapat menggunakan hidrogen untuk mereduksi karbondioksida menjadi gas methan. Ada hubungan yang sinergi antara pembentuk hidrogen dengan memakan hidrogen. Perubahan yang sedikit dalam kondisi hidrogen dapat mengubah produk akhir pada fase pembentukan asam. Pembentukan methan sangat memilih-milih kondisi lingkungan yang diinginkan dari pada pembentukan asam. pH yang optimum berkisar 7 dan aktifitasnya akan turun drastis bila pH berada dibawah rentang 6-8.

2.5.4. Bakteri Pada Pengolahan Anaerobik

Pada pengolahan anaerobik terdapat dua kelompok bakteri yang terlibat didalam proses, yaitu bakteri pembentuk asam dan bakteri pembentuk methan (Rahmawati,1999). Kestabilan proses anaerobik tergantung pada keseimbangan kelompok bakteri yang terlibat. Adanya penurunan produksi gas, peningkatan

produksi gas *intermediet* asam volatile (asetat dan propionat) akan berakibat terjadinya penurunan efisiensi removal yang menandakan adanya gangguan pada sistem. Bakteri-bakteri anaerobik yang terlibat adalah bakteri fermentasi, bakteri penghasil hidrogen, bakteri acetogenik, bakteri methanogen, dan bakteri pereduksi sulfat (Prabowo, 2000).

2.5.4.1. Bakteri Fermentasi

Kelompok bakteri ini berperan dalam mengubah senyawa organik komplek pada tahap hidrolisis dan asidogenesis. Bakteri ini menghasilkan exoenzim untuk menghidrolisa senyawa organik komplek menjadi senyawa organik sederhana. Kisaran pH dalam proses fermentasi adalah 5,5 sampai 6,5 dengan pH optimum 6,5. Bakteri pembentuk asam akan melakukan fermentasi glukosa dengan hasil campuran asam asetat, asam propionat dan asam butirat.

Pada umumnya bakteri fermentasi membutuhkan CO_2 dan asam organik sebagai sumber karbon, amonia sebagai sumber nitrogen, sulfida sebagai sumber sulfur dan vitamin B dan garam-garam mineral terutama garam-garam sodium, produk akhir methabolisme bakteri fermentasi tergantung pada substrat dan kondisi lingkungan. Pada nilai yang tinggi akan terbentuk asam propionat asam-asam organik seperti laktat dan ethanol, sedangkan pada nilai yang lebih rendah akan terbentuk asam-asam asetat, CO_2 dan H_2. Reaksi pembentukan asam butirat menghasilkan akumulasi hidrogen sebaliknya pembentukan asam propionat membutuhkan hidrogen. Salah satu bakteri fermentasi adalah *Bacteroidesruminpcola.*

2.5.4.2. Bakteri Penghasil Hidrogen

Bakteri penghasil hidrogen berperan dalam mengubah propionat dan asam-asam organik yang lebih tinggi dari asam asetat seperti alkohol menjadi asetat dan CO_2. Sehingga bagi bakteri ini peran H_2 sangat penting. Proses anaerobik dipengaruhi oleh kandungan hidrogen dalam lingkungan pengolahan. Dengan demikian peran

bakteri *asetogenik* penghasil H_2 dan penggunan H_2 sangat penting untuk mencegah terjadinya akumulasi konsentrasi H_2 dalam reaktor.

2.5.4.3. Bakteri Asetogenik

Peran dari bakteri asetogenik mengubah asam propionat dan asam butirat ke bentuk asam asetat. Bakteri ini sangat penting pada proses penguraian anaerobik karena sebagai penghasil asetat. Dimana pembentukan gas methan lebih besar berasal dari asam asetat sebesar 70% dari total gas hasil konversi. Bakteri ini juga berperan dalam proses penggunaan H_2 dan CO_2.

Dalam perubahan glukosa ke asam asetat akan menyebabkan bakteri pembentuk asam mendapatkan energi untuk pertumbuhannya. Selain itu juga menyediakan substrat dasar bagi bakteri pembentuk methan. Hal ini disebabkan kelompok bakteri pembentuk methan tidak dapat secara langsung memanfaatkan asam propionat dan asam butirat menjadi bentuk methan. Salah satu bakteri asetogenik adalah *Methanobacillus omclllianskii* dan *Desulfovibrio desulforicans.*

2.5.4.4. Bakteri Methanogen

Kelompok bakteri ini merupakan bakteri obligat anaerobik yang hanya menggunakan sejumlah subtrat sederhana dalam jumlah yang terbatas untuk pertumbuhan dan metabolisme bakteri. Bakteri pembentuk methan dapat tergantung oleh akumulasi pembentukan hidrogen. Konsentrasi hidrogen sangat penting untuk dipertahankan pada tingkat rendah. pH optimum dalam pertumbuhan bakteri pembentuk methan adalah 6,8 sampai 7,2. Bakteri methanogen terdiri dari dua kelompok besar berdasarkan donor elektron (Pohland, 1992), yaitu:

A. Aceticlastic Methanogens

Pemeran utama bakteri ini adalah *Methanosarcina* dan *Methanosaeta.* Bakteri ini pertumbuhannya relatif lambat yaitu membutuhkan waktu 24 jam untuk pembelahan sel. Bakteri ini hanya dapart mengoksidasi asam asetat ke bentuk campuran karbondioksida dan methan. Bakteri ini belum mampu

menggunakan hidrogen dan karbondioksida atau format sebagai energi substrat. Bakteri *aceticlastic* methanogens masih dapat bertoleransi dengan adanya kandungan oksigen terlarut meskipun marupakan bakteri obligat anaerobik.

B. Hydrogen-Oxidizing Methanogens

Hydrogen-Oxidizing Methanogens merupakan bakteri yang sepenuhnya *obligat anaerobik* yang memerlukan energi dari oksidasi hidrogen dan sumber karbon berasal dari karbondioksida. Proses pembelahan sel bakteri ini termasuk rendah, yaitu 1-4 jam dimana lebih tinggi dari pada pembelahan sel bakteri *aceticlastic methanogens*. Beberapa jenis dari bakteri ini dapat menggunakan asam format sebagai satu-satunya substrat. Proses ini disebabkan karena asam formal mudah dikonversi ke bentuk karbondioksida dan hidrogen.

Bakteri methanogens dapat terganggu oleh adanya akumulasi hidrogen. Hidrogen ini merupakan hasil yang dibentuk oleh bakteri pembentuk hidrogen pada tahap sebelum methanogenesis. Cara bakteri methanogen untuk mencegah terjadinya akumulasi yaitu dengan menggunakan H_2 untuk proses konversi asam asetat ke bentuk methan.

2.5.4.5. Bakteri Pereduksi Sulfat

Bakteri pereduksi sulfat menghasilkan asetat, H_2 dan sulfida dimana zat ini digunakan sebagai substrat oleh bakteri methanogen. *Sulfate Reducing Bacteria* (SRB) sering ditemukan dalam lingkungan pengolahan anaerobik. Proses methanogenesis tidak terjadi apabila kadar sulfat tinggi, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor (Hadi, 2000) :

1. Pada konsentrasi sulfat yang tinggi, SRB bersaing dengan bakteri methanogen dalam penggunaan subtrat yang sama, H_2 dan ditunjang dengan kecepatan pertumbuhan yang tinggi.

2. Kehadiran sulfat menyebabkan SRB menghasilkan sulfida yang mana pada konsentrasi yang tinggi bersifat toksik bagi bakteri methanogen.

SRB mempunyai peran yaitu dapat bertindak sebagai bakteri asetogenik, mendukung proses methanogenesis tetapi tergantung pada konsentrasi.

2.6 Anaerobic Baffled Reactor

Anaerobic baffled reactor (ABR) dikembangkan oleh Bachman dan McCarty pada tahun 1981. ABR terdiri dari beberapa kompartemen yang dipisahkan oleh sekat vartikal. Jenis aliran berupa aliran keatas (up-flow) melalui lumpur anaerobik yang menghasilkan gas pada tiap kompartemen. Bakteri tumbuh dan bergerak secara horizontal dalam reactor dengan kecepatan yang relatif lambat sehingga dapat meningkatkan cell retention time (CRT) selama 100 hari pada *hydrolic retention time* (HRT) 20 jam (Grobicki,1991).

Pada *Anaerobic baffled reactor* (ABR) terdapat dua prinsip pengolahan, yaitu secara mekanis dengan sedimentasi dan secara biologis dengan kontak antara air limbah dengan lumpur aktif. ABR termasuk unit pengolahan yang cukup ideal karena mudah dalam pembuatan dan pengoperasian. Kejutan beban organik dan hidrolik hanya menyebabkan efek yang kecil dalam efisiensi pengolahan. Perbedaan dengan UASB bahwa ABR tidak memerlukan *sludge blanket* yang mengapung, lumpur dapat berada pada dasar reaktor. Alat pemisah khusus juga tidak diperlukan karena lumpur aktif yang ikut terbuang pada awal kompartemen akan terperangkap pada kompartemen selanjutnya. Reaktor yang didesain secara seri juga akan membantu dalam menguraikan substansi *degradable* yang sulit pada bagian akhir kompartemen, setelah penguraian bahan yang mudah pada awal kompartemen.

Pengaliran yang konstan dari *inflow* dan luas area untuk tiap kompartemen serta kontak antara substrat yang lama dan yang baru juga dipertimbangkan dalam perencanaan. Sehingga *influen* segar akan teraduk secepat mungkin dengan lumpur aktif yang ada dalam rektor. Pengolahan secara biologis akan berjalan secara optimal apabila kontak antara air limbah baru dan lumpur berlangsung dengan cepat dan

intensif, terutama pada aliran air limbah turbulen. ABR terdiri setidaknya 4 kompartemen yang tersusun seri. Pada kompartemen terakhir dapat berfungsi sebagai penyaring untuk menerima kemungkinan lumpur yang berlebih (*Ludwig,1998*).

2.6.1 Sistem Perencanaan ABR

Air limbah yang masuk ke dalam reaktor seharusnya sedapat mungkin terdistribusi secara merata di pintu masuk pada dasar reaktor. Hal ini dapat dilakukan dengan mendesain mendesain kompartemen yang relatife rendah (lebar reaktor < 60 % dari tinggi reaktor). Dalam beberapa kasus, jika menggunakan pipa, panjang pipa saluran kebawah tidak melebihi dari 75 cm. Pada perencanaan yang besar, dimana diperlukan kompartemen yang panjang dan dalam, outlet dari pipa saluran kebawah sedapat mungkin berada pada tengah-tengah dari dasar kompartemen.

Kecepatan keatas dari aliran air limbah (V_{up}) dari ABR, tidak boleh lebih dari 2 m/jam (yang merupakan batas maksimum dari perencanaan). Ini merupakan parameter penting dalam menghiung desain dari ABR, terutama *hydraulic loading* yang tinggi. Berdasarkan HRT yang direncanakan V_{up} akan meningkat dalam hubungan langsung dengan ketinggian reaktor. Karena itu ketinggian reaktor tidak dapat digunakan senagai parameter pokok yang digunakan dalam mendesain ABR untuk memenuhi kebutuhan HRT.

Kriteria desain dari ABR adalah : waktu detensi = 3 – 24 jam, beban organic (OLR) = 1 – 8 kg COD/m^3.hari dan V_{up} = 0.67 – 1,5 m/jam (16 – 36 m/hari) atau tidak boleh dari 2 m/jam yang merupakan batas maksimum dari perencanaan, rumus menentukan V_{up} :

$$V_{up} = \frac{Q}{A}$$

2.6.2 Kelebihan ABR

ABR stabil dalam kondisi menerima kejutan beban organic dan beban hydrolic, serta tahan terhadap kejutan waktu detensi 0,5 – 1 jam dalam periode waktu 2 – 3 jam (Nachaiyasit dan Stuckey, 1997). Kriteria desain ABR anatara lain :

1. Kontruksi
   - Desainnya sederhana
   - Tanpa pengadukan mekanik
   - Biaya konstruksi rendah
   - Biaya operasi dan pemeliharaan rendah
2. Pengoperasian
   - HRT rendah
   - Melindungi adanya toxic material
   - Pengoperasian panjang tanpa pembuangan sludge
   - Tingkat stabilitas tinggi

2.6.3 Resirkulasi Efluen Pada Anarobic Baffled Reactor

Resirkulasi pada aliran efluen cenderung untuk mengurangi efisiensi removal karena reaktor mendekati sistem teraduk sempurna, oleh karena itu transfer massa berkurang untuk removal substrate berkurang meskipun beban organik bertambah. Penambahan aliran resirkulasi juga mengurangi masalah pada pH rendah yang disebabkan oleh asam organik pada awal dari reaktor, dan mengurangi pembentukan bakteri yang berbentuk agar-agar, pada inlet reaktor untuk pengolahan protein karbohidrat kompleks pada air limbah (Bachmann et al., 1983 dalam Barber and Stuckey, 1999).

2.6.4 Seeding dan Aklimatisasi

Pada tahap aklimatisasi, beban organik awal harus rendah sehingga perkembangan lambat mikroorganisme tidak berlebihan bebannya. Juga gas dan kecepatan keatas seharusnya lambat sehingga perkembangan flokulen dan granular

dapat terjadi. Beban pertama yang direkomendasikan adalah kira-kira 1,2 kg COD/m^3.hari (Hence and Herremoes, 1983 dalam Barber dan stuckey, 1999). Selama tahap aklimatisasi limbah, beban organik yang tinggi akan membahayakan, karena fermentasi asam akan lebih dominan dari pada methanogenesis, menyebabkan *souring* atau kondisi pengasaman, sehingga nilai pH akan turun. Pada studi baru-baru ini (Barber and Stuckey, 1999) ini telah ditunjukkan bahwa dengan memberikan waktu detensi yang lama (80 hari) dengan konsentrasi substrate tetap konstan, menyediakan stabilitas reaktor yang lebih baik dan kemampuan yang sangat baik, dibanding aklimatisasi reaktor pada waktu detensi yang lama berpasangan dengan penembahan konsentrasi substrat. Pencarian ini dihubungkan dengan akumulasi solid yang lebih baik, perkembangan populasi methanogenik dan recovery lebih cepat pada hidrolic shock pada reaktor yang dijalankan pada waktu tinggal lebih lama.

2.6.5 Jumlah Lumpur

Jumlah lumpur sangat berpengaruh terhadap proses *start-up*. *Start-up* dimulai dengan pembenihan dan berakhir ketika cukupnya kuantitas lumpur aktif yang telah beradaptasi dengan limbah dan bertahan pada reaktor. *Start-up* juga bergantung pada kualitas dan kuantitas dari lumpur *(Haandel, 1994)*. Lumpur sebagai sumber mikroorganisme anaerobik harus memiliki konsentrasi lebih besar dari 3000 mg VSS/l. Volume lumpur yang dimasukkan kedalam reaktor anaerobik harus memenuhi syarat. Ketinggian lumpur yang digunakan pada saat aklimatisasi adalah (10 – 15%) atau 20 %. Sebelum dimasukkan kedalam reaktor, lumpur dioperasikan secara *batch* dahulu sampai timbul gelembung gas yang menunjukkan adanya kehidupan mikroorganisme.

2.7 Analisis Data

Pengolahan data dilakukan secara statistik. Sebagai alat yang berfungsi untuk mengolah suatu data, penjabaran metodologi statistik didasarkan pada tiga hal yakni proses analisis, asumsi bentuk distribusi, dan banyaknya variabel yang dilibatkan.

Metodologi statistik berdasarkan proses analisisnya meliputi analisa deskriptif dan analisis konfirmatif (inferensi) *(Soleh, 2005)*.

2.7.1. Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskriptifkan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya, tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Statistik deskriptif memberikan informasi secara visual dan lebih bersifat subjektif dalam pembuatan analisisnya. Walaupun bersifat subjektif di dalam pengambilan keputusan, analisis deskriptif sering digunakan khususnya dalam memperhatikan prilaku data dan penentuan dugaan – dugaan yang selanjutnya akan diuji dalam analisis inferensi (Soleh, 2005). Berikut ini adalah beberapa rumus yang biasa digunakan dalam statistik deskriptif (Sudjana,2002).

a. Mean / Rataan Sampel ($\bar{x}$)

Rumus yang digunakan adalah:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$$

dimana:

$\bar{x}$ = rata – rata hitung dari sampel

Σx = total jumlah sampel

n = banyaknya sampel

b. Simpangan Baku (s)

Rumus yang digunakan adalah:

$$s = \sqrt{\frac{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}{n(n-1)}}$$

dimana:

s = standart deviasi yang dicari

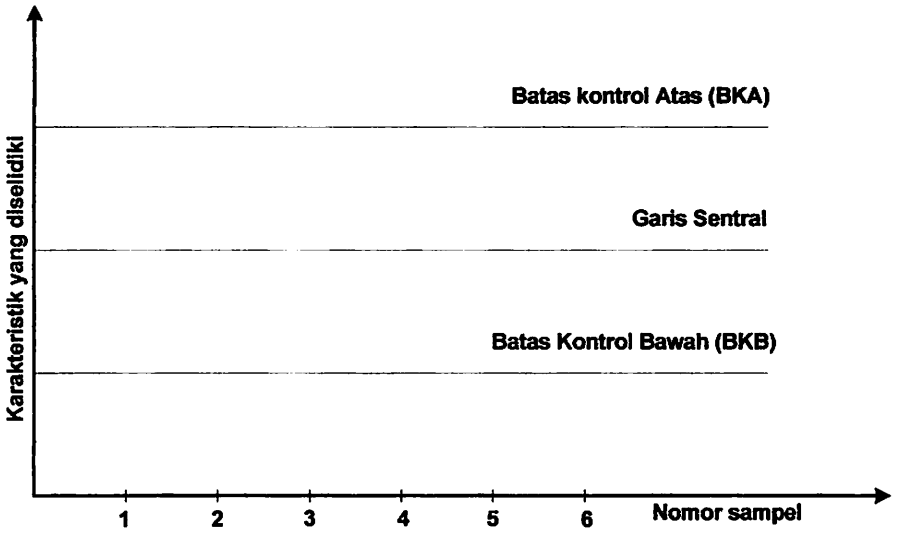
Σx = jumlah semua harga sampel

n = banyaknya sampel

c. Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan data. Pada pengujian keseragaman data ini data akan diuji apakah data yang terkumpul seragam dan selanjutnya mengidentifikasikan data yang ekstrim. Data ekstrim yang dimaksud adalah data yang terlalu besar atau data yang terlalu kecil dan jauh menyimpang dari trend rata – ratanya.

Untuk memudahkan pengujian maka digunakan diagram kontrol *Shewhart* dengan contoh sebagai berikut:



Gambar 2.1 Diagram Kontrol *Shewhart*

Garis sentral melukiskan "nilai baku" yang akan menjadi pangkal perhitungan terjadinya penyimpangan hasil – hasil pengamatan untuk tiap sampel. Garis bawah yang sejajar dengan garis sentral dinamakan batas kontrol bawah (BKB). Ini merupakan penyimpangan paling rendah yang diijinkan dihitung dari "nilai baku". Garis yang menyatakan penyimpangan paling tinggi dari "nilai baku" terdapat sejajar

di atas sentral dan dinamakan batas kontrol atas (BKA). Rumus yang digunakan untuk mengetahui sentral, BKA dan BKB (Sudjana,2002) adalah:

$$sentral = \bar{x}$$

$$BKA = \bar{x} + K\bar{s}$$

$$BKB = \bar{x} - K\bar{s}$$

dimana:

$\bar{x}$ = rata – rata harga sampel

K = Index (tergantung dari tingkat keperyaan yang diambil) untuk kepercayaan 95%, nilai K = 2

$\bar{s}$ = standart deviasi rata – rata

2.7.2. Statistik Inferensi

Statistik inferensi mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis data untuk kemudian sampai pada peramalan atau penarikan kesimpulan (Soleh, 2005). Statistik inferensi dapat memberikan informasi lebih objektif terutama dalam proses pengambilan keputusan yang ditunjang dengan adanya nilai tingkat kesalahan pengukuran. Statistik inferensi selanjutnya akan dijabarkan kembali ke dalam penaksiran titik dan penaksiran selang dari suatu nilai parameter dan juga pengujian hipotesis dari suatu masalah. Beberapa analisa yang terdapat dalam statistik inferensi adalah sebagai berikut.

2.7.2.1. Analisis Korelasi

Untuk mengetahui derajat hubungan antar variabel digunakan analisa korelasi. Ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan, terutama untuk data kuantitatif, dinamakan koefisien korelasi. Koefisien korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk/arah hubungan. Nilai hubungan berada pada selang tertutup (-1,

1). Untuk membaca besarnya derajat keeratan dari hubungan terdapat dua hal yang harus diperhatikan, yakni:

Lihat tanda dari derajat keeratan tersebut, positif atau negatif. Hubungan statistika kedua peubah akan negatif apabila salah satu variabel memiliki hubungan yang bertolak belakang dengan peubah lainnya. Atau dengan kata lain apabila nilai satu peubah membesar maka nilai peubah lainnya mengecil. Sedangkan hubungan statistika kedua peubah akan bernilai positif jika hubungan kedua peubah searah atau dengan kata lain apabila satu peubah membesar nilainya maka peubah lainnya ikut membesar, dan sebaliknya.

Lihat besarnya nilai derajat keeratan. Untuk membaca nilai dari derajat keeratan dapat digunakan klasifikasi hubungan statistika dua peubah menurut ***Guilford*** berikut ini:

Tabel 2.2 Koefisien Korelasi *Guilford*

Nilai Hubungan Statistika dua Peubah	**Keterangan**
< 0,2	Tidak terdapat hubungan antara kedua peubah
Antara 0,2 s/d 0,4	Hubungan kedua peubah lemah
Antara 0,4 s/d 0,7	Hubungan kedua peubah sedang
Antara 0,7 s/d 0,9	Hubungan kedua peubah kuat
Antara 0,9 s/d 1	Hubungan kedua peubah sangat kuat

(Sumber: Soleh, 2005)

Sebagai catatan penting, nilai hubungan statistika dua peubah sama dengan "1" memiliki makna bahwa terdapat hubungan yang sempurna antara kedua peubah. Atau dengan kata lain, nilai suatu peubah dapat dengan tepat/pasti dijelaskan oleh peubah lainnya. Lain halnya dengan nilai statistika dua peubah sama dengan "0" menunjukkan tidak adanya hubungan diantara kedua peubah (Soleh, 2005).

Untuk keperluan perhitungan koefisien korelasi berdasarkan sekumpulan data berukuran n dapat digunakan rumus (Sudjana, 2002) :

$$r = \frac{n\Sigma x_i y - (\Sigma x_i)(\Sigma y_i)}{\sqrt{\{n\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2\}\{n\Sigma y_i^2 - (\Sigma y_i)^2\}}}$$

dimana:

r = koefisien korelasi

x_i = variabel bebas

y_i = variabel terikat

n = jumlah data

2.7.1.2. Analisis Regresi

Analisa regresi adalah suatu analisa untuk menyatakan hubungan fungsional antara variabel – variabel ke dalam bentuk persamaan matematis. Untuk analisis regresi akan dibedakan dua jenis variabel ialah variabel bebas atau variabel prediktor dan variabel tak bebas atau variabel respon. Pembuatan persamaan matematis dimaksudkan untuk membantu peneliti didalam melihat pola atau karakteristik hubungan antara variabel bebas dengan variabel tak bebas/terikat, bahkan biasanya digunakan untuk memprediksikan kondisi masa yang akan datang.

Jika variabel bebas dan variabel terikat yang terlibat dalam penelitian masing – masing hanya satu, maka dinamakan Regresi Linear Sederhana. Kemudian apabila hanya ada satu variabel terikat dan beberapa variabel bebas maka persamaan regresinya disebut Regresi Linear Berganda. Bentuk persamaan regresi secara umum adalah:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + ... + kX_z$$

dimana:

Y = variabel terikat

a = konstanta

b = koefisien regresi

X_1 = variabel bebas

Pada analisa regresi juga diperlukan beberapa pengujian yaitu:

Uji F yang digunakan untuk megetahui apakah persamaan regresi bisa dipakai untuk memprediksi variabel terikat.

Uji t digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien konstanta dan variabel bebas.

2.7.3 Analisa Varian

Pengujian menggunakan analisa varian dalam statistika parametrik diantara kelompok yang saling memiliki perbedaan sebagai akibat adanya perlakuan, dilakukan dengan menggunakan *Analysis of Varian* (ANOVA). Uji ini dilakukan berdasarkan distribusi nilai F. Nilai F diperloleh dari rata – rata jumlah kuadrat *(mean square)* antar kelompok yang dibagi dengan rata – rata jumlah kuadrat dalam kelompok dengan rumus:

$$F = \frac{S_B^{\ 2}}{S_W^{\ 2}}$$

dimana:

$S_B^{\ 2}$ = varians antar kelompok

$S_W^{\ 2}$ = varians dalam kelompok

2.7.4 Generalisasi Dan Kesimpulan Analisis Data

Generalisasi adalah penarikan suatu kesimpulan umum dari suatu analisis penelitian. Generalisasi yang dibuat harus berkaitan dengan teori yang mendasari penelitian yang dilakukan.

Generalisasi ini, dibuat setelah interpretasi data/penemuan yang telah dilakukan. Setelah generalisasi dibuat, selanjutnya dibuatkan kesimpulan-kesimpulan yang lebih khusus (terinci) dari penelitian berdasarkan generalisasi yang telah dibuat (Iqbal,2002 dalam ketut 2005).

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Metodologi penelitian ini dibuat untuk menetapkan langkah ataupun tahap-tahap yang harus dilakukan baik sebelum maupun pada saat penelitian. Dengan tujuan agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan apa yang sudah direncanakan, dan dapat menekan kesalahan seminimal mungkin pada saat penelitian.

Sehingga dari hasil penelitian didapat data yang lebih objektif, yang nantinya data tersebut digunakan dalam proses analisa data dan pembahasan yang dirangkum dalam suatu kesimpulan yang berdasarkan dari keseluruhan penelitian yang dilakukan.

3.2 Varibel Penelitian

3.2.1. Variabel Terikat

1. COD (*Chemical Oxygen Demand*)
2. TSS (*Total Suspended Solid*)

3.2.2. Variabel Bebas

- Waktu detensi (disesuaikan dengan kriteria desain ABR td 3-24 jam)
  td : 6 jam, 12 jam, 18 jam, 24 jam.

3.2.3 Variabel Kontrol

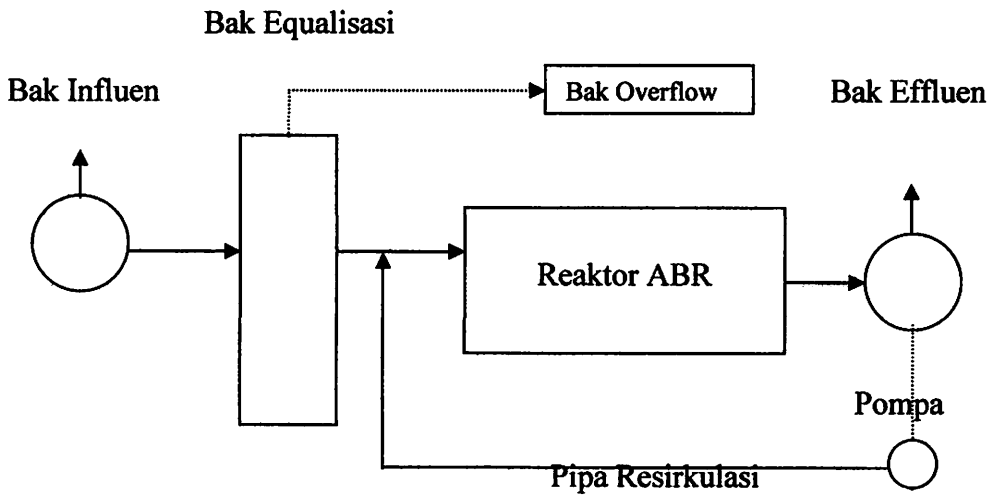
a. pH
b. Bahan organik (PV)
c. Temperatur

3.3 Persiapan Bahan Penelitian

3.3.1 Desain Instalasi Pengolahan

Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini berupa model reaktor pengolahan limbah secara anaerobik skala laboratorium. Reaktor yang digunakan adalah satu unit ABR dengan sistem kontinyu dimana resirkulasi limbah dari

effluent di kembalikan pada bak equalisasi. Instalasinya tersusun seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema Instalasi ABR

Model instalasi ABR yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari enam bagian, yaitu :

1. Bak influent

Sebuah bak yang merupakan tempat penampungan limbah digunakan sebagai tempat limbah sebelum disalurkan ke bak equalisasi.

2. Bak Equalisasi

Bak ini berfungsi untuk mengatur debit influent agar tetap konstan, karena pada saat proses kontinyu dengan resirkulasi dilakukan variasi debit pada influent. Pada bak ini dilengkapi dengan selang pelimpah untuk mempertahankan tinggi muka air pada bak agar tetap.

Dalam bak ini juga terjadi proses sedimentasi dalam bak untuk penyisihan partikel terlarut dengan cara pengendapan.

3. Bak Overflow

Berfungsi mengalirkan kelebihan limbah, mencegah tidak terjadinya luberan air limbah pada bak equalisasi. Dengan memberikan selang pada bagian atas bak equalisasi yang dihubungkan dengan bak overflow. Air luberan akan dikembalikan pada influent dengan menggunakan selang.

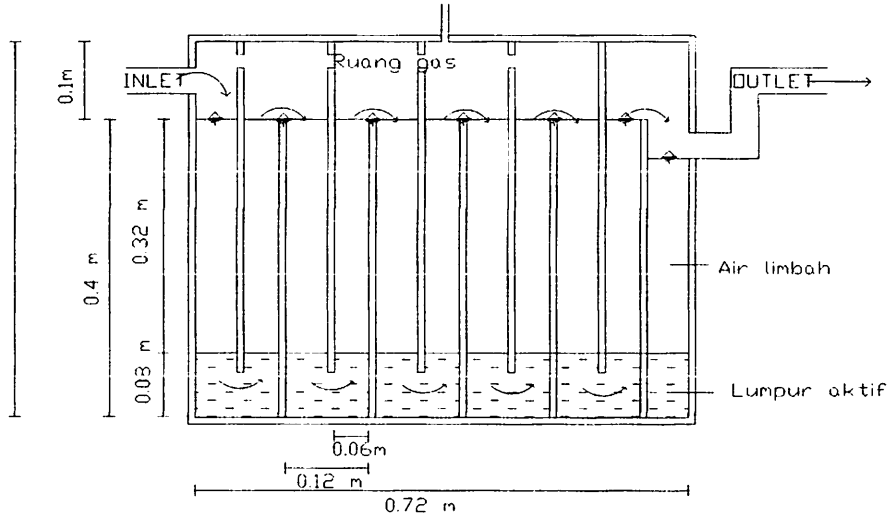
4. Reaktor

Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu unit dan terbagi dalam enam kompartemen. Masing-masing kompartemen dipisahkan oleh sistem baffle, yaitu berupa dinding penyekat dari arah atap dan dasar reaktor. Sebelum air masuk ke kompartemen air melewati bak kontrol untuk menyeimbangkan tekanan air yang masuk ke kompartemen.

Keseluruhan kompartemen memiliki ruang dan volume yang sama. Effluen dari reaktor dialirkan ke bak effluent melalui selang berbentuk U yang berfungsi sebagai siphon agar udara luar tidak langsung masuk ke dalam reaktor hal ini untuk menjaga agar reaktor tetap dalam kondisi anaerobik.

Dimensi reaktor berikut sesuia dengan perencanaan desain pada lampiran :

Panjang total	:	0,72 m
Lebar total	:	0,11 m
Tinggi total	:	0,50 m
Tinggi aktif	:	0,40 m
Volume aktif	:	0,03 m^3



Gambar 3.2. Anaerobic Baffled reactor (ABR)

Tinggi reaktor total adalah tinggi dari supernatant (air limbah) dan tinggi ruang bebas untuk gas, sedangkan tinggi aktif rektor merupakan tinggi total reaktor dikurangi dengan tinggi ruang bebas untuk gas.

5. Perangkap Gas

Gas yang dihasilkan dalam reaktor akan dialirkan melalui selang gas ke bagian dasar dari tabung perangkap gas yang diletakkan di dalam bak berisi air.

6. Resirkulasi

Penambahan aliran resirkulasi mengurangi masalah pada pH rendah yang disebabkan oleh asam organik pada awal reaktor. Dengan stabilnya asam organik yang dikembalikan pada sistem. Kondisi ini membuat tahap asetogenik seimbang dengan tahap methanogenik sehingga efisiensinya relatif tinggi. Keuntungan lain dari resirkulasi adalah pengenceran zat toxic dan pengurangan substrat penghambat dalam influent (Bachmann et al., 1983 dalam Barber and Stuckey, 1999). Pada proses kontinyu dengan resirkulasi digunakan variasi influent dengan ratio 50 : 50 antara limbah baru dengan limbah resirkulasi dimana debit influent sama untuk kedua proses yaitu 0,003 m^3/jam.

3.3.2 Sampel yang Digunakan

- Limbah cair pabrik tahu
- Lumpur limbah di PD RPH Malang (lumpur aktif)

3.4. Cara Kerja

3.4.1. Pengambilan Sampel

Sampel diambil dari limbah cair industri Tahu Sukun jalan S.Supriadi no.72

3.4.2. Analisis Pendahuluan

Analisa pendahuluan berfungsi untuk mendapatkan gambaran awal mengenai sampel sebelum di laksanakan penelitian.

3.4.3. Pelaksanaan Percobaan

3.4.3.1.Tahap Pembenihan (seeding)

Pembenihan dilakukan untuk memperoleh sejumlah mikroorganisme yang akan berperan dalam penguraian senyawa organik dalam reaktor anaerobik. Pembenihan dilakukan langsung pada reaktor dari model yang dibuat. Bibit mikroorganisme diperoleh dari lumpur kotoran sapi yang diambil dari PD RPH Malang. Pembenihan merupakan proses yang dilakukan untuk memperoleh

sejumlah mikroorganisme aktif yang dapat berperan dalam penguraian senyawa organik dalam reaktor anaerobik.

Lumpur limbah pada IPAL PD RPH digunakan dengan alasan ingin memanfaatkan limbah yang dihasilkan oleh dan banyaknya populasi bakteri anaerobik yang terbentuk. Populasi mikroorganisme yang besar sangat berperan dalam proses aklimatisasi, dengan demikian proses aklimatisasi diharapkan tidak memakan waktu lama. Berdasarkan analisa laboratorium, lumpur yang digunakan dalam penelitian ini memiliki konsentrasi VSS sebesar 37984,12 mg/l. Konsentrasi VSS yang besar menunjukkan besarnya populasi bakteri dalam lumpur sebagai sumber mikroorganisme, lumpur yang digunakan untuk mengolah air limbah secara anaerobik harus memiliki konsentrasi VSS lebih besar dari 3000 mg.VSS/l (Hermana,2000). Jumlah mikroorganisme yang besar menunjukkan pembenihan yang dilakukan telah berhasil dan lumpur telah siap untuk menerima beban air limbah. Selain itu, pembenihan yang dilakukan dengan kondisi *batch* selesai bila timbulnya gas yang menunjukkan adanya bakteri anaerobik.

3.4.3.2. Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukan kestabilan atau ketika kuantitas lumpur aktif telah beradaptasi dan mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah secara konstan.

Volume lumpur yang dimasukkan dalam reaktor sebesar 20% dari volume efektif reaktor. Karena menurut pendapat Souza, (1986) volume lumpur yang digunakan untuk aklimatisasi adalah 10% – 25 %, sedangkan sisanya diisi dengan air limbah cair tahu. Campuran ini didiamkan secara *batch* selama dua hari. Pengoperasian secara kontinyu dilakukan pada hari ketiga atau timbulnya gas pada reaktor. Bakteri anaerobik memiliki pertumbuhan yang lambat, pengoperasian secara *batch* bertujuan untuk mempercepat pengkondisian mikroorganisme terhadap penguraian bahan organik limbah cair industri tahu.

Analisa terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraiaan bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran

Permanganat value (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi *steady state* dicapai. Kondisi *steady state* merupakan suatu kondisi dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorgasnisme mendekati harga yang stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah *steady state*.

Analisa Permanganat value (PV) dilakukan tiap hari pada effluent air limbah tiap reaktor, dan tiap reaktor memiliki debit air limbah yang sama pada tahap aklimatisasi ini yaitu 3.10^{-3} m^3/jam.

3.5 Kondisi Operasional

Prosedur pengoprasian ini dilakukan setelah reaktor dalam kondisi *steady-state*, yaitu tahap *seeding dan aklimatisasi* selesai.

Adapun cara pengoperasian reaktor ABR secara kontinyu dengan varian resirkulasi adalah sebagai berikut :

a. Pengaturan terhadap sampel yang akan digunakan yaitu mengatur pH influen (pH dikontrol 6,5-8).
b. Memasukan larutan sampel ke dalam bak influen dan dilanjutkan dengan pengaturan debit aliran air (sebanyak 3.10^{-3} m^3/jam) berdasarkan waktu detensi yang diinginkan.
c. Pengukuran terhadap suhu, pH dan PV
d. Ulang perlakuan a-c sampai *steady state* (tahap aklimatisasi) selesai.
e. Pengukuran parameter utama (COD, TSS)
f. Diulang untuk variasi lainnya

Perlakuan resirkulasi pada ABR :

g. Mengalirkan effluen air limbah kembali ke influen
h. Mengatur debit reskulasi sesuai dengan perbandingan yang diinginkan yaitu1,5.10^{-3} m^3 /jam limbah murni, 1,5.10^{-3} m^3/jam air limbah resirkulasi.
i. Pengukuran terhadap suhu, pH
j. Pengukuran parameter utama (COD, TSS)
k. Mengolah data dalam bentuk tabel dan grafik

3.6 Analisis Akhir Parameter

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah konsentrasi COD, TSS, PV, pH, suhu. Pengukuran dilakukan dengan metode analisa :

- ◊ Chemical Oxygen Demand (COD)

  Pemeriksaan COD didasarkan pada jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang dalam ada dalam air limbah. Zat akan dioksidasi oleh K_2CrO_7 (kalium dikromat) dlam suasana asam pada suhu 150^0 C selama 2 jam.

- ◊ Permanganat Value (PV)

  Pemeriksaan PV merupakan salah satu cara untuk menentukan kadar zat organik dalam air secara kimiawi dengan menggunakan pengoksidasi $KMNO_4$.

- ◊ Total Suspended Solid (TSS)

  Zat padat dalam sampel dipisahkan dengan menggunakan filter kertas atau filter fiber glass (serabut kaca) dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan pada suhu 150^0 C. Maka berat residu sesudah pengeringan adalah Zat Padat Tersuspensi.

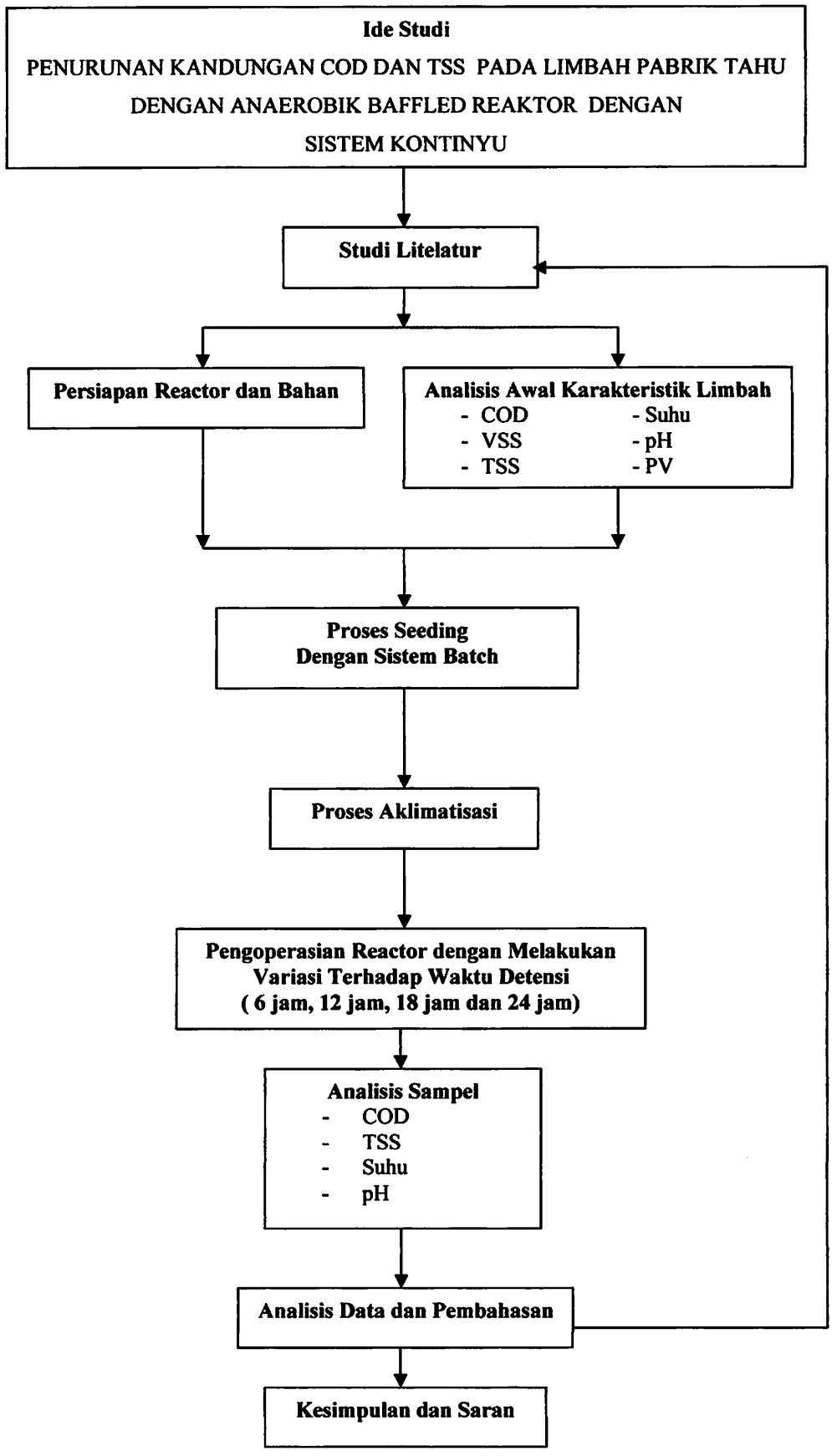
- ◊ pH diukur dengan menggunakan pH meter
- ◊ Temperatur diukur dengan menggunakan termometer.

3.7. Analisis Data

Analisa dan pembahasan didasarkan pada pendekatan secara teoritis mengacu pada literatur dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk mendukung kesimpulan yang dibuat, dilakukan analisa deskriptif yang tujuannya untuk mendapatkan gambaran berdasarkan fakta yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Pada analisa regresi dan korelasi yang bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan waktu detensi terhadap penurunan konsentrasi COD, TSS. Serta menunjukkan ada tidaknya keterkaitan antara suatu variabel dengan variabel lain. Dan keterkaitan faktor waktu detensi dan perlakuan resirkulasi terhadap respon penurunan COD dan TSS.

3.3 Diagram Alir Penelitian



BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

4.1.1 Karakteristik Limbah Cair Tahu Awal

Dalam penelitian ini di lakukan analisa pendahuluan untuk memperoleh data karekteristik air limbah yang akan digunakan sebagai sampel influen ABR. Berdasarkan analisa laboratorium yang dilakukan, diperoleh data karekteristik air limbah tahu sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil analisa awal air limbah tahu

Parameter	Hasil
COD	546,8 mg/l
TSS	1251 mg/l
PV	610,5 mg/l
pH	7.2
Temperatur	27 °C

Sumber : Hasil Penelitian 2007

Berdasarkan analisa awal nilai pH dan suhu air limbah berada pada kisaran untuk pengolahan anaerobik, hal ini berarti kondisi lingkungan atau air limbah sesuai untuk pertumbuhan bakteri anaerobik. Dan nilai COD dan TSS diatas melebihi baku mutu limbah cair yang ditentukan dalam SK. Gubernur Jatim No. 45 Tahun 2002 :

Tabel.4.1.1 Baku Mutu Limbah Cair

Baku Mutu Limbah Cair SK. Gubernur Jatim No. 45 Tahun 2002		
Volume Air Limbah Maksimum per Satuan bahan baku 3,5 m^3/ton berat hidup		
Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)	Beban Maksimum (Kg/ton)
BOD_5	100	0,35
COD	250	0,875
TSS	100	0,35
Minyak dan Lemak	25	0,0875
NH_3-N	25	0,0875
pH	6-9	

Sumber : SK. Gubernur Dati I Jatim No. 45 tahun 2002

4.2 Proses *Seeding* Dan Aklimatisasi

4.2.1 Proses *Seeding*

Pembenihan bertujuan untuk memperoleh sejumlah mikroorganisme aktif yang akan berperan dalam penguraian senyawa organik dalam reaktor anaerobik. Bibit mikroorganisme diperoleh dari endapan lumpur limbah di PD RPH Malang. *Seeding* dilakukan pada reaktor yang dibuat secara *batch*. *Seeding* merupakan proses pembenihan yang dilakukan untuk memperoleh sejumlah mikroorganisme aktif yang dapat berperan dalam penguraian senyawa organic dalam reaktor anaerobik. Endapan lumpur berasal dari kolam lumpur instalasi pengolahan limbah rumah potong hewan dengan alasan banyaknya populasi bekteri anaerobik yang telah terbentuk. Sebelum lumpur dimasukkan dalam reaktor, lumpur dioperasikan dalam kondisi *batch* sampai timbulnya gas yang menunjukkan adanya bakteri anaerobik. Populasi mikroorganisme yang besar sangat berperan dalam proses aklimatisasi, dengan demikian proses aklimatisasi diharapkan tidak membutuhkan waktu yang lama. Berdasarkan analisa laboraturium, lumpur yang digunakan dalam penelitian ini memiliki konsentrasi sebesar 37.984,12 mg VSS/l. Konsentrasi yang besar menunjukkan besarnya populasi bakteri dalam lumpur. Sebagai sumber mikroorganisme, lumpur yang digunakan untuk mengolah air limbah secara anaerobik harus memiliki konsentrasi lebih besar dari 3000 mg VSS/l (Hermana, 2000). Jumlah mikroorganisme yang besar menunjukkan proses *seeding* yang dilakukan telah berhasil dan lumpur telah siap menerima untuk menerima beban organik pada air limbah, volume lumpur yang digunakan untuk proses aklimatisasi adalah 10- 25 % (Souza, 1986). Volume lumpur dimasukkan dalam reaktor sebesar 20 % dari volume efektif reactor.

4.2.2 Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi

Proses aklimatisasi merupakan proses adaptasi sejumlah bakteri aktif yang diperoleh dari proses *seeding* dengan air limbah yang digunakan pada reaktor sampai menunjukkan kestabilan. Diawali dengan melakukan pembenihan dan berakhir ketika kuantitas lumpur aktif telah beradaptasi dan mampu menguraikan bahan organik

dalam air limbah secara konstan. Volume lumpur yang dimasukkan ke dalam reaktor sebesar 20 % dair volume efektif reaktor, sedangkan sisanya diisi dengan air limbah. Kemudian didiamkan secara batch selama dua hari, pengoperasian secara kontinyu dilakukan pada hari ketiga (Rusmianto, 1999). Bakteri anaerobik memiliki pertumbuhan yang lambat, pengoperasian secara *batch* bertujuan untuk mempercepat pengkondisian mikroorganisme terhadap penguraian bahan organik limbah.

Pengoperasian secara kontinyu merupakan proses start-up untuk mencapai tahap aklimatisasi. Analisa terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraian bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran PV selama proses aklimatisasi sampai kondisi *steady-state* tercapai. Dari hasil pengukuran PV akan diperoleh efisiensi penguraian bahan organik.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir kandungan organik proses aklimatisasi pada reaktor dapat dilihat pada tabel 4.2:

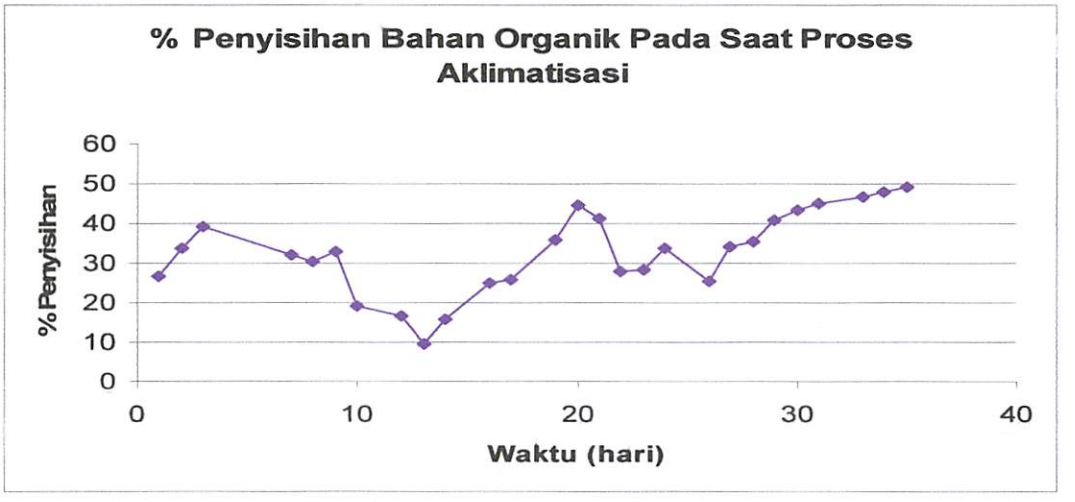
Tabel. 4.2. Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi

Hari ke	Tanggal	Temperatur (°C)	pH	Bahan Organik Influent (mg/l)	Bahan Organik Effluent (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	% Penyisihan Bahan Organik (%)
1	27-des	27	7.36	585,15	429.85	155,3	26,54
2	28-des	26	7.37	585,15	386,57	198,58	33,93
3	29-des	26	7.32	585,15	355,13	31,44	39,32
7	2-jan	24	7.29	616,31	418,82	197,49	32,04
8	3-jan	23	7.33	616,31	429,31	187	30.34
9	4-jan	24	7.29	616,31	412,94	203.37	32,99
10	5-jan	26	7.37	589.66	476,04	113	19.16
12	7-jan	24	7.40	589.66	490,96	98,69	16,73
13	8-jan	24	7.44	592.43	535,05	57,38	9,68
14	9-jan	24	7.40	592.43	499,41	93,01	15,70
16	11-jan	25	7.29	592.43	444,97	147,45	24,88
17	12-jan	25	7.25	592.43	440,03	152,39	25,72
19	14-jan	23	7.19	603.19	386,51	216,68	35,92
20	15-jan	24	7.20	603.19	333,04	270,15	44,78
21	16-jan	24	7.18	603.19	355,04	248,15	41,13
22	17-jan	24	7.15	606,39	437,06	169,32	27,92
23	18-jan	24	7.16	606,39	435,72	170,67	28,14
24	19-jan	25	7.15	606,39	400,85	205,53	33,89
26	21-jan	24	7.19	588,56	438,72	149,84	25,54
27	22-jan	24	7.20	588,56	387,65	200,91	34,13
28	23-jan	23	7.18	588,56	380,75	207,77	35,30
29	24-jan	23	7.15	596,83	354,04	242,79	40,67

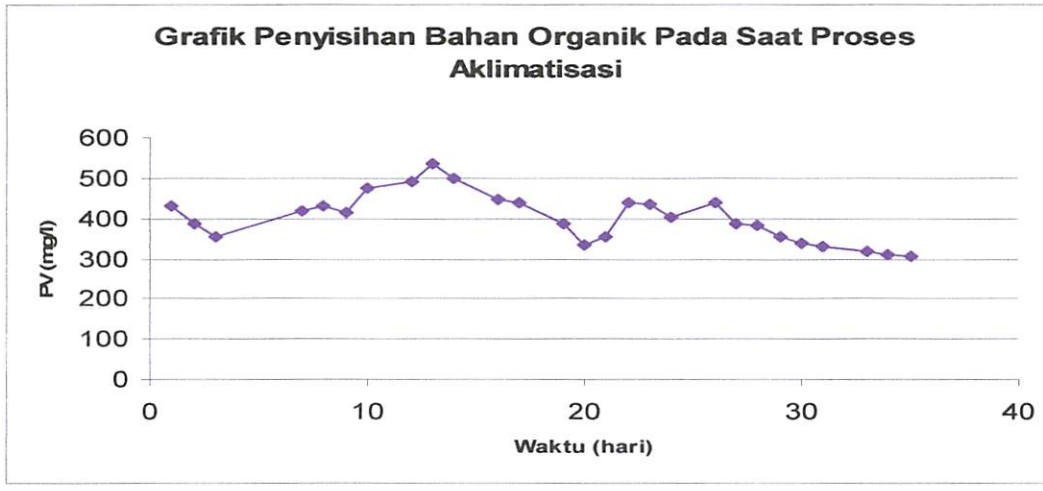
30	25-jan	24	7.16	596,83	337,44	259,38	43,46
31	26-jan	25	7.15	596,83	328,80	268,02	44,90
33	28-jan	25	7.15	596,53	318,47	278,05	46,61
34	29-jan	23	7.14	596,53	311,90	284,62	47,71
35	30-jan	24	7.14	596,53	304,21	292,32	49,03

Sumber : Hasil Penelitian 2007-2008

Berdasarkan tabel 4.2. penyisihan bahan organik pada saat aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Untuk penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke 13 sebesar 535,05 mg/l dimana influent sebesar 592,43 mg/l dengan % penyisihan bahan organik 9,68 %. Sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke 35 sebesar 304,21 mg/l dimana influent sebesar 596,53 mg/l dengan % penyisihan 49,03 %. Untuk penyisihan bahan orgnaik dengan fluktuasi dibawah 10 % terjadi pada hari ke 29 sampai hari ke 35 sebesar 40,67 % - 49,03 % dengan konsentrasi bahan organik sebesar 354,04 mg/l – 304,21 mg/l, pada tahap ini dapat dikatakan kondisi *steady state* sudah tercapai dan efisiensi penurunan bahan organik relatif lebih konstan dengan influent yang berfluktuatif. Dari data tabel 4.2 dapat diplotkan grafik penyisihan bahan organik pada saat proses aklimatisasi, dapat dilihat pada gambar grafik 4.1 :



Gambar 4.1 % Penyisihan bahan organik pada saat proses aklimatisasi



Gambar 4.2 Kandungan bahan organik pada saat akhir proses aklimatisasi

Berdasarkan dari data tabel 4.2 terlihat telah terjadi fluktuasi peningkatan dan penurunan bahan organik pada reaktor. Dan pada hari ke 29 – 35 telah menunjukkan penurunan konsentrasi bahan organik dibawah 10 % atau pada tahap ini kondisi *steady state* telah tercapai.

Proses aklimatisasi membutuhkan proses yang cukup lama, karena massa bakteri yang harus dikembangkan dan beradaptasi dengan karakteristik dengan air limbah. Efisiensi penyisihan bahan organik yang fluktuatif saat aklimatisasi menunjukkan belum cukupnya populasi bakteri yang tersedia untuk mengubah bahan organik limbah menjadi produksi akhir (gas methan), serta belum mampunya mikroorganisme untuk beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor (Prabowo, 2000). Pada proses anaerobik hanya sebagian kecil dari bahan organik yang ada dibentuk menjadi sel baru, sedangkan sebagian besar akan digunakan bakteri sebagai sumber energi. Peningkatan konsentrasi bahan organik pada tahap aklimatisasi juga dikarenakan terjadinya kematian mikroorganisme yang tidak mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada. Menurut pendapat Grady dan Lim, (1980) pada saat mikroorganisme mati, mereka akan mengeluarkan isi selnya ke media tempat mereka hidup, isi sel ini yang dapat terukur sebagai bahan organik.

Nilai yang stabil pada penyisihan bahan organik menunjukkan telah terbentuknya bakteri aktif yang mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah. Kegiatan ini dilakukan sampai kondisi *steady state* dicapai, yaitu apabila kemampuan pengolahan sistem mempunyai nilai effluent yang relatif konstan. Hal ini ditunjukkan melalui pengukuran kandungan bahan organik selama proses aklimatisasi pada effluen sampai diperoleh angka pengolahan yang konstan dengan fluktuasi penguraian yang konstan yaitu kurang dari 10 %. Selain itu selama proses pengolahan tidak mengalami perubahan pH yang besar, hal ini dikarenakan senyawa alkali dalam air limbah cukup tersedia untuk menjaga kondisi reaktor pada rentang pH pengolahan antara 6,5 – 7,5 dengan temperatur 25 – 40 ° C.

Kondisi *steady state* pada pengoperasian ini dicapai pada waktu yang relatif cepat. Hal ini berbeda dengan proses biologi pada umumnya dimana untuk proses *start-up* (*seeding* dan aklimatisasi) memerlukan waktu yang relatif lama. Hal ini dikarenakan lambatnya kecepatan pertumbuhan dari bakteri anaerobik itu sendiri pada saat proese *seeding* dan aklimatisasi. Pencapaian kondisi ini disebabkan oleh adannya keterbatasan waktu pada saat penelitian dan juga beberapa hal lainnya adalah sebagai berikut :

- Besarnya jumlah bakteri pada lumpur aktif yang diperoleh pada *seeding*. Dengan demikian jumlah mikroorganisme yang tersedia telah cukup banyak. Ketersediaan bakteri dalam jumlah yang cukup akan mempercepat penyisihan bahan organik yang dibebankan, dimana lumpur yang digunakan untuk mengolah air limbah secara anaerobik harus memiliki konsentrasi lebih besar dari 3000 mg VSS/l (Prabowo, 2000). Berdasarkan analisa laboraturium lumpur yang sudah mengalami proses *seeding* selama 3 minggu lebih dengan menggunakan lumpur limbah RPH, memiliki konsentrasi sebesar 37984,12 mg VSS/l.
- Kecepatan pada reaktor yang rendah memberikan pergerakan yang cukup bagi bahan organik untuk melewati sejumlah mikroorganisme sehingga transfer massa menjadi lebih efektif (Barber, 1999). Kecepatan keatas dari aliran air limbah (V_{up}) dari ABR, tidak boleh lebih dari 2 m/jam (yang merupakan batas

maksimum dari perencanaan). Pada perencanaan desain dimana kecepatan naik (V_{up}) yang diperoleh dari hasil perhitungan desain sebesar 0,6 m/jam pada tiap kompartemen.

- Kondisi lingkungan yang mendukung, hal ini ditandai dengan kestabilan nilai pH tidak terjadi perubahan yang signifikan. Dimana pH tetap kontrol sebesar 6,5-7,5. Kestabilan nilai pH pada saat proses aklimatisasi ini berkisar antara 7,14-7,44. Nilai pH yang didapat pada saat proses aklimatisasi masih berada pada rentang pH tetap kontrol.
- Perlakuan awal dimana dilakukan pengoperasian secara *batch* selama dua hari pada awal pembebanan air limbah. Hal ini akan memberikan cukup waktu bagi bakteri untuk beradaptasi sesuai dengan beban air limbah yang diberikan (Rusimamto, 1999)

Dari penelitian yang telah dilakukan dan dari beberapa hasil penelitian sebelumnya Prabowo (2000) dan Putu Widyanto (2006) dengan menggunakan reaktor ABR menunjukkan bahwa tahap aklimatisasi untuk pengolahan dengan proses anaerobik selesai dilakukan bila selisih efisiensi penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 %. Dimana pada hari ke 29 – 35 telah menunjukkan penurunan konsentrasi bahan organik dibawah 10 % dengan fluktuasi % penyisihan bahan organik dari 40,67 % - 49,03 %.

4.2.3 Fluktuasi Influent

Dari data penelitian yang terlampir pada tabel 4.2 tabel penyisihan bahan organik pada saat proses aklimatisasi menunjukkan bahwa konsentrasi influent yang berfluktuasi, hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, antara lain :

- Penelitian yang dilakukan menggunakan limbah asli yang telah mengalami pengendapan tanpa adanya pengenceran.
- Pengambilan sampel limbah secara langsung dari proses penyaringan setelah melewati proses perebusan tanpa mengalami pengolahan pada unit pengolahan limbah.

4.3 Analisa *Chemical Oxygen Demand* (COD)

4.3.1 Analisa Deskriptif

Dari hasil analisa dapat diketahui bahwa % penyisihan COD meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu detensi. Hasil perhitungan persen penyisihan COD dengan rumus 4.1 dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Persen Penyisihan COD

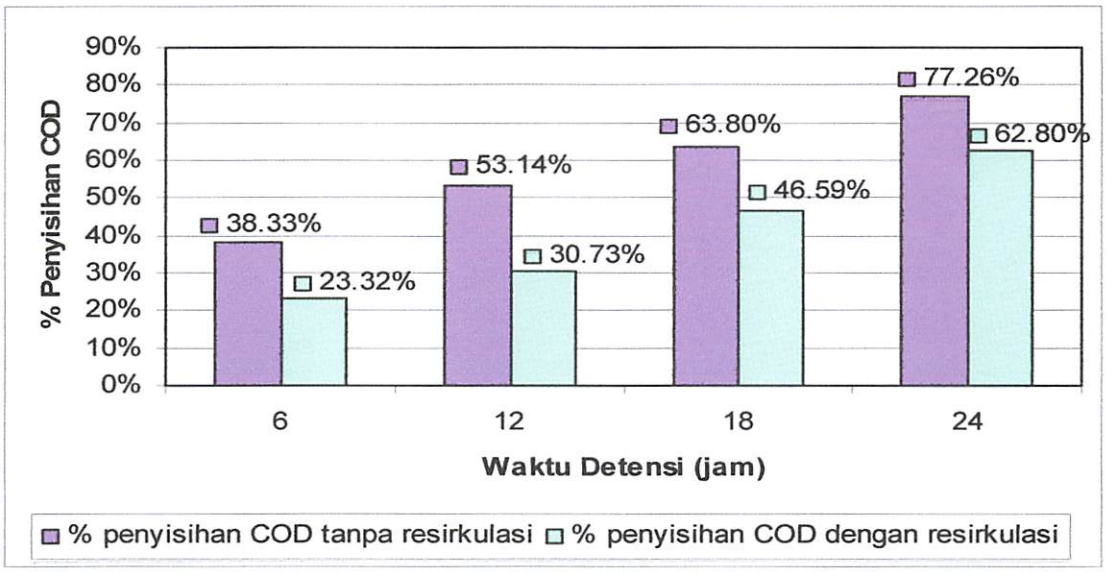
Waktu detensi	Konsentrasi COD tanpa resirkulasi		Penyisihan COD tanpa resirkulasi	
(jam)	Influent (mg/l)	Effluent (mg/l)	mg/l	%
6	546.8	337.20	209.6	38.33
12	573.2	268.59	304.61	53,14
18	559.4	202.48	356.92	63,80
24	568.4	129.21	439.19	77,26
Waktu detensi	Konsentrasi COD dengan resirkulasi		Penyisihan COD dengan resirkulasi	
(jam)	Influent (mg/l)	Effluent (mg/l)	mg/l	%
6	594.2	455.59	138.61	23.32
12	547.9	379.48	168.42	30,73
18	575.4	307.27	268.13	46,59
24	589.2	219.16	370.04	62.80

Sumber : Hasil Perhitungan

Rumus yang digunakan untuk menghitung % Penyisihan COD :

$$\% \text{ Penyisihan COD} = \frac{COD\inf luent - CODeffluent}{COD\inf luent} \times 100\% \quad \text{.....4.1}$$

Pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa persen penyisihan COD proses kontinyu terendah terjadi pada waktu detensi (td) 6 jam sebesar 38,33 % dan tertinggi pada td 24 jam sebesar 77,26%. Hal yang sama terjadi pada persen penyisihan COD proses resirkulasi terendah terdapat pada td 6 jam 23,32 % dan tertinggi terjadi pada td 24 jam 62,80 %.



Gambar 4.3 Diagram Hubungan Waktu Detensi Terhadap Persen Penyisihan COD

4.3.2 Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu detensi terhadap % penurunan COD, maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji ANOVA ONE-WAY.

- Hasil uji ANOVA Persen Penyisihan COD Proses Kontinyu dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Uji Anova Persen Penyisihan COD Proses Kontinyu

One-way ANOVA: td, % penyisihan COD

```
Analysis of Variance
Source      DF        SS        MS        F        P
Factor       1     11161     11161    82.25    0.000
Error       22      2985       136
Total       23     14146
                                     Individual 95% CIs For Mean
                                     Based on Pooled StDev
Level        N      Mean     StDev   -----+---------+---------+---------+-
td          12     15.00      7.01   (---*----)
% penyis    12     58.13     14.91                             (---*----)
                                     -----+---------+---------+---------+-
Pooled StDev =     11.65                 16        32        48        64
```

Hipotesa hasil uji ANOVA :

- H_0 = Ke-12 perlakuan adalah identik
- H_1 = Ke-12 perlakuan adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

Berdasarkan pada perbandingan F hitung dengan F tabel

- Jika statistik hitung (angka F *output*) > statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F *output*) < statistik tabel (tabel F), H_0 diterima.

Keputusan

Terlihat bahwa F hitung dari *output* adalah 82,25. Jika dilihat F hitung didapat angka 3,8 maka pada tabel F adalah 8,84 dengan α toleransi 5%. Karena nilai F hitung *output* lebih besar dari pada nilai F tabel, maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke-12 perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Kesimpulannya adalah bahwa nilai persen penyisihan COD dipengaruhi oleh nilai variasi waktu detensi.

➢ Hasil uji ANOVA Persen penyisihan COD proses tanpa kontinyu karena pengaruh pH dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Uji Anova Persen Penyisihan COD Proses tanpa resirkulasi

One-way ANOVA: pH proses tanpa resirkulasi, % penyisihan COD

```
Analysis of Variance
Source     DF        SS        MS        F        P
Factor      1     15467     15467   139.32    0.000
Error      22      2442       111
Total      23     17909
                                   Individual 95% CIs For Mean
                                   Based on Pooled StDev
Level       N      Mean     StDev  ----------+---------+---------+------
pH prose   12      7.37      0.40   (--*--)
% penyis   12     58.14     14.90                          (--*--)
                                   ----------+---------+---------+------
Pooled StDev =    10.54                     20        40        60
```

Hipotesa hasil uji ANOVA :

- H_0 = Ke-12 perlakuan adalah identik
- H_1 = Ke-12 perlakuan adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

Berdasarkan pada perbandingan F hitung dengan F tabel

- Jika statistik hitung (angka F *output*) > statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F *output*) < statistik tabel (tabel F), H_0 diterima.

Keputusan

Terlihat bahwa F hitung dari *output* adalah 139,32. Jika dilihat F hitung didapat angka 3,8 maka pada tabel F adalah 8,84 dengan α toleransi 5%. Karena nilai F hitung *output* lebih besar dari pada nilai F tabel, maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke-12 perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Kesimpulannya adalah bahwa nilai persen penyisihan COD dipengaruhi oleh nilai pH.

➢ Hasil uji ANOVA Persen Penyisihan COD Proses dengan Resirkulasi dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Uji Anova Persen Penyisihan COD Proses Dengan Resirkulasi

One-way ANOVA: td, % penyisihan COD

```
Analysis of Variance
Source      DF        SS        MS        F        P
Factor       1      4010      4010    26.62    0.000
Error       22      3314       151
Total       23      7324
                                        Individual 95% CIs For Mean
                                        Based on Pooled StDev
Level        N      Mean     StDev     ----+---------+---------+---------+--
td          12     15.00      7.01     (-----*------)
% penyis    12     40.85     15.88                          (-----*-----)
                                        ----+---------+---------+---------+--
Pooled StDev =     12.27                   12        24        36        48
```

Hipotesa hasil uji ANOVA :

- H_0 = Ke-12 perlakuan adalah identik
- H_1 = Ke-12 perlakuan adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

Berdasarkan pada perbandingan F hitung dengan F tabel

- Jika statistik hitung (angka F *output*) > statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F *output*) < statistik tabel (tabel F), H_0 diterima.

Keputusan :

Terlihat bahwa F hitung dari *output* adalah 26,62. Jika dilihat F hitung didapat angka 3,8 maka pada tabel F adalah 8,84 dengan α toleransi 5%. Karena nilai F hitung *output* lebih besar dari pada nilai F tabel, maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke-12 perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Kesimpulannya adalah bahwa nilai persen penyisihan COD dipengaruhi oleh nilai variasi waktu detensi.

- Hasil uji ANOVA Persen penyisihan COD proses tanpa kontinyu karena pengaruh pH dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Uji Anova Persen Penyisihan COD Proses dengan Resirkulasi

One-way ANOVA: pH proses dengan resirkulasi, % penyisihan COD

```
Analysis of Variance
Source      DF        SS        MS        F        P
Factor       1      6656      6656    52.80    0.000
Error       22      2773       126
Total       23      9430

                                     Individual 95% CIs For Mean
                                     Based on Pooled StDev
Level       N      Mean     StDev    ----------+---------+---------+------
pH prose   12      7.55      0.28     (---*----)
% penyis   12     40.85     15.88                          (---*----)
                                     ----------+---------+---------+------
Pooled StDev =    11.23                       15        30        45
```

Hipotesa hasil uji ANOVA :

- H_0 = Ke-12 perlakuan adalah identik
- H_1 = Ke-12 perlakuan adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

Berdasarkan pada perbandingan F hitung dengan F tabel

- Jika statistik hitung (angka F *output*) > statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F *output*) < statistik tabel (tabel F), H_0 diterima.

Keputusan :

Terlihat bahwa F hitung dari *output* adalah 52,80. Jika dilihat F hitung didapat angka 3,8 maka pada tabel F adalah 8,84 dengan α toleransi 5%. Karena nilai F

hitung *output* lebih besar dari pada nilai F tabel, maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke-12 perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Kesimpulannya adalah bahwa nilai persen penyisihan COD dipengaruhi oleh nilai pH.

4.3.3 Analisa Korelasi

Analisa korelasi digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, dalam hal ini hubungan antara persen penyisihan COD dengan perbedaan waktu detensi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel berikut.

- Uji Korelasi Persen Penyisihan COD Proses Kontinyu dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Korelasi Antara Persen Penyisihan COD Proses Kontinyu Dengan Waktu Detensi

Correlations: td, % penyisihan COD

```
Pearson correlation of td and % penyisihan COD = 0.998
P-Value = 0.000
```

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel dapat diketahui dari koefisien korelasinya yaitu :

◊ Besar hubungan antara waktu detensi dengan persen penyisihan COD adalah 0,998. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat kuat karena berada di interval 0,8 – 1,000 (Drs.Yarnest, 2004). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan COD yang dihasilkan akan meningkat. Agar lebih meyakinkan perlu dilakukan uji hipotesis.

Hipotesis hasil uji korelasi :

- H_0 = Tidak ada korelasi antara dua variabel.
- H_1 = Ada korelasi antara dua variabel.

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

Keputusan :

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.6. memperlihatkan bahwa nilai P adalah 0,000. Karena nilai P lebih kecil dari α (α = 0,05), maka H_0 ditolak dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Oleh karena itu, kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil uji hipotesis ini adalah ada korelasi antara variabel waktu detensi dengan persen penyisihan COD, dimana 99,8 % penyisihan COD dipengaruhi oleh waktu detensi.

➢ Uji Korelasi Persen Penyisihan COD Proses Resirkulasi dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.6 Korelasi Antara Persen Penyisihan COD Proses Kontinyu Dengan Waktu Detensi

Correlations: td, % penyisihan COD

```
Pearson correlation of td and % penyisihan COD = 0.988
P-Value = 0.000
```

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel dapat diketahui dari koefisien korelasinya yaitu :

◊ Besar hubungan antara waktu detensi dengan persen penyisihan COD adalah 0,988. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat kuat karena berada di interval 0,8 – 1,000 (Drs.Yarnest, 2003). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan COD yang dihasilkan akan meningkat. Agar lebih meyakinkan perlu dilakukan uji hipotesis.

Hipotesis hasil uji korelasi :

- H_0 = Tidak ada korelasi antara dua variabel.
- H_1 = Ada korelasi antara dua variabel.

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.

- Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

Keputusan :

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.7. memperlihatkan bahwa nilai P adalah 0,000. Karena nilai P lebih kecil dari α (α = 0,05), maka H_0 ditolak dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Oleh karena itu, kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil uji hipotesis ini adalah ada korelasi antara variabel waktu detensi dengan persen penyisihan COD, dimana 98,8 % penyisihan COD dipengaruhi oleh waktu detensi.

4.3.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikasi prediksi dari hubungan/korelasi data. Taksiran parameter model yang digunakan adalah regresi, karena memiliki satu variabel bebas. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 4.8.

➢ Uji Koefisien Regresi Persen Penyisihan COD Proses Kontinyu dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8. Koefisien Regresi Persen Penyisihan COD Proses Kontinyu

Regression Analysis: % penyisihan COD versus td

```
The regression equation is
% penyisihan COD = 26.3 + 2.12 td

Predictor        Coef     SE Coef        T        P
Constant      26.2667      0.6573    39.96    0.000
td            2.12422     0.04000    53.11    0.000

S = 0.9295      R-Sq = 99.6%     R-Sq(adj) = 99.6%
```

1. Persamaan Regresi

$$Y = 26.3 + 2,12X_1 \quad (4.2)$$

Dimana :

Y = % penyisihan COD (%)

X_1 = variasi waktu detensi (jam)

Koefisien regresi sebesar 2,12 untuk variabel waktu detensi (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan 6 jam waktu detensi akan meningkatkan persen penyisihan COD sebesar 2,12 % dengan anggapan variabel lain besarnya relatif lebih konstan.

2. Uji untuk menguji signifikan konstanta dan vaiabel independen.

   Hipotesis :

   H_0 = koefisien regresi tidak signifikan.

   H_1 = koefisien regresi signifikan.

   Pengambilan keputusan :

   - Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai t tabel 1,771 sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.8 adalah 39,96 (konstanta), 53,11 (waktu detensi). Nilai t hitung untuk konstanta dan waktu detensi > dari t tabel, maka koefisien regresi untuk konstanta, waktu detensi signifikan.
   - Berdasarkan probabilitas
     - Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.
     - Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

     Terlihat bahwa pada kolom P (tabel 4.8) adalah 0,000 yang berarti probabilitas jauh di bawah 0,05. dengan demikian, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi waktu detensi benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan penyisihan COD.

Dari hasil analisa regresi juga didapat nilai *R square* sebesar 99,6%, hal ini berarti 99,6% penyisihan COD dapat dijelaskan oleh variasi waktu detensi. Sedangkan sisanya 0,4% dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain yang tidak masuk ke dalam model.

3. Uji F untuk uji kelinieran model regresi

   - Hasil anova untuk analisa regresi persen penyisihan COD proses kontinyu dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Hasil ANOVA Untuk Analisa Regresi Persen Penyisihan COD Proses Kontinyu

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2436.7	2436.7	2820.34	0.000
Residual Error	10	8.6	0.9		
Total	11	2445.3			

H_0 = Y tidak memiliki hubungan linier dengan X_1.

H_1 = Y memiliki hubungan linier dengan X_1.

Pengambilan keputusan berdasarkan nilai F. Dari uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung 2820,34. Dari tabel distribusi F 1,10 didapatkan nilai F tabel 2,228. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel babas) mempunyai hubungan linier atau nilai persen penyisihan COD dengan waktu detensi mempunyai hubungan linier. Nilai Probabilitas 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi nilai persen penyisihan COD.

- Uji koefisien regresi persen penyisihan COD proses resirkulasi dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10. Koefisien Regresi Persen Penyisihan COD Proses Resirkulasi

Regression Analysis: % penyisihan COD versus td

The regression equation is
% penyisihan COD = 7.28 + 2.24 td

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	7.275	1.850	3.93	0.003
td	2.2384	0.1126	19.88	0.000

S = 2.616 R-Sq = 97.5% R-Sq(adj) = 97.3%

1. Persamaan Regresi

$$Y = 7,28 + 2,24X_1 \quad (4.3)$$

Dimana :

Y = % penyisihan COD (%)

X_1 = variasi waktu detensi (jam)

Koefisien regresi sebesar 2,24 untuk variabel waktu detensi (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan 6 jam waktu detensi akan meningkatkan persen penyisihan COD sebesar 2,24 % dengan anggapan variabel lain besarnya relatif lebih konstan.

2. Uji untuk menguji signifikan konstanta dan vaiabel independen.

   Hipotesis :

   H_0 = koefisien regresi tidak signifikan.

   H_1 = koefisien regresi signifikan.

   Pengambilan keputusan :

   - Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai t tabel adalah 1,771, sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.10 adalah 3,93 (konstantan), 19,88 (waktu detensi). Nilai t hitung untuk konstanta danwaktu detensi > dari t tabel, maka koefisien regresi untuk konstanta dan waktu detensi signifikan.
   - Berdasarkan probabilitas
     - Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.
     - Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

     Terlihat bahwa pada kolom P (tabel 4.10) adalah 0,003 yang berarti probabilitas jauh di bawah 0,05. dengan demikian, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi waktu detensi benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan penyisihan COD.

Dari hasil analisa regresi juga didapat nilai *R-square* sebesar 97,5%, hal ini berarti 97,5% penyisihan COD dapat dijelaskan oleh variasi waktu detensi. Sedangkan sisanya 2,5% dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain yang tidak masuk ke dalam model.

3. Uji F untuk uji kelinieran model regresi

   - Hasil anova untuk analisa regresi persen penyisihan COD proses resirkulasi dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Hasil ANOVA Untuk Analisa Regresi Persen Penysihan COD Proses Resirkulasi

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2705.7	2705.7	395.25	0.000
Residual Error	10	68.5	6.8		
Total	11	2774.2			

Hipotesis :

H_0 = Y tidak memiliki hubungan linier dengan X_1.

H_1 = Y memiliki hubungan linier dengan X_1.

Pengambilan keputusan berdasarkan nilai F. Dari uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung 395,25. Dari tabel distribusi F 1,10 didapatkan nilai F tabel 2,228. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel *Y* (variabel terikat) dengan *X* (variabel babas) mempunyai hubungan linier atau nilai persen penyisihan COD dengan waktu detensi mempunyai hubungan linier. Nilai Probabilitas 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi nilai persen penyisihan COD.

4.4 Analisa *Total Suspended Solid* (TSS)

4.4.1 Analisa Deskriptif

Dari hasil analisa dapat diketahui bahwa % penyisihan TSS meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu detensi. Hasil perhitungan persen penyisihan TSS dengan menggunakan rumus 4.4 dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Persen Penyisihan TSS

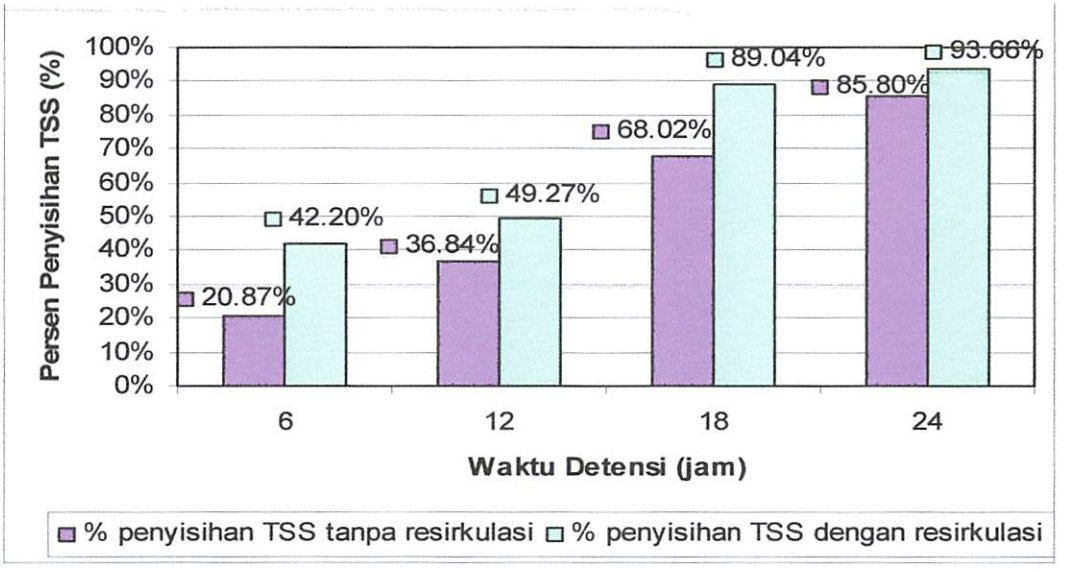
Waktu detensi	Konsentrasi TSS tanpa resirkulasi		Penyisihan TSS tanpa resirkulasi	
(jam)	Influent (mg/l)	Effluent (mg/l)	mg/l	%
6	1251	989.66	261.16	20.87
12	1162	733.9	428.1	36.84
18	1255	401.33	853.67	68.02
24	1279	181.50	1097.5	85.80
Waktu detensi	Konsentrasi TSS dengan resirkulasi		Penyisihan TSS dengan resirkulasi	
(jam)	Influent (mg/l)	Effluent (mg/l)	mg/l	%
6	997.1	576.27	420.83	42.20
12	954.6	484.23	470.37	49.27
18	965.6	105.75	859.85	89.04
24	955.4	60.5	894.9	93.66

Sumber : Hasil Perhitungan

Rumus yang digunakan untuk menghitung % Penyisihan TSS :

$$\% \text{ Penyisihan TSS} = \frac{TSS\inf luent - TSSeffluent}{TSS\inf luent} \times 100\% \quad \text{.....4.4}$$

Pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa persen penyisihan TSS proses kontinyu terendah terjadi pada waktu detensi (td) 6 jam sebesar 20,87 % dan tertinggi pada td 24 jam sebesar 85,80%. Hal yang sama terjadi pada persen penyisihan TSS proses resirkulasi terendah terdapat pada td 6 jam 42,20 % dan tertinggi terjadi pada td 24 jam 93,66 %.



Gambar 4.4 Diagram Hubungan Waktu Detensi Terhadap % Penyisihan TSS

4.4.2 Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu detensi terhadap % penurunan TSS, maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji ANOVA ONE-WAY.

- Hasil uji ANOVA persen penyisihan TSS proses kontinyu dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4.13 Uji Anova Persen Penyisihan TSS Proses Kontinyu

One-way ANOVA: td, % penyisihan TSS

```
Analysis of Variance
Source      DF        SS        MS        F        P
Factor       1      8656      8656    22.68    0.000
Error       22      8398       382
Total       23     17054
                                      Individual 95% CIs For Mean
                                      Based on Pooled StDev
Level        N      Mean     StDev   ---------+---------+---------+-------
td          12     15.00      7.01    (-----*----)
% penyis    12     52.98     26.73                       (----*-----)
                                      ---------+---------+---------+-------
Pooled StDev =     19.54                      20        40        60
```

Hipotesa hasil uji ANOVA :

- H_0 = Ke-12 perlakuan adalah identik
- H_1 = Ke-12 perlakuan adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

Berdasarkan pada perbandingan F hitung dengan F tabel

- Jika statistik hitung (angka F *output*) > statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F *output*) < statistik tabel (tabel F), H_0 diterima.

Keputusan

Terlihat bahwa F hitung dari *output* adalah 22,68. Jika dilihat F hitung 3,8 maka pada tabel F adalah 8,84 dengan α toleransi 5%. Karena nilai F hitung *output* lebih besar dari pada nilai F tabel, maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke-12 perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Kesimpulannya adalah bahwa nilai persen penyisihan TSS dipengaruhi oleh nilai variasi waktu detensi.

➢ Uji ANOVA persen penyisihan TSS proses resirkulasi dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut ini.

Tabel 4.14 Uji Anova Persen Penyisihan TSS Proses Resirkulasi

One-way ANOVA: td, % penyisihan TSS

```
Analysis of Variance
Source     DF        SS        MS        F        P
Factor      1     17199     17199    54.90    0.000
Error      22      6892       313
Total      23     24091
                                   Individual 95% CIs For Mean
                                   Based on Pooled StDev
Level       N      Mean     StDev  ---------+---------+---------+-------
td         12     15.00      7.01   (---*---)
% penyis   12     68.54     24.03                      (---*----)
                                   ---------+---------+---------+-------
Pooled StDev =    17.70                   25        50        75
```

Hipotesa hasil uji ANOVA :

- H_0 = Ke-12 perlakuan adalah identik
- H_1 = Ke-12 perlakuan adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

Berdasarkan pada perbandingan F hitung dengan F tabel

- Jika statistik hitung (angka F *output*) > statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F *output*) < statistik tabel (tabel F), H_0 diterima.

Keputusan :

Terlihat bahwa F hitung dari *output* adalah 54,90. Jika dilihat F hitung 3,8 maka pada tabel F adalah 8,84 dengan α toleransi 5%. Karena nilai F hitung *output* lebih besar dari pada nilai F tabel, maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke-12 perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Kesimpulannya adalah bahwa nilai persen penyisihan TSS dipengaruhi oleh nilai variasi waktu detensi.

4.4.3 Analisa Korelasi

Analisa korelasi digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, dalam hal ini hubungan antara persen penyisihan TSS dengan perbedaan waktu detensi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel berikut.

- Uji korelasi persen penyisihan TSS proses kontinyu dapat dilihat pada tabel 4.15 diwah ini.

Tabel 4.15 Korelasi Antara Persen Penyisihan TSS Proses Kontinyu Dengan Waktu Detensi

Correlations: td, % penyisihan TSS

```
Pearson correlation of td and % penyisihan TSS = 0.992
P-Value = 0.000
```

Tabel 4.15 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel dapat diketahui dari koefisien korelasinya yaitu :

- Besar hubungan antara waktu detensi dengan persen penyisihan TSS adalah 0,992. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat kuat

karena berada di interval 0,8 – 1,000 (Drs.Yarnest, 2003). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai posotif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan meningkat. Agar lebih meyakinkan perlu dilakukan uji hipotesis.

Hipotesis hasil uji korelasi :

- H_0 = Tidak ada korelasi antara dua variabel.
- H_1 = Ada korelasi antara dua variabel.

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

Keputusan :

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.15. memperlihatkan bahwa nilai P adalah 0,000. Karena nilai P lebih kecil dari α (α = 0,05), maka H_0 ditolak dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Oleh karena itu, kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil uji hipotesis ini adalah ada korelasi antara variabel waktu detensi dengan persen penyisihan TSS, dimana 99,2 % penyisihan TSS dipengaruhi oleh waktu detensi.

➢ Uji korelasi persen penyisihan TSS proses resirkulasi dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 Korelasi Antara Persen Penyisihan TSS Proses Resirkulasi Dengan Waktu Detensi

Correlations: td, % penyisihan TSS

```
Pearson correlation of td and % penyisihan TSS = 0.944
P-Value = 0.000
```

Tabel 4.16 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel dapat diketahui dari koefisien korelasinya yaitu :

➢ Besar hubungan antara waktu detensi dengan persen penyisihan TSS adalah 0,944. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat kuat karena berada di interval 0,8 – 1,000 (Drs.Yarnest, 2003). Hubungan kedua

variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan meningkat. Agar lebih meyakinkan perlu dilakukan uji hipotesis.

Hipotesis hasil uji kolerasi :

- H_0 = Tidak ada korelasi antara dua variabel.
- H_1 = Ada korelasi antara dua variabel.

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

Keputusan :

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.16. memperlihatkan bahwa nilai P adalah 0,000. Karena nilai P lebih kecil dari α (α = 0,05), maka H_0 ditolak dan menerima hipotesis alternatif (H_1). Oleh karena itu, kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil uji hipotesis ini adalah ada korelasi antara variabel waktu detensi dengan persen penyisihan TSS, dimana 94,4 % penyisihan TSS dipengaruhi oleh waktu detensi.

4.4.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikasi prediksi dari hubungan/korelasi data. Taksiran parameter model yang digunakan adalah regresi, karena memiliki satu variabel bebas. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 4.17.

- Uji koefisien regresi persen penyisihan TSS proses kontinyu dapat dilihat pada tabel 4.17 dibawah ini.

Tabel 4.17. Koefisien Regresi Persen Penyisihan TSS Proses Kontinyu

Regression Analysis: % penyisihan TSS versus td

The regression equation is
% penyisihan TSS = 3.79 + 3.78 td

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3.790	2.476	1.93	0.001
td	3.784	0.150	25.12	0.000

S = 3.501 R-Sq = 98.4% R-Sq(adj) = 98.3%

1. Persamaan Regresi

$$Y = 3,79 + 3,78X_1 \quad (4.5)$$

Dimana :

Y = % penyisihan TSS (%)

X_1 = variasi waktu detensi (jam)

Koefisien regresi sebesar 3,78 untuk variabel waktu detensi (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan 6 jam waktu detensi akan meningkatkan persen penyisihan TSS sebesar 3,78 % dengan anggapan variabel lain besarnya relatif lebih konstan.

2. Uji untuk menguji signifikan konstanta dan vaiabel independen.

Hipotesis :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan.

H_1 = koefisien regresi signifikan.

Pengambilan keputusan :

- Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai t tabel adalah 1,771, sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.17 adalah 1,93 (konstanta), 25,12 untuk (waktu detensi). Nilai t hitung untuk konstanta dan waktu detensi > dari t tabel, maka koefisien regresi untuk konstanta, waktu detensi signifikan.
- Berdasarkan probabilitas
  - Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.
  - Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

  Terlihat bahwa pada kolom P (tabel 4.17) adalah 0,001 yang berarti probabilitas jauh di bawah 0,05. dengan demikian, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi waktu detensi benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan penyisihan TSS.

Dari hasil analisa regresi juga didapat nilai *R square* sebesar 98,4%, hal ini berarti 98,4% penyisihan TSS dapat dijelaskan oleh variasi waktu detensi. Sedangkan

sisanya 1,6% dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain yang tidak masuk ke dalam model.

3. Uji F untuk uji kelinieran model regresi
   - Hasil anova untuk analisa regresi persen penyisihan TSS proses kontinyu dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18. Hasil ANOVA Untuk Analisa Regresi Persen Penyisihan TSS Proses Kontinyu

```
Analysis of Variance

Source            DF        SS        MS        F        P
Regression         1    7735.5    7735.5   631.08    0.000
Residual Error    10     122.6      12.3
Total             11    7858
```

Hipotesis :

H_0 = Y tidak memiliki hubungan linier dengan X_1.

H_1 = Y memiliki hubungan linier dengan X_1.

Pengambilan keputusan berdasarkan nilai F. Dari uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung 631,08. Dari tabel distribusi F 1,10 didapatkan nilai F tabel 2,228. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel *Y* (variabel terikat) dengan *X* (variabel babas) mempunyai hubungan linier atau nilai persen penyisihan TSS dengan waktu detensi mempunyai hubungan linier. Nilai Probabilitas 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi nilai persen penyisihan TSS.

- Hasil uji analisa koefisien regresi persen penyisihan TSS proses resirkulasi dapat diketahui pada tabel 4.19 berikut ini.

Tabel 4.19. Koefisien Regresi Persen Penyisihan TSS Proses Resirkulasi

Regression Analysis: % penyisihan TSS versus td

```
The regression equation is
% penyisihan TSS = 20.0 + 3.24 td

Predictor        Coef     SE Coef        T        P
Constant       19.990       5.896     3.39    0.007
td             3.2366      0.3588     9.02    0.000

S = 8.338       R-Sq = 89.1%     R-Sq(adj) = 88.0%
```

$Y = 20,0 + 3,24X_1$.....(4.6)

Dimana :

Y = % penyisihan TSS (%)

X_1 = variasi waktu detensi (jam)

Koefisien regresi sebesar 3,24 untuk variabel waktu detensi (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan 6 jam waktu detensi akan meningkatkan persen penyisihan TSS sebesar 3,24 % dengan anggapan variabel lain besarnya relatif lebih konstan.

2. Uji untuk menguji signifikan konstanta dan vaiabel independent.

Hipotesis :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan.

H_1 = koefisien regresi signifikan.

Pengambilan keputusan :

- Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai t tabel adalah 1,771, sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.19 adalah 3,39 (konstantan), 9,02 (waktu detensi). Nilai t hitung untuk konstanta, waktu detensi > dari t tabel, maka koefisien regresi untuk konstanta, waktu detensi signifikan.
- Berdasarkan probabilitas
  - Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.
  - Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak.

  Terlihat bahwa pada kolom P (tabel 4.19) adalah 0,007 yang berarti probabilitas jauh di bawah 0,05. dengan demikian, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi waktu detensi benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan penyisihan TSS.

Dari hasil analisa regresi juga didapat nilai *R-square* sebesar 89,1%, hal ini berarti 89,1% penyisihan TSS dapat dijelaskan oleh variasi waktu detensi. Sedangkan

sisanya 10,9% dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain yang tidak masuk ke dalam model.

3. Uji F untuk uji kelinieran model regresi
   - Hasil anova untuk analisa regresi persen penyisihan TSS proses resirkulasi dapat dilihat pada tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.20. Hasil ANOVA Untuk Analisa Regresi Persen Penysihan TSS Proses Resirkulasi

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	5656.9	5656.9	81.37	0.000
Residual Error	10	695.2	69.5		
Total	11	6352.1			

Hipotesis :

H_0 = Y tidak memiliki hubungan linier dengan X_1.

H_1 = Y memiliki hubungan linier dengan X_1.

Pengambilan keputusan berdasarkan nilai F. Dari uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung 81,37. Dari tabel distribusi F 1,10 didapatkan nilai F tabel 2,228. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel *Y* (variabel terikat) dengan *X* (variabel babas) mempunyai hubungan linier atau nilai persen penyisihan TSS dengan waktu detensi mempunyai hubungan linier. Nilai Probabilitas 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi nilai persen penyisihan TSS.

4.5 Pembahasan Penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Pada penyisihan COD cenderung meningkat sesuai dengan penambahan waktu detensi, dimana hal ini dapat dilihat pada tabel 4.21 berikut.

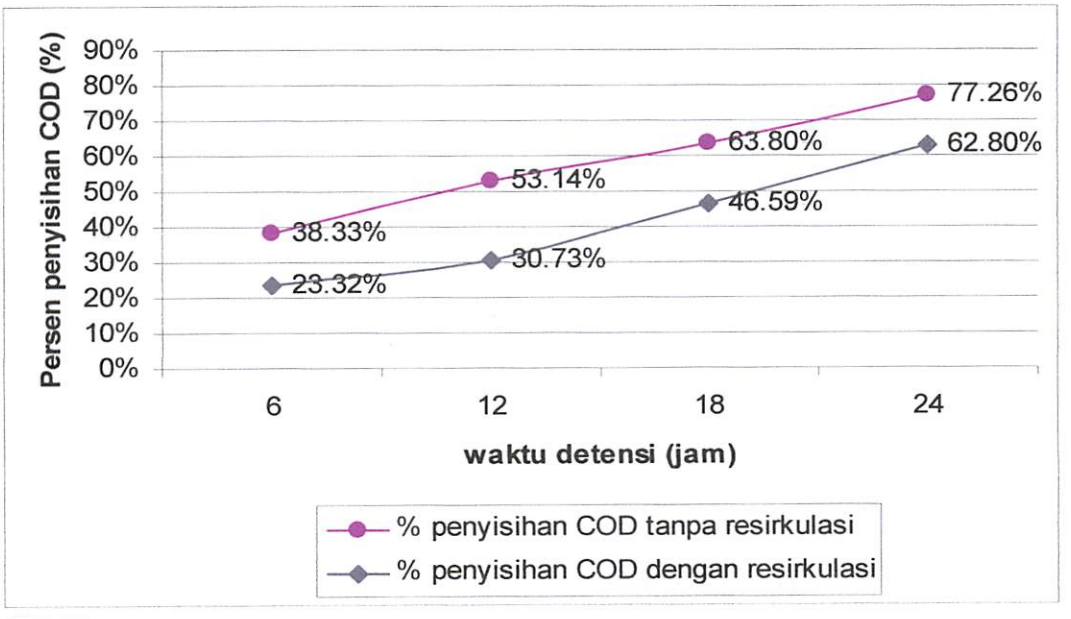
Tabel 4.21 Hasil Pengamatan Analisa COD

Waktu detensi	Konsentrasi COD tanpa resirkulasi		Penyisihan COD tanpa resirkulasi	
(jam)	Influent (mg/l)	Effluent (mg/l)	mg/l	%
6	546.8	337.20	209.6	38.33
12	573.2	268.59	304.61	53,14
18	559.4	202.48	356.92	63,80
24	568.4	129.21	439.19	77,26
Waktu detensi	Konsentrasi COD dengan resirkulasi		Penyisihan COD dengan resirkulasi	
(jam)	Influent (mg/l)	Effluent (mg/l)	mg/l	%
6	594.2	455.59	138.61	23.32
12	547.9	379.48	168.42	30,73
18	575.4	307.27	268.13	46,59
24	589.2	219.16	370.04	62.80

Sumber : Hasil Penelitian

Dari tabel diatas pada operasional dengan proses kontinyu tanpa resirkulasi maupun proses kontinyu dengan resirkulasi menunjukkan semakin besarnya penyisihan COD seiring semakin lamanya variasi waktu detensi. Semakin lama waktu kontak berarti semakin banyak pula kesempatan bakteri untuk mendegradasi bahan organik. Dengan demikian waktu detensi akan mempengaruhi terhadap penguraian bahan organik. Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara waktu detensi dan persentase penyisihan konsentrasi COD dapat dilakukan analisa korelasi. Dari analisa korelasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa hubungan waktu detensi dengan persentase penyisihan konsentrasi COD pada proses kontinyu tanpa resirkulasi dan proses kontinyu dengan resirkulasi adalah tinggi, hal ini dapat dilihat dari nilai korelasi 0,998 dan 0,988, yang menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat kuat karena berada di antara 0,8 – 1,0 (Soleh, 2005). Dan ada hubungan antara variabel, hal ini dapat dilihat dari nilai P-Value adalah 0,000 < 0,05, maka hipotesa awal (H_0) ditolak, atau ada hubungan

antara waktu detensi dengan persentase penyisihan konsentrasi COD. Serta hubungan kedua variabel tersebut searah, hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya nilai negatif (-) pada nilai koefisien korelasi (0,000) yang berarti semakin besar waktu pengambilan sampel maka persentase penyisihan konsentrasi COD semakin meningkat.



Gambar 4.5 Grafik Persentase Penyisihan COD Berdasarkan Waktu Detensi

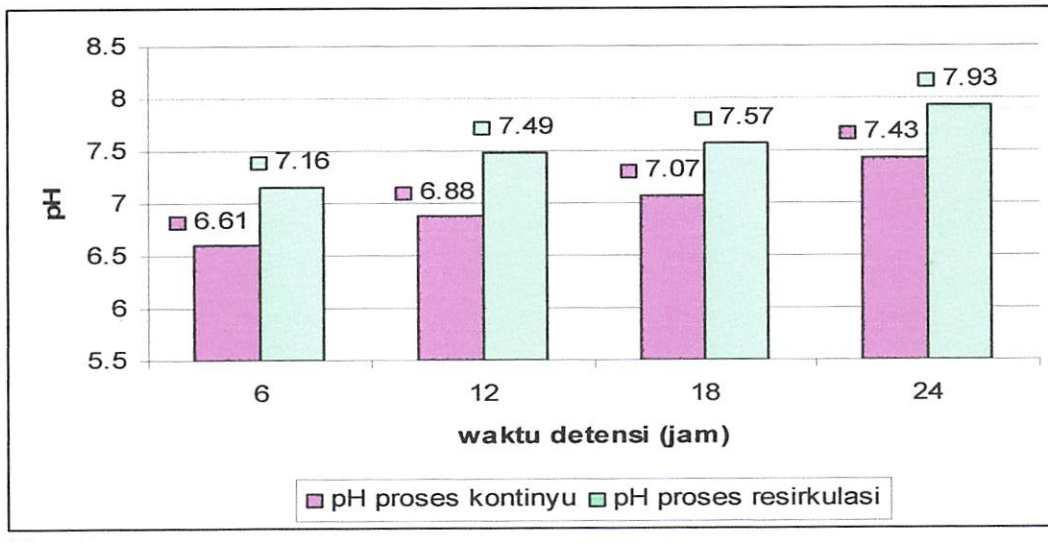
Pada gambar 4.5 menunjukkan persen penyisihan COD proses kontinyu dan resirkulasi dapat diketahui berdasarkan waktu detensi (td), dimana td yang dipakai adalah td 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam. Persen penyisihan proses kontinyu pada td 6 jam sebesar 38,33% dan persen penyisihan COD meningkat saat td 12 jam sebesar 53,14%. Trend ini terus terjadi pada td 18 jam sebesar 63,80% sampai td maksimum yaitu 24 jam sebesar 77,26%. Terjadi hal yang sama pada perlakuan penyisihan COD dengan proses resirkulasi, persen penyisihan COD pada td awal 6 jam 23,32%. Seiring dengan bertambahnya waktu detensi, persen penyisihan mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat pada td 12 jam 30,73% dan td 18 jam 46,59% sampai pada td akhir yaitu td 24 jam sebesar 62,80%.

Dari hasil ini dapat diketahui bahwa persen penyisihan COD pada proses kontinyu tanpa resirkulasi dan dengan resirkulasi sama-sama mengalami peningkatan dalam meremoval COD sesuai dengan bertambahnya waktu detensi. Hanya saja pada proses dengan resirkulasi tidak memberikan hasil efisiensi yang lebih baik, walaupun air limbah telah mengalami pengenceran akibat dari resirkulasi air limbah. Keadaan ini lebih dimungkinkan karena methan yang masih terdapat dalam air limbah dari effluent yang dihasilkan dari proses diresirkulasi kembali sehingga proses asetogenesis pembentukan asam tidak optimal. Kurangnya asam organik sebagai pembentuk methan akan mengakibatkan menurunnya produksi gas methan sebagai produk akhir pada pengolahan anaerobik. Hal ini menandakan penurunan efisiensi dalam penguraian COD pada proses resirkulasi. Menurut Hence and Herremoes,1983 dalam Barber and Stuckey, 1999 resirkulasi akan menimbulkan dampak negatif pada pergerakan air dengan menimbulkan penambahan pengadukan karena dapat mengganggu mikrostruktur bakteri pada reaktor yang hidup dalam hubungan simbiosis. Dan kondisi substrat yang rendah menyebabkan rendahnya aktivitas biomassa yang ada dalam rektor. Ketersediaan substrat dalam konsentrasi yang cukup berarti proses penyediaan substrat lebih cepat dari pada konsumsi substrat oleh biomassa aktif.

Dilakukan resirkulasi ditujukan untuk mendapatkan hasil effluen yang lebih baik. Hal ini didasarkan dari beberapa penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dengan menggunakan sistem anaerobik, dimana pengaruh faktor resirkulasi dan rasio resirkulasi dapat meningkatkan efisiensi removal COD. Dengan dilakukannya resirkulasi maka pH dalam reaktor dapat dipertahankan pada pH netral.

Terdapat dua penguraian bahan organik dalam sistem anaerobik yang paling berperan, yaitu tahap asetogenik dan tahap methanogenik. Tahap asetogenik bahan organik hanya diubah menjadi lebih sederhana berupa asam organik. Karena bahan ini masih terkandung dalam air limbah, dapat dikatakan bahan organik limbah masih tinggi. Tahap methanogen, asam organik dalam air limbah akan dikonversi menjadi methan. Gas menthan secara alami akan lepas dari air limbah, dengan demikian beban organik akan mengalami penurunan. Penguraian bahan organik menjadi

methan juga ditandai dengan adanya kecenderungan pH meningkat, fenomena ini menunjukkan terjadinya penguraian asam organik menjadi methan yang dominan. Pada gambar berikut ini dapat dilihat nilai pH pada waktu detensi yang telah ditentukan terhadap penguraian COD.



Gambar 4.6 Diagram pH terhadap waktu detensi

Dari gambar diatas pH pada proses kontinyu tanpa resirkulasi td 6 dan 12 jam lebih dominan terjadi proses asetogenesis (pH mendekati 7), dan pada td 18 sampai 24 jam terjadi proses methanogen (pH > 7). Hal ini terlihat pada pH td 6-12 jam sebesar 6,61-6,88 dan pH influent 7,2 yang menunjukkan penurunan pH meskipun tidak terlalu besar terlihat pembentukan asam lebih dominan. Pembentukan asam mempunyai pH optimal antara 5-6, penguraian normalnya beroperasi pada pH mendekati 7 tetapi tingkat metabolisme bakteri asetogenesis masih menguntungkan dibandingkan kemampuan mikroorganisme pembentuk methan dalam mengkonversi zat organik menjadi gas methan (Hadi, Nurhaning I, 2000). Pada td 18 sampai 24 jam pH cenderung meningkat, fenomena ini menunjukkan terjadinya penguraian asam organik menjadi methan yang dominan.

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh hubungan antara pH dengan persentase penyisihan konsentrasi COD dapat dilakukan analisa ANOVA. Dari

analisa ANOVA yang dilakukan dapat disimpulkan adanya pengaruh hubungan pH dengan persentase penyisihan konsentrasi COD. Hal ini dapat dilihat dari nilai F hitung dari *output* adalah 139,32 > F tabel 8,84 dengan α toleransi 5%. Karena nilai F hitung *output* lebih besar dari pada nilai F tabel, maka ke-12 perlakuan memiliki rata-rata yang tidak identik. Kesimpulannya adalah bahwa nilai persen penyisihan COD dipengaruhi oleh nilai pH.

Pada proses resirkulasi pH dalam reaktor terjadi fluktuasi yang cenderung naik. Hal ini menunjukkan bahwa pH pada proses resirkulasi berfluktuasi yang disebabkan bakteri methanogenesis yang seharusnya keluar dikembalikan lagi dalam influen, sehingga menyebabkan bercampurnya fase asidogenesis dengan fase methanogenesis. pH cenderung berfluktuasi yang menyebabkan pemisahan antara fase asidogenesis dengan fase methanogenesis bercampur. Sehingga terjadi kesetimbangan dimana prosesnya menjadi penguraian tunggal (Pongky, 2005).

Pada perlakuan dengan proses kontinyu dengan resirkulasi menunjukkan pada td 6 jam pH 7,16 dan meningkat sampai td 24 jam dengan pH 7,93. Keadaan ini mengakibatkan proses asetogenik kurang optimal karena pH lebih besar dari pH 7. Pada kondisi ini penguraian asetogenik kurang optimal sehingga mengganggu aktifitas fermentasi dan mengakibatkan berkurangnya pembentukan asam organik untuk methanogen. Selanjutnya akan menurunkan efisiensi penguraian COD. Sehingga pada proses kontinyu dengan resirkulasi tahap methanogenik lebih dominan dari pada tahap asetogenik.

4.6 Pembahasan Penyisihan TSS (*Total Suspended Solid*)

Pada penyisihan TSS cenderung meningkat sesuai dengan penambahan waktu detensi, dimana hal ini dapat dilihat pada tabel 4.22 berikut.

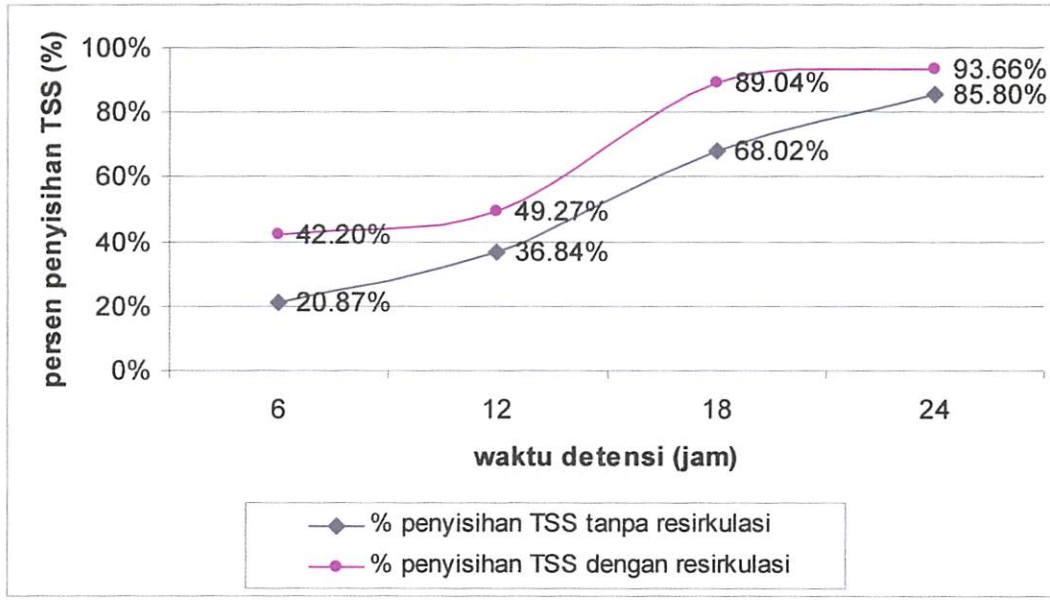
Tabel 4.22 Hasil Pengamatan Analisa TSS

Waktu detensi	Konsentrasi TSS tanpa resirkulasi		Penyisihan TSS tanpa resirkulasi	
(jam)	Influent (mg/l)	Effluent (mg/l)	mg/l	%
6	1251	989.66	261.16	20.87
12	1162	733.9	428.1	36.84
18	1255	401.33	853.67	68.02
24	1279	181.50	1097.5	85.80
Waktu detensi	Konsentrasi TSS dengan resirkulasi		Penyisihan TSS dengan resirkulasi	
(jam)	Influent (mg/l)	Effluent (mg/l)	mg/l	%
6	997.1	576.27	420.83	42.20
12	954.6	484.23	470.37	49.27
18	965.6	105.75	859.85	89.04
24	955.4	60.5	894.9	93.66

Sumber : Hasil Penelitian

Dari tabel 4.2 diatas dapat diketahui persen penyisihan TSS proses kontinyu tanpa resirkulasi dan proses kontinyu dengan resirkulasi menunjukkan semakin besarnya penyisihan TSS seiring dengan semakin lamanya waktu detensi. Semakin lamanya waktu detensi yang diberikan memberikan kesempatan bagi partikel untuk mengendap Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara waktu detensi dan persentase penyisihan konsentrasi TSS dapat dilakukan analisa korelasi. Dari analisa korelasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa hubungan waktu detensi dengan persentase penyisihan konsentrasi TSS pada proses kontinyu tanpa resirkulasi dan proses kontinyu dengan resirkulasi adalah tinggi. Hal ini dapat dilihat dari nilai korelasi 0,992 dan 0,944, yang menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat kuat karena berada di antara 0,8 – 1,0 (Soleh, 2005). Untuk mengetahui adanya hubungan antara variabel, dapat dilihat dari nilai P-Value yang lebih kecil dari 0,05. Dari hasil analisa statistik diperoleh nilai P-Value 0,000 yang menunjukkan adanya hubungan antara waktu detensi dengan persentase penyisihan

konsentrasi TSS. Hubungan kedua variabel tersebut searah, hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya nilai negatif (-) pada nilai koefisien korelasi (0,000) yang berarti semakin besar waktu pengambilan sampel maka persentase penyisihan konsentrasi TSS semakin meningkat.



Gambar 4.7 Persen penyisihan TSS terhadap waktu detensi

Pada gambar 4.7 menunjukkan persen penyisihan TSS proses kontinyu tanpa resirkulasi dan kontinyu dengan resirkulasi dapat diketahui berdasarkan waktu detensi (td), dimana td yang dipakai adalah td 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam. Pada gambar terlihat peningkatan efisiensi pemisahan TSS seiring dengan peningkatan waktu detensi dimana td 6 jam 42,20%, terus meningkat sampai td 24 jam sebesar 93,66% pada proses kontinyu dengan resirkulasi. Terjadi hal yang sama dengan pemisahan TSS proses kontinyu tanpa resirkulasi dimana persen penyisihan TSS dari td 6 jam 42,87% dan terus meningkat sampai td 24 jam 85,80%.

Dari hasil penelitian dapat dilihat efisiensi penyisihan TSS pada proses kontinyu dengan resirkulasi lebih baik jika dibandingkan dengan efisiensi penyisihan TSS proses kontinyu tanpa resirkulasi. Ini juga dikarenakan konsentrasi influent TSS pada saat proses dengan resirkulasi lebih kecil jika dibandingkan dengan konsentrasi

TSS pada saat proses tanpa resirkulasi. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.22 hasil pengamatan analisa TSS diatas. Perlakuan dengan resirkulasi tidak mengubah debit yang masuk. Debit pada aliran pada proses kontinyu tanpa resirkulasi adalah 0,003 m^3/jam dan proses kontinyu dengan resirkulasi digunakan debit yang sama dengan kombinasi influent 50:50 antara limbah baru dengan limbah resirkulasi.

TSS merupakan padatan yang sulit untuk dipisahkan secara biologis. Pemisahan TSS dalam ABR terjadi karena proses mekanis yang terjadi di dalam reaktor yaitu jenis aliran yang lambat. Desain reaktor yang terdiri dari beberapa kompartemen yang dipisahkan oleh sekat vertikal mengakibatkan aliran air limbah mengalir ke bagian bawah melalui media lumpur anaerobik dan kembali keatas. Proses ini berlangsung sepanjang sekat menuju ke *outlet*. Karakter fisik dari *suspended solid* (SS) adalah berat jenis dan ukuran yang berpengaruh terhadap kecepatan mengendap secara gravitasi.

Sebelumnya dilakukan penelitian pendahuluan *settling coulum*, dimana menggunakan sampel limbah tahu yang akan dipakai pada saat penelitian. Digunakan ketinggian 50 cm yang merupakan ketinggian dari perencanaan desain reaktor ABR. Dari hasil penelitian didapatkan kecepatan mengendap (Vs) partikel tahu sebesar 0,0042-0,15 m/menit. Jika dibandingkan dengan kecepatan aliran tiap-tiap kompartemen (V_{up}) yang direncanakan pada desain ABR sebesar 0,01 m/menit (hasil perhitungan perencanaan desain), maka kecepatan aliran reaktor berada pada rentang kecepatan mengendap partikel tahu. Sehingga dapat dikatakan $Vs < V/A$ dimana partikel tahu akan mengendap sebagian. Dari penelitian *settling coulum* ini kita dapat memperkirakan kemampuan ABR dalam memisahkan TSS dari segi proses pengendapan atau sedimentasi yang berkaitan langsung dengan dimensi desain ABR. Hasil ini dapat digunakan sebagai gambaran dasar pada penelitian yang akan dilakukan.

Jumlah TSS pada influent relatif tinggi ini dapat dilihat pada tabel 4.1 hasil analisa awal dimana kandungan TSS pada limbah tahu sebesar 1251 mg/l. Sedangkan pemisahan TSS terjadi pada saat air limbah mulai memasuki kompartemen pertama. TSS akan berkurang setelah melewati beberapa kompartemen. *Solid* bukan hanya

terbawa oleh air limbah yang akan diolah , tapi dapat juga terbentuk dari aktivitas biologis bakteri. Menurut pendapat Shuler dan Kargi, (1992) Aktivitas bakteri dalam metabolismenya dapat pula memanfaatkan zat padat tersuspensi yang bersifat organis di dalam SS. Hal ini sejalan dengan pendapat dari Alaert dan Santika, 1987 bahwa zat padat tersuspensi dapat bersifat organik dan anorganik. Sehingga dapat dikatakan bahwa penurunan TSS dapat juga disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam mengoksidasi zat tersuspensi. Sehingga semakin lama waktu kontak berarti semakin banyak pula kesempatan bakteri untuk mendegradasi zat tersuspensi yang berada dalam air limbah. Pada bagian akhir reaktor, terjadi akumulasi lumpur relatif lama. Hal ini membuat kinerja bakteri dalam mengoksidasi zat tersuspensi menjadi lebih efektif dari pada kompartemen sebelumnya.

Efisiensi removal TSS dapat pula terganggu oleh aktivitas bakteri methanogen, dimana biogas yang terbentuk akan terperangkap dan terakumulasi pada *sludge*, menyebabkan terjadinya proses *mixing* dimana biogas terbebas dan mengangkat *sludge bed* sehingga ikut terbawa bersama effluent. Terjadinya proses *mixing* mempengaruhi efisiensi removal TSS, dikarenakan partikel limbah yang sudah mengendap di dasar reaktor dapat kembali keatas bersamaan dengan biogas yang terbebas dari sludge. Pada penelitian ini proses *mixing* pernah terjadi pada kompartemen di bagian akhir. Hal ini terjadi dimana pada bagian akhir dari kompartemen proses methanogen lebih dominan, sehingga memproduksi lebih banyak biogas dan dapat terakumulasi pada sludge.

4.7. Kajian Sistem Perencanaan ABR

Kecepatan aliran keatas (V_{up}) dari air limbah di dalam kompartemen dari ABR, tidak boleh lebih dari 2 m/jam (Ludwig, 1998). Ini merupakan parameter penting dalam menghitung desain dari ABR.

$$V_{up} = Q/A$$

Perhitungan berdasarkan perencanaan desain ABR

- Kecepatan aliran air tiap ½ kompartemen (atas – bawah)

$V = \frac{Q}{A}$ ⟶ $Q = 0{,}003 m^3/jam$

$A = 0{,}05 \text{ m} \times 0{,}1 \text{ m}$

$= \frac{0{,}003 m^3 / jam}{0{,}005 m^2}$ $= 0{,}005 \text{ m}^2$

$= 0{,}6$ m/jam

- Kecepatan aliran air tiap ½ kompartemen (bawah– atas)

$Vup = \frac{Q}{A}$ ⟶ $A = 0{,}05 \text{ m} \times 0{,}1 \text{ m}$

$= \frac{0{,}003 m^3 / jam}{0{,}005 m^2}$ $= 0{,}005 \text{ m}^2$

$= 0{,}6$ m/jam ⟶ 0,06 m/jam x 1jam/60 menit = 0,01 m/menit

Dimana :

V_{up} = Kecepatan aliran keatas pada kompartemen (m/jam)

Q = Debit air limbah (m^3/jam)

A = Luas alas dari kompartemen

Tingkat penguraian yang tinggi dapat terjadi dengan waktu detensi yang relatif kecil, waktu detensi dari reaktor sebaiknya tidak kurang dari 8 jam (Ludwig, 1998), selain itu ABR juga dapat beroperasi dengan waktu detensi sampai dengan 24 jam (Hermana, 2000). Volume reaktor diperoleh dari perhitungan debit rata-rata dari air limbah yang akan di olah dan waktu detensi yang diterapkan (Ludwig, 1998)

$V = Q \times td$

Perhitungan berdasarkan perencanaan desain ABR

- Untuk waktu detensi tiap kompartemen (dihitung tiap skat dalam kompartemen)

  $Vol = Q \times td$

  $0{,}003 \text{ m}^3 = 0{,}003 \text{ m}^3/\text{jam} \times td$

  td = 1 jam (td tiap ruang skat dalam kompartemen)

  Untuk seluruh kompartemen reaktor terdiri dari 6 kompartemen dengan 12 skat (ruang)

Td = 1 jam x 12 = 12 jam.

Dimana :

V = Volume reaktor (m^3)

Q = Debit air limbah (m^3/jam)

td = Waktu detensi (jam)

Menurut Prabowo, 2000 air limbah yang masuk kedalam reaktor seharusnya sedapat mungkin terdistribusi secara merata di pintu masuk pada dasar reaktor, hal ini dapat dilakukan dengan mendesain kompartemen yang relatif rendah (lebar reaktor < 60 % dari tinggi reaktor) dan untuk panjang serta tinggi reaktor ditentukan berdasarkan perencanaan.

ABR terdiri setidaknya 4 kompartemen yang tersusun seri. Pada kompartemen terakhir dapat berfungsi sebagai penyaring untuk menerima kemungkinan lumpur yang berlebih (Ludwig, 1998). Sedangkan volume lumpur yang digunakan pada saat aklimatisasi 10 – 25 % dari volume reaktor (Souza, 1986).

Kriteria perencanaan desain yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah sebagai berikut :

- waktu detensi 12 jam
- Debit air limbah 0,003 m^3/jam
- Panjang reaktor 0,45 m
- Lebar reaktor 0,2 m
- Tinggi reaktor 0,4 m
- Volume reaktor 0,036 m^3

Dari penelitian yang telah dilakukan, menggunakan ABR dengan perencanaan diatas didapatkan hasil :

➢ Persen removal COD proses kontinyu tanpa resirkulasi :

- Waktu detensi (td) 6 jam = 38,33%
- (td) 12 jam = 53,14%
- (td) 18 jam = 63,80%
- (td) 24 jam = 77,26%
-

- Persen removal COD proses kontinyu dengan resirkulasi :
  - Waktu detensi (td) 6 jam = 23,32%
  - (td) 12 jam = 30,73%
  - (td) 18 jam = 46,59%
  - (td) 24 jam = 57,71%
- Persen removal TSS proses kontinyu tanpa resirkulasi :
  - Waktu detensi (td) 6 jam = 20,87%
  - (td) 12 jam = 36,84%
  - (td) 18 jam = 68,02%
  - (td) 24 jam = 85,80%
- Persen removal TSS proses kontinyu dengan resirkulasi :
  - Waktu detensi (td) 6 jam = 42,20%
  - (td) 12 jam = 49,27%
  - (td) 18 jam = 89,04%
  - (td) 24 jam = 93,66%

Dari hasil perencanaan desain diatas, maka ABR dengan proses kontinyu dapat digunakan dengan perencanaan waktu detensi yang lama dan debit aliran yang kecil sehingga diperoleh kecepatan aliran yang lambat.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. a. Efisiensi penyisihan COD proses kontinyu tanpa resirkulasi dan proses kontinyu dengan resirkulasi terbesar terjadi pada td 24 jam sebesar 77,26% yaitu pada saat proses kontinyu tanpa resirkulasi.
   b. Efisiensi penyisihan TSS proses kontinyu tanpa resirkulasi dan proses kontinyu dengan resirkulasi terbesar terjadi pada td 24 jam sebesar 93,66% yaitu pada saat proses kontinyu dengan resirkulasi.
2. Semakin lamanya waktu detensi berpengaruh terhadap waktu kontak bakteri untuk proses biodegradasi bahan organik pada air limbah tahu yang ditunjukkan dengan adanya penurunan kandungan COD dan TSS dengan pengendapan partikel solid.
3. Penyisihan TSS menggunakan sistem ABR dengan resirkulasi menunjukkan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan proses tanpa resirkulasi. Sedangkan untuk penyisihan COD menggunakan proses tanpa resirkualsi lebih baik dibandingkan dengan proses resirkulasi.

5.2 Saran

Saran yang dapat dipertimbangkan sehubungan dengan penelitian lebih lanjut adalah :

1. Disarankan pada saat proses *seeding* dan aklimatisasi dibutuhkan waktu penelitian yang lebih lama untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Diupayakan sedapat mungkin reaktor dalam keadaan anaerobik, agar tidak mengganggu bakteri anaerobik yang hidup dalam reaktor.
3. Untuk penelitian yang selanjutnya diperlukan perangkap gas yang lebih baik, untuk mengetahui produksi gas (biogas) yang dihasilkan serta menghindari kecelakaan karena gas methan yang mudah terbakar.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, G dan Santika, S.S, 1987. **Metode Penelitian Air**. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.

Agustian Joni, Nugrahini Panca, Hermida Lilis November 2007. **Karakteristik Anaerobik Perombak Subtrat Multi-Karbon Dengan Teknologi Sel Terimobilasi UASB.** Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Damayanti, Alia. Hermana, Joni dan Masduqi, Ali 2004, **Analisa Resiko Lingkungan dari Pengolahan LimbahPabrik Tahu dengan Kayu Apu.** Jurnal Purifikasi volume 5 No 4.

Grobicki, A, dan David C Stuckey. 1991. **Performance of Anaerobic Buffled Reactor Under Steady-State and Loading Condition,** Biotechnol Bioeng.37.

Herlambang, Arie 2002. **Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu – Tempe.** BPPT Lingkungan Jakarta dan Bapedalda Samarinda.

Idriyanti (diakses 8 Juni 2008). **Optimasi Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kecap secara Biologi Menggunakan Reaktor Tipe Fixed Bed.** Perpustakaan Universaitas Indonesia. Jakarta.

Metcalf dan Edy 1991. *Waste Water Engineering-Treatment, Disposal and Reuse,McGraw-Hill, Inc. Callifornia.*

Masduqi, A dan Agus, S. (2002). **Satuan Operasi.** Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS. Surabaya.

Marsono, Bowo Djoko. **Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis.** Penerbit Jurusan Teknik Lingkungan – ITS. Surabaya.

Pongky, Muhammad, 2005. **Studi Penurunan Kandungan COD dan TSS dengan ABR pada Effluent Limbah Rumah Sakit Anwar Medika Sidoarjo.** Laporan Tugas Akhir jurusan Teknik Lingkungan ITS. Surabaya.

Reynold, Tom D, 1985. ***Unit Operation And Processes In Environmental Engineering.*** Monterey, Callifornia.

Ratnawati, E.D. 2000. **Studi Penurunan Kandungan COD dan TSS pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan dengan menggunakan ASBR.** Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan-FTSP. ITS. Surabaya.

Sasse, Ludwig 1998. **Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries (DEWATS)**. Penerbit. Borda. Bremen.

Siregar, Sakti A 2005. **Instalasi Pengolahan Air Limbah**. Penerbit Kanisius.

Sudjana. (2002). **Metoda Statistika**. Tarsito. Bandung.

Widiyanto, I Putu 2005. **Penurunan Kandungan BOD TSS dan Warna Pada Limbah RPH Dengan Menggunakan ABR.** Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITN .Malang.

Winata, I Nyoman ADI. Sisiwono dan Mulyono, Tri 2000. **Perbandingan N dan P Total dalam Air Sungai di Lingkungan Perkebunan dan Persawahan.** Staf Pengajar di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember.

Yarnest. (2004). **Panduan Aplikasi Statistik,** Dioma, Malang.

LAMPIRAN

Lampiran

Tabel. Karakteristik limbah Rumah Potong Hewan

Karekteristik Limbahy Cair RPH (RPH Kedurus Surabaya)	
Parameter	Kadar (mg/l)
BOD	569
COD	1089
TSS	768
Minyak dan Lemak	20,5
NH_3-N	0,31
pH	6

Tabel. Baku Mutu Limbah Cair

Baku Mutu Limbah Cair SK. Gubernur Jatim No. 45 Tahun 2002		
Volume Air Limbah Maksimum per Satuan bahan baku 3,5 m^3/ton berat hidup		
Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)	Beban Maksimum (Kg/ton)
BOD_5	100	0,35
COD	250	0,875
TSS	100	0,35
Minyak dan Lemak	25	0,0875
NH_3-N	25	0,0875
pH	6-9	

Sumber : SK. Gubernur Dati I Jatim No. 45 tahun 2002

Data Hasil Penyisihan Bahan Organik Pada Saat Proses Aklimatisasi

Hari ke	Tanggal	Temperatur (°C)	pH	Bahan Organik Influent (mg/l)	Bahan Organik Effluent 1 (mg/l)	2 (mg/l)	r (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	27-des	27	7.36	585,15	429,82	429,88	429.85	155,3	26,54
2	28-des	26	7.37		386,54	386,6	386,57	198,58	33,93
3	29-des	26	7.32		355,22	355,04	355,13	31,44	39,32
4	30- des	25	7.30		-	-	-	-	-
5	31-des	25	7.27		-	-	-	-	-
6	1-jan	25	7.28		-	-	-	-	-
7	2-jan	24	7.29	616,31	418,64	419	418,82	197,49	32,04
8	3-jan	20	7.33		429,44	429,18	429,31	187	30.34
9	4-jan	24	7.29		412,95	412,94	412,94	203.37	32,99
10	5-jan	26	7.37	589.66	475,98	476,11	476,04	113	19.16
11	6-jan	25	7.39		-	-	-	-	-
12	7-jan	24	7.40		490,88	491,05	490,96	98,69	16,73
13	8-jan	24	7.44	592.43	535,33	534,78	535,05	57,38	9,68
14	9-jan	24	7.40		499.81	499,02	499,41	93,01	15,70
15	10-jan	25	7.26		-	-	-	-	-
16	11-jan	25	7.29		444.95	445	444,97	147,45	24,88
17	12-jan	25	7.25		440.02	440,05	440,03	152,39	25,72
18	13-jan	24	7.23		-	-	-	-	-
19	14-jan	23	7.19	603.19	386.53	386,49	386,51	216,68	35,92
20	15-jan	24	7.20		332.90	333,18	333,04	270,15	44,78
21	16-jan	24	7.18		355.08	355	355,04	248,15	41,13
22	17-jan	24	7.15	606,39	437.16	436,97	437,06	169,32	27,92
23	18-jan	24	7.16		435.77	435,65	435,72	170,67	28,14
24	19-jan	25	7.15		401.19	400,52	400,85	205,53	33,89
25	20-jan	25	7.23		-	-	-	-	-
26	21-jan	24	7.19	588,56	438.34	439,14	438,72	149,84	25,54
27	22-jan	24	7.20		386.64	386,66	387,65	200,91	34,13
28	23-jan	23	7.18		380.57	381	380,75	207,77	35,30
29	24-jan	23	7.15	596,83	353.95	354,13	354,04	242,79	40,67
30	25-jan	24	7.16		337.39	337,5	337,44	259,38	43,46

31	26-jan	25	7.15		328.81	328,80	328,80	268,02	44,90
32	27-jan	24	7.16		-	-	-	-	-
33	28-jan	25	7.15	596,53	318.66	318,29	318,47	278,05	46,61
34	29-jan	23	7.14		312.04	311,77	311,90	284,62	47,71
35	30-jan	24	7.14		304.20	304,22	304,21	292,32	49,03

Sumber Penelitian : 2007-2008

COD Kontinyu

Debit (m^3/jam)	Waktu (jam)	pH	Suhu (C°)	COD Influent (mg/l)	COD effluent 1 (mg/l)	2 (mg/l)	3 (mg/l)	r (mg/l)	Penyisihan COD (mg/l)	% Penyisihan COD 1 (mg/l)	2 (mg/l)	3 (mg/l)	r (mg/l)
0.003	6	6.61	24	546.8	337.54	336.90	337.16	337.20	209.6	38.26	38.38	38.34	38.33
	12	6.88	25	573.2	269.11	268	268.68	268.59	304.61	53.05	53.24	53.12	53,14
	18	7.07	25	559.4	202.39	202.06	202.99	202.48	356.92	63.82	63.87	63.71	63,80
	24	7.43	26	568.4	129.09	129.47	129.16	129.21	439.19	77.28	77.22	77.27	77,26

COD Resirkulasi

Debit (m^3/jam)	Waktu (jam)	pH	Suhu (C°)	COD Influent (mg/l)	COD effluent 1 (mg/l)	2 (mg/l)	3 (mg/l)	r (mg/l)	Penyisihan COD (mg/l)	% Penyisihan COD 1 (mg/l)	2 (mg/l)	3 (mg/l)	r (mg/l)
0.003	6	7.16	24	594.2	455.53	455.64	455.78	455.59	138.61	23.33	23.31	23.32	23.32
	12	7.49	25	547.9	379.71	379.02	379.93	379.48	168.42	30.66	30.82	30.65	30,73
	18	7.57	25	575.4	307.25	306.77	308.12	307.27	268.13	46.60	46.68	46.45	46,59
	24	7.93	28	589.2	219.09	219.15	219.19	219.16	370.04	62.81	62.80	62.79	62.80

TSS Kontinyu

Debit (m^3/jam)	Waktu (jam)	pH	Suhu (C°)	TSS Influent (mg/l)	TSS effluent 1 (mg/l)	2 (mg/l)	3 (mg/l)	r (mg/l)	Penyisihan TSS (mg/l)	% Penyisihan TSS 1 (mg/l)	2 (mg/l)	3 (mg/l)	r (mg/l)
0.003	6	6.61	24	1251	990.15	989.70	989.83	989.66	261.16	20.85	20.88	20.87	20.87
	12	6.88	25	1162	733.72	733.21	733.61	733.9	928.1	36.85	36.90	36.86	36.84
	18	7.07	25	1255	401.33	401.5	401.38	401.33	853.67	68.02	68	68.01	68.02
	24	7.43	26	1279	180.9	180.3	180.9	181.50	1097.5	85.85	85.90	86.80	85.80

TSS Resirkulasi

Debit (m^3/jam)	Waktu (jam)	pH	Suhu (C°)	TSS Influent (mg/l)	TSS effluent 1 (mg/l)	2 (mg/l)	3 (mg/l)	r (mg/l)	Penyisihan TSS (mg/l)	% Penyisihan TSS 1 (mg/l)	2 (mg/l)	3 (mg/l)	r (mg/l)
0.003	6	7.16	24	997.1	575.99	576.33	576.5	576.27	420.83	42.19	42.19	42.18	42.20
	12	7.49	25	954.6	484	484	484.7	484.23	470.37	49.29	49.29	49.22	49.27
	18	7.57	25	965.6	105.6	105.66	106	105.75	859.85	89.06	89.05	89.02	89.04
	24	7.93	28	955.4	60.3	60.7	60.5	60.5	894.9	93.68	93.64	93.66	93.66

JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujji
LP - 227 - IDN

Nomor : 010-1 S / LKA MLG / IX / 07

Kode Contoh Uji : Ext. 01/PC /IX/ 2007/ 23
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 13 Desember 2007
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Air Limbah Potong Hewan (Seeding Control)					
1	VSS	mg/L	37 984,12	APHA. Ed. 20 2540 E, 1998	-

*) Tidak termasuk daiam ruangiingkup akreditasi

JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujji
LP - 227 - IDN

Nomor : 010 S/LKA MLG / IX / 07

Kode Contoh Uji : Ext. 07/PC /IX/ 2007/ 23
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 13 Desember 2007
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Air Limbah Tahu Jl. S. Supriadi 72 Malang					
1	COD	mg/L	546,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	1251,0	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
3	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	610,5	SNI 06 2506 - 1991	-

*) Tidak termasuk daiam ruangiingkup akreditasi

JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujji
LP - 227 - IDN

Nomor : 010-2 S / LKA MLG / IX / 07

Kode Contoh Uji : Ext. 02/PC /IX/ 2007/ 23
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 27 Desember 2007
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Kandungan Zat Organik Selama Proses Aklimatisasi					
1	Hari 1 influent				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	585,15	SNI 062506 - 1991	-
2	Hari 1 outlent				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	429,82	SNI 062506 - 1991	-
3	Hari 2				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	386,54	SNI 062506 - 1991	
4	Hari 3				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	355,22	SNI 062506 - 1991	

PERUSAHAAN UMUM JASA TIRTA I LABORATORIUM KUALITAS AIR

*) Tidak termasuk dalam ruangiingkup akreditasi

JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

KAN Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujji
LP - 227 - IDN

Nomor : 010-3 S / LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 03/PC /IX/ 2008/ 24

Metode Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Method* : -

Tempat Analisa / *Place of Analysis* : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa / *Testing Date(s)* : 2 Januari 2008

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Kandungan Zat Organik Selama Proses Aklimatisasi					
1	Hari 7 influent				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	616,31	SNI 062506 - 1991	-
2	Hari 7 outlent				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	418,64	SNI 062506 - 1991	-
3	Hari 8				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	429,44	SNI 062506 - 1991	-
4	Hari 9				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	412,95	SNI 062506 - 1991	-
5	Hari 10 influent				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	589,66	SNI 062506 - 1991	-
6	Hari 10 outlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	476,04	SNI 062506 - 1991	-

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 010-4 S / LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji : Ext. 04/PC /IX/ 2008/ 25
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 7 Januari 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Kandungan Zat Organik Selama Proses Aklimatisasi					
1	Hari 12 influent				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	490,96	SNI 062506 - 1991	-
2	Hari 13 influent				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	592,43	SNI 062506 - 1991	-
3	Hari 13 outlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	535,05	SNI 062506 - 1991	-
4	Hari 14				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	499,41	SNI 062506 - 1991	-
5	Hari 16				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	444,97	SNI 062506 - 1991	
6	Hari 17				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	440,03	SNI 062506 - 1991	

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134.
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujji
LP - 227 - IDN

Nomor : 010-5 S / LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji : Ext. 05/PC /IX/ 2008/ 26
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 14 Januari 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Kandungan Zat Organik Selama Proses Aklimatisasi					
1	Hari 19 inlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	603,19	SNI 062506 - 1991	-
2	Hari 19 outlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	386,51	SNI 062506 - 1991	-
3	Hari 20				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	333,04	SNI 062506 - 1991	-
4	Hari 21				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	355,04	SNI 062506 - 1991	-
5	Hari 22 inlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	606,39	SNI 062506 - 1991	
6	Hari 22 outlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	437,06	SNI 062506 - 1991	

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

JASA TIRTA I

KAN
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 010-6 S / LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji : Ext. 06/PC /IX/ 2008/ 27
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 22 Januari 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Kandungan Zat Organik Selama Proses Aklimatisasi					
1	Hari 23				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	435,72	SNI 062506 - 1991	-
2	Hari 24				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	400,85	SNI 062506 - 1991	-
3	Hari 26 inlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	588,56	SNI 062506 - 1991	-
4	Hari 26 outlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	438,72	SNI 062506 - 1991	-
5	Hari 27				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	387,25	SNI 062506 - 1991	-
6	Hari 28				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	380,75	SNI 062506 - 1991	-

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

JASA TIRTA I

KAN
Laboratorium Pengujji
LP - 227 - IDN

Nomor : 010-7 S / LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji : Ext. 07/PC /IX/ 2008/ 28
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 25 Januari 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Kandungan Zat Organik Selama Proses Aklimatisasi					
1	Hari 29 inlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	596,83	SNI 062506 - 1991	-
2	Hari 29 outlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	354,04	SNI 062506 - 1991	-
3	Hari 30				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	337,44	SNI 062506 - 1991	-
4	Hari 31				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	328,80	SNI 062506 - 1991	-
5	Hari 33 inlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	304,20	SNI 062506 – 1991	-
6	Hari 33 outlet				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	318,47	SNI 062506 - 1991	-
7	Hari 34				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	311,90	SNI 062506 - 1991	-
8	Hari 35				
	Zat Organik ($KMnO_4$) *)	mg/L	304,21	SNI 062506 - 1991	-

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 033 S/LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 102-102A/PC /I/ 200/ 211-211A

Metode Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Method* : -

Tempat Analisa / *Place of Analysis* : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa / *Testing Date(s)* : 31 Januari 2008

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Air Limbah Taha 1 (Kontinyu)					
	td 6 jam inlet				
1	COD	mg/L	546,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	1251	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	Td 6 jam outlet				
1	COD	mg/L	337,54	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	990,15	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 12 jam inlet				
1	COD	mg/L	573,20	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	1162	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 12 jam outlet				
1	COD	mg/L	269,11	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	733,72	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	Td 18 jam inlet				
1	COD	mg/L	559,40	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	1255	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 18 jam outlet				
1	COD	mg/L	202,39	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	401,33	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 24 jam outlet				
1	COD	mg/L	568,40	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	1279	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	
	td 24 jam outlet				
1	COD	mg/L	129,09	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	
2	TSS	mg/L	180,90	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

KAN
Laboratorium Pengaji
LP - 227 - IDN

Nomor : 033 S/LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji : Ext. 102-102A/PC /I/ 200/ 211-211A
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 31 Januari 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Air Limbah Tahu 2 (kontinyu)					
	td 6 jam outlet				
1	COD	mg/L	336,90	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	989,70	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 12 jam outlet				
1	COD	mg/L	268,00	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	733,21	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 18 jam outlet				
1	COD	mg/L	202,06	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	401,50	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 24 jam outlet				
1	COD	mg/L	129,47	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	180,30	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

JASA TIRTA I

KAN
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 033 S/LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 102-102A/PC /I/ 200/ 211-211A

Metode Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Method* : -

Tempat Analisa / *Place of Analysis* : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa / *Testing Date(s)* : 31 Januari 2008

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Air Limbah Tahu 3 (kontinyu)					
	td 6 jam outlet				
1	COD	mg/L	337,16	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	989,83	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 12 jam outlet				
1	COD	mg/L	268,68	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	733,61	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 18 jam outlet				
1	COD	mg/L	202,99	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	401,38	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	Td 24 jam outlet				
1	COD	mg/L	129,16	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	180,90	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

JASA TIRTA I

KAN
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 034 S/LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji
Sample Code : Ext. 103-103-1/PC /I/ 2008/ 212-212-1

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method : -

Tempat Analisa
Place of Analysis : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s) : 1 Februari 2008

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Air Limbah Tahu 1 (Resirkulasi)					
	td 6 jam inlet				
1	COD	mg/L	594,20	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	997,10	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 6 jam outlet				
1	COD	mg/L	455,53	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	575,99	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 12 jam inlet				
1	COD	mg/L	547,90	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	954,60	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 12 jam outlet				
1	COD	mg/L	379,71	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	484,00	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 18 jam inlet				
1	COD	mg/L	575,40	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	965,60	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 18 jam outlet				
1	COD	mg/L	307,25	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	105,60	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 24 jam inlet				
1	COD	mg/L	589,2	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	955,4	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	
	td 24 jam outlet				
1	COD	mg/L	219,09	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	
2	TSS	mg/L	60,30	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-

USAHAAN UMUM LABORATORIUM KUALITAS AIR

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

JASA TIRTA I

KAN Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujji
LP - 227 - IDN

Nomor : 034 S/LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji : Ext. 103-103-1/PC /I/ 2008/ 212-212-1
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 1 Februari 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Air Limbah Tahu 2					
	td 6 jam (resirkulasi)				
1	COD	mg/L	455,64	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	576,33	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 12 jam (resirkulasi)				
1	COD	mg/L	379,02	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	484,00	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 18 jam (resirkulasi)				
1	COD	mg/L	306,77	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	105,66	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 24 jam (resirkulasi)				
1	COD	mg/L	219,15	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	60,70	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

JASA TIRTA I

KAN
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 034 S/LKA MLG / IX / 08

Kode Contoh Uji : Ext. 103-103-1/PC /I/ 2008/ 212-212-1
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 1 Februari 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket.
Air Limbah Tahu 3					
	td 6 jam (resirkulasi)				
1	COD	mg/L	455,78	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	576,50	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 12 jam (resirkulasi)				
1	COD	mg/L	379,93	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	484,70	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 18 jam (resirkulasi)				
1	COD	mg/L	308,12	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	106,00	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-
	td 24 jam (resirkulasi)				
1	COD	mg/L	219,19	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
2	TSS	mg/L	60,50	APHA. Ed. 20. 2540 D,1998	-

*) Tidak termasuk dalam ruanglingkup akreditasi

7/3/2008 9:54:31 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Correlations: td, % penyisihan COD

Pearson correlation of td and % penyisihan COD = 0.998
P-Value = 0.000

Regression Analysis: % penyisihan COD versus td

The regression equation is
% penyisihan COD = 26.3 + 2.12 td

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	26.2667	0.6573	39.96	0.000
td	2.12422	0.04000	53.11	0.000

S = 0.9295 R-Sq = 99.6% R-Sq(adj) = 99.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2436.7	2436.7	2820.34	0.000
Residual Error	10	8.6	0.9		
Total	11	2445.3			

One-way ANOVA: td, % penyisihan COD

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	11161	11161	82.25	0.000
Error	22	2985	136		
Total	23	14146			

```
                                   Individual 95% CIs For Mean
                                   Based on Pooled StDev
Level       N      Mean     StDev  -----+---------+---------+---------+-
td         12     15.00      7.01  (---*----)
% penyis   12     58.13     14.91                          (---*----)
                                   -----+---------+---------+---------+-
Pooled StDev =    11.65                16        32        48        64
```

7/3/2008 3:08:33 PM

Welcome to Minitab, press F1 for help.
Retrieving project from file: D:\FD\PRINTO~1\MINITA~1\MINITAB COD KONTINYU.MPJ

7/3/2008 10:05:11 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Correlations: td, % penyisihan COD

Pearson correlation of td and % penyisihan COD = 0.988
P-Value = 0.000

Regression Analysis: % penyisihan COD versus td

The regression equation is
% penyisihan COD = 7.28 + 2.24 td

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	7.275	1.850	3.93	0.003
td	2.2384	0.1126	19.88	0.000

S = 2.616 R-Sq = 97.5% R-Sq(adj) = 97.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2705.7	2705.7	395.25	0.000
Residual Error	10	68.5	6.8		
Total	11	2774.2			

One-way ANOVA: td, % penyisihan COD

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	4010	4010	26.62	0.000
Error	22	3314	151		
Total	23	7324			

```
                                   Individual 95% CIs For Mean
                                   Based on Pooled StDev
Level       N      Mean     StDev  ----+---------+---------+---------+--
td         12     15.00      7.01  (-----*------)
% penyis   12     40.85     15.88                        (-----*-----)
                                   ----+---------+---------+---------+--
Pooled StDev =    12.27               12        24        36        48
```

Saving file as: C:\Program Files\MTBWIN\Data\MINITAB COD Resirkulasi.MPJ

7/3/2008 3:08:36 PM

Welcome to Minitab, press F1 for help.
Retrieving project from file: D:\FD\PRINTO~1\MINITA~1\MINITAB COD RESIRKULASI.MPJ

7/3/2008 10:08:30 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Correlations: td, % penyisihan TSS

Pearson correlation of td and % penyisihan TSS = 0.992
P-Value = 0.000

Regression Analysis: % penyisihan TSS versus td

The regression equation is
% penyisihan TSS = 3.79 + 3.78 td

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3.790	2.476	1.53	0.157
td	3.7848	0.1507	25.12	0.000

S = 3.501 R-Sq = 98.4% R-Sq(adj) = 98.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	7735.5	7735.5	631.08	0.000
Residual Error	10	122.6	12.3		
Total	11	7858.1			

One-way ANOVA: td, % penyisihan TSS

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	8656	8656	22.68	0.000
Error	22	8398	382		
Total	23	17054			

```
                                   Individual 95% CIs For Mean
                                   Based on Pooled StDev
Level       N     Mean     StDev   ---------+---------+---------+-------
td         12    15.00      7.01    (-----*----)
% penyis   12    52.98     26.73                     (----*-----)
                                   ---------+---------+---------+-------
Pooled StDev =   19.54                     20        40        60
```

7/3/2008 12:30:20 PM

Welcome to Minitab, press F1 for help.
Retrieving project from file: D:\FD\PRINTO~1\MINITA~1\MINITAB TSS KONTINYU.MPJ
Saving file as: D:\FD\PRINTO~1\MINITA~1\MINITAB TSS KONTINYU.MPJ
* NOTE * Existing file replaced.

7/3/2008 10:12:11 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Correlations: td, % penyisihan TSS

Pearson correlation of td and % penyisihan TSS = 0.944
P-Value = 0.000

Regression Analysis: % penyisihan TSS versus td

The regression equation is
% penyisihan TSS = 20.0 + 3.24 td

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	19.990	5.896	3.39	0.007
td	3.2366	0.3588	9.02	0.000

S = 8.338 R-Sq = 89.1% R-Sq(adj) = 88.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	5656.9	5656.9	81.37	0.000
Residual Error	10	695.2	69.5		
Total	11	6352.1			

One-way ANOVA: td, % penyisihan TSS

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	17199	17199	54.90	0.000
Error	22	6892	313		
Total	23	24091			

```
                                  Individual 95% CIs For Mean
                                  Based on Pooled StDev
Level       N      Mean     StDev ---------+---------+---------+-------
td         12     15.00      7.01  (---*---)
% penyis   12     68.54     24.03                      (---*----)
                                  ---------+---------+---------+-------
Pooled StDev =    17.70                   25        50        75
```

7/3/2008 12:30:23 PM

Welcome to Minitab, press F1 for help.
Retrieving project from file: D:\FD\PRINTO~1\MINITA~1\MINITAB TSS RESIRKULASI.MPJ

PERENCANAAN DESAIN

A. Direncanakan bak equalisasi dengan bentuk persegi

- Q = 0,003 m^3/jam
- td = 12 jam

Volume = 0.003 m^3/jam x 12 jam

= 0.036 m^3

Direncanakan tinggi ⟶ (H) = 0,4 m

Dengan lebar ⟶ (L) = 0,2 m

Panjang ...

Volume = P x L x H

0,036 m^3 = P x 0,2 m x 0,4 m

0,036 m^3 = P x 0,8 m^2

$$P = \frac{0{,}036m^3}{0{,}008m^2}$$

P = 0,45 m

Volume = P x L x H

= 0,45 m x 0,2 m x 0,4 m

= 0,036 m^3

B. Direncanakan (bak tanpa skat)

- Q = 0,003 m^3/jam
- td = 12 jam

Dimensi Bak

volume = Q x td

volume = 0,003 m^3/jam x 12 jam

= 0,036 m^3

Tinggi direncanakan ⟶ t = 0,5 m

Untuk lebar < 50 % t ⟶ L = 0,1 m

Panjang ?

Volume = P x L x H

0,036 m^3 = P x 0,1 m x 0,5 m

0,036 m^3 = P x 0,05 m^2

$$P = \frac{0{,}036 m^3}{0{,}005 m^2}$$

P = 0,72 m

Jadi desain bak untuk ukuran efektif !

P = 0,72 m , L = 0,1 m , H = 0,2 m

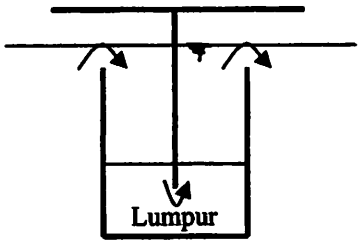
Dengan volume

Volume = 0,72 m x 0,1 m x 0,5 m

= 0,036 m^3

B. Direncanakan (untuk bak dengan kompartemen)

- Menggunakan 6 kompartemen, yang tiap kompartemen dibatasi skat horizontal dari atas kebawah.



- Setelah bak dibagi 6 untuk kompartemen maka ukuran tiap kompartemen (Panjang kompartemen = lebar bak)

  H = 0,5 m

  L = 0,12 m ⟶ panjang bak = 0,72 m : 6 kompartemen

  P = 0,1 m

  Vol = 0,006 m^3

- Karena tiap kompartemen dipisahkan skat, maka ,

  H = 0,5 m

  L = 0,06 m ⟶ lebar 1 kompartemen = 0,12 . ½

  P = 0,1 m

  Vol = 0,003 m^3

- Untuk waktu detensi tiap kompartemen (dihitung tiap skat dalam kompartemen)

  Vol = Q x td

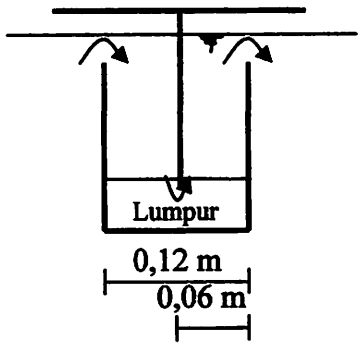
  0,003 m^3 = 0,003 m^3/jam x td

  td = 1 jam (td tiap ruang skat dalam kompartemen)

- Untuk seluruh kompartemen (reactor) ⟶ ada 6 kompartemen dengan 12 ruang (skat)

  Td = 1 jam x 12

  = 12 jam



C. Kecepatan aliran air tiap ½ kompartemen (atas – bawah)

$V = \frac{Q}{A}$ ⟶ Q = 0,003m³/jam

A = 0,05 m x 0,1 m

$= \frac{0{,}003m^3 / jam}{0{,}005m^2}$ = 0,005 m²

= 0,6 m/jam

D. Kecepatan aliran air tiap ½ kompartemen (bawah– atas)

$Vup = \frac{Q}{A}$ ⟶ A = 0,05 m x 0,1 m

$= \frac{0{,}003m^3 / jam}{0{,}005m^2}$ = 0,005 m²

= 0,6 m/jam ⟶ 0,06 m/jam x 1jam/60 menit = 0,01 m/menit

Vup dari ABR max 2m/jam (merupakan batas ketentuan dari sistem perencanaan)

- Kec. Up-flow < 1m/jam ⟶ mendorong pembentukan flokulan dan granular.
- Patikel dengan Vs > Q/A akan mengendap 100% sedangkan partikel dengan Vs < Q/A akan mengendap sebagian. Hal ini dapat diketahui dari hasil analisa dan perhitungan settling coulumn pada lampiran halaman belakang.

- Dengan Vs = 0,042 m/menit – 0,15 m/menit maka partikel akan mengendap 100%. Karena Vs (0,042 m/menit – 0,15 m/menit) > Q/A (0,01 m/menit).

E. Penentuan Debit Aliran Air Limbah Pada reaktor

- Volume tiap skat 0,003 m^3
- Waktu detensi tiap reactor adalah 6 jam, 12 jam, 24jam.
- 1 reaktor ada 12 skat

❖ Waktu detensi (td) 6 jam

- td untuk tiap skat

  6 jam / 12 skat = 0,5 jam/skat

- untuk debit adalah

  Vol = Q x td

  0,003 m^3 = Q x 0,5 jam

  Q = 0,006 m^3

❖ Waktu detensi (td) 12 jam

- td untuk tiap skat

  12 jam / 12 skat = 1 jam/skat

- untuk debit adalah

  Vol = Q x td

  0,003 m^3 = Q x 1 jam

  Q = 0,003 m^3

❖ Waktu detensi (td) 24 jam

- td untuk tiap skat

  24 jam / 12 skat = 2 jam/skat

- untuk debit adalah

  Vol = Q x td

  0,003 m^3 = Q x 2 jam

  Q = 0,0015 m^3

Penelitian Settling Coulum Untuk Menentukan

Kecepatan Mengendap Partikel Limbah Tahu

➢ Hasil pengamatan sample limbah tahu untuk berat (a dan b)

Kedalaman H (m)	Berat					
	t_1 = 0 menit		t_2 = 30 menit		t_3 = 60 menit	
	a (gr)	b (gr)	a (gr)	b (gr)	a (gr)	b (gr)
h_1 = 0,6	28,99	29,60	28,64	29,26	27,71	29,63
h_2 = 0,45	26,64	26,79	29,42	30,03	34,17	34,92
h_3 = 0,3	27	27,92	26,65	27,96	25,90	28,55
h_4 = 0,15	30,73	31,43	28,24	31,08	31,42	32,78

Keterangan :

- a = berat cawan + kertas saring setelah di oven pada suhu 105° C selama 60 menit kemudian didinginkan di desikator selama 20 menit.
- b = berat cawan + kertas saring + sampel setelah di oven pada suhu 105° C selama 60 menit kemudian didinginkan di desikator selama 20 menit.

➢ Hasil perhitungan suspended solid pada sample limbah tahu

Kedalaman (H) meter	t_1 = 0 menit	t_2 = 30 menit	t_3 = 60 menit
	ss (mg/l)	ss (mg/l)	ss (mg/l)
h_1 = 0,6	24400	24800	76800
h_2 = 0,45	6000	24400	30000
h_3 = 0,3	36800	52400	106000
h_4 = 0,15	2800	54400	113600

- Perhitungan
  - Total suspended solid

$$Ss\ (mg/l) = \frac{(b-a)gr}{sampel(ml)} \longrightarrow \text{sampel yang digunakan} = 25\ ml$$

  - % Removal (%R) = $\frac{(konsentrasiawal - kosentrasiawalpadat)mg/l}{konsentrasiawal(mg/l)} \times 100\%$

  - Kecepatan pengendapan (Vo) = $\frac{tinggipengambilansampel(m)}{waktu\ detensi(menit)}$

- Contoh perhitungan
  - Total suspended solid ($h_1 = 0{,}6$ t = 30 menit)

$$Ss\ (mg/l) = \frac{(29{,}26 - 28{,}64)gr}{25ml} \times \frac{10^3 mg}{1gr} \times \frac{10^3 ml}{1l} = 24800\ mg/l$$

  - % Removal (%R) = $\frac{(24800 - 24400)mg/l}{24800mg/l} \times 100\% = 16\ \%$

  - Kecepatan pengendapan (Vo) = $\frac{0{,}6m}{30menit} = 0{,}2$ m/menit

  - Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan settling coulumn dengan sampel asli.

- tabel hasil perhitungan settling coulumn dengan sampel asli.

Interval waktu pengambilan (menit)	Kedalaman (meter)	% Removal (%)	Kecepatan mengendap (V_0) (m/menit)
30	$h_1 = 0,6$	16	0,02
	$h_2 = 0,45$	75	0,014
	$h_3 = 0,3$	29	0,01
	$h_4 = 0,15$	48	0,005
60	$h_1 = 0,6$	67	0,01
	$h_2 = 0,45$	18	0,0075
	$h_3 = 0,3$	50	0,005
	$h_4 = 0,15$	52	0,0025

- Perhitungan diperoleh dari grafik settling coulumn hubungan antara kedalaman (h) dengan kecepatan pengendapan (V_0).
- V partikel < V_0 secara matematis :

Rumus = $\int_{0}^{Xo} \frac{V_x}{V_0} \times dx \longrightarrow \int^{X1} \frac{0,005}{0,005} \times 0,15 = 0,15 m/menit$

$$\int^{X2} \frac{0,005}{0,01} \times 0,15 = 0,075 m/menit$$

$$\int^{X3} \frac{0,004}{0,014} \times 0,15 = 0,042 m/menit$$

$$\int^{X4} \frac{0,006}{0,02} \times 0,15 = 0,045 m/menit$$

- Partikel limbah tahu memiliki kecepatan settling 0,042 m/menit – 0,15 m/menit

A. Pemeriksaan Angka Permanganat (PV)

1. **Metode**

   Titrasi permanganometri

2. **Prinsip**

   Zat organik dioksidasi oleh $KMnO_4$ berlebih dalam suasana asam dan panas. Kelibahan $KMnO_4$.

3. **Pereaksi**

   a. **Larutan $KMnO_4$ 0,1 N**

   3,16 gram $KMnO_4$ dilarutkan dalam air destilasi lalu diencerkan hingga volumenya tepat 1 liter.

   b. **Larutan $KMnO_4$ 0,01 N**

   100 ml larutan $KMnO_4$ 0,1N dipipet, kemudian diencerkan dengan air destilasi hingga volumenya tepat 1 liter.

   c. **Larutan asam oksalat ($H_2C_2O_4.2H_2O$) 0,1 N**

   6,3 gram asam oksalat ditimbang dengan teliti, kemudian dilarutkan dalam air destilasi. Masukkan ke dalam labu ukur 1 liter.

   d. **Larutan asam oksalat ($H_2C_2O_4.2H_2O$) 0,01 N**

   100 ml larutan asam oksalat 0,1 N dipipet dan dimasukan kedalam labu ukur 1 liter.

   e. **Larutan H_2SO_4 8 N bebas zat organik**

   222 ml H_2SO_4 pekat tuangkan sedikit demi sedikit ke dalam labu ukur 1000 ml yang sebelumnya telah di isi air suling. Dinginkan dan encerkan sampai 1 liter dalam labu ukur tersebut. Pindahkan ke gelas piala dan tetesi dengan larutan $KMnO_4$ 0,01 N sampai berwarna merah muda. Panaskan pada temperatur 80^0 C selama 10 menit, bila warna merah muda hilang selama pemanasan tambah kembali larutan $KMnO_4$ sampai warna stabil.

4. **Cara Kerja**

- **Pembebasan labu elenmeyer dari zat organik**
  - 100 ml air keran dimasukan ke dalam labu elenmeyer dan tambahkan beberapa batu didih.
  - Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N dan tetes demi tetes larutan $KMnO_4$ 0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.
  - Panaskan diatas hot plate dan biarkan mendidih selama 10 menit.
  - Jika selama mendidih warna merah muda hilang, tambahkan lagi larutan $KMnO_4$ 0,01 N sampai warnanya tidak hilang. Lalu buang cairan dalam elenmeyer. (Dinginkan)
- **Pemeriksaan zat organik**
  - 100 ml contoh air dimasukan ke dalam labu elenmeyer bebas zat organik
  - Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N dan tetes demi tetes larutan $KMnO_4$ 0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.
  - Panaskan diatas hot plate dan biarkan mendidih pada suhu 70 ^{0}C
  - Jika selama mendidih warna merah muda hilang, tambahkan lagi larutan $KMnO_4$ 0,01 N sampai warnanya stabil. (± 5 menit) (Dinginkan)
  - Tambahkan 10 ml larutan baku $KMnO_4$ 0,01 N kemudian panaskan lagi hingga mendidih selama 10 menit, suhu 100^{0}C.
  - Setelah itu tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N **(temperatur 80 – 70 ^{0}C)**
  - Selanjutnya titrasi dengan larutan baku $KMnO_4$ 0,01 N sampai menunjukan warna merah muda.
  - Catat volume $KMnO_4$ 0,01 N yang dibutuhkan (10 ml + ml titrasi), apabila pemakaian larutan baku $KMnO_4$ lebih dari 7 ml (titrasi), ulangi analisa dengan cara mengencerkan larutan uji.
  - Untuk nalisa secara duplo, apabila terdapat perbedaan pemakaian larutan baku $KMnO_4$ lebih dari 0,1 ml, ulangi pengujian, apabila kurang atau sama dengan 0,1 ml rata-ratakan hasilnya.

5. **Standarisasi $KMnO_4$**

- Ukur 100 ml air suling secara duplo dan masukan dalam labu elenmeyer 250 ml, panaskan sampai suhu ± 70 ^{0}C (Dinginkan)
- Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N bebas zat organik
- Tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N
- Titrasi dengan larutan baku $KMnO_4$ sampai menunjukan warna merah muda
- Catat volume $KMnO_4$ yang dibutuhkan untuk titrasi, apabila perbedaan pemakaian larutan baku atau = 0,1 ml maka hasilnya di rata-rata

(nilai yang di dapat pada standarisasi $KMnO_4$ di gunakan untuk perhitungan normalitas larutan baku $KMnO_4$)

6. **Perhitungan**

Perhitungan nilai permanganat dengan rumus sebagai berikut :

Mg/l $KMnO_4$ = $[\{(10+A)B-(0,1)\}x316]xp$

Dengan Penjelasan:

A : ml larutan baku $KMnO_4$ yang digunakan dalam titrasi (total)

B : Normalitas larutan baku $KMnO_4$

$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

Dengan penjelasan

V_1 = ml larutan baku asam Oksalat

V_2 = ml larutan baku $KMnO_4$ yang digunakan untuk titrasi

N_1 = Normalitas larutan baku asam oksalat

N_2 = Normalitas larutan baku $KMnO_4$ yang dicari

P : faktor pengenceran larutan uji

B. Pemeriksaan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

1. **Metode**

   Closed Reflux Titrimetric

2. **Prinsip**

   Senyawa organic dalam air dioksidasi oleh larutan kalium dikromat dalam suasana asam sulfat pada temperature 150^0C selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat (yang tidak tereduksi) dititrasi dengan larutan fero ammonium sulfat (FAS) memakai indicator feroin. Materi organic yang teroksidasi akan dikalkulasi dengan bentuk ekivalensi oksigen.

3. **Pereaksi**

   3.1. Larutan standar kalium dikromat 0,0167 M

   Tambahkan 4,193 gram $K_2Cr_2O_7$, yang sebelumnya telah dikeringkan pada suhu 103^0C selama 2 jam, pada 500 ml air destilasi. Lalu tambahkan 167 ml H_2SO_4 pekat dan 3,33 gram H_gSO_4. Larutkan dan dinginkan sampai temperature kamar kemudian encerkan volumenya menjadi 1000 ml.

   3.2. Pereaksi asam sulfat

   Tambahkan Ag_2SO_4 (bentuk kristal atau bubuk) pada H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 gram Ag_2SO_4 per kg H_2SO_4. Biarkan selama 1 atau 2 hari hingga seluruh Ag_2SO_4 larut.

   3.3. Larutan indikator feroin

   3.4. Larutkan 1,485 gram 1,10-Phenantrolin monohidrat dan 695 mg $FeSO_4.7H_2O$ dalam air destilasi dan encerkan hingga volumenya 100 ml, lalu larutan indikator feroin diencerkan dengan perbandingan 1 : 4 (1 ml Larutan indikator feroin dan 4 ml air destilasi) sebelum digunakan.

   3.5. Larutan feroin amonium sulfat (FAS)

   Larutkan 39,2 gram $Fe(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ dalam air destilasi. Lalu tambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat dan encerkan hingga volume 1000 ml. Larutkan ini harus distamdarisasi dengan cara sebagai berikut :

Masukkan 2,5 ml air destilasi, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Dinginkan pada temperatur kamar, kemudian tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator feroin. Titrasi dengan FAS sampai berwarna awal merah kecoklattan. Molaritas FAS yang dipakai dengan rumus :

Molaritas FAS = (ml $K_2Cr_2O_7$ x 0,1)/ml FAS

4. Cara kerja

a. Cici tabung COD dan rendam dalam 20 % H_2SO_4 untuk penggunaan pertama kali.

b. Masukkan 2,5 ml sampel, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Tutup tabung rapat-rapat dan kocok agar tercampur sempurna.

c. Masukkan pada pemanas COD mikro lalu panaskan pada suhu 150^0C selama 2 jam.

d. Dinginkan pada suhu kamar. Kemudian tuangkan isinya ke dalam wadah yang lebih besar. Tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator feroin. Titrasi dengan FAS Titik akhir titrasi adalah terjadi perubahan earna dari biru kehijauan sampai berwarna merah kecoklattan. Catat ml FAS yang dipakai untuk titrasi.

e. Buat blangko dengan air destilasi sebagai pengganti sampel, lalu langkah-langkah pengerjaan diatas diulangai kembali. Catat ml FAS yang dipakai untuk titrasi blangko tersebut.

5. Perhitungan

COD (mg O^2/l) = (A-B) x M x 8000/ml sampel

Dengan :

A = ml FAS yang dipakai untuk titrasi blangko

B = ml FAS yang dipakai untuk titrasi sampel

M = molaritas FAS

C. Analisa Zat Padat Tersuspensi (TSS)

1. **Metode**

   Penyaringan kertas saring

2. **Prinsip**

   Bila zat padat dalam sampel dipisahkan dengan menggunakan filter kertas atau filter fiber glass (serabut kaca) dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan pada suhu 105^0 C. Maka berat residu sesudah pengeringan adalah zat padat tersuspensi.

3. **Alat-alat**

   a. cawan porselin

   b. oven untuk pemanasan 105^0 C

   c. Desikator

   d. Timbangan analitis

   e. Filter kertas

4. **Cara Kerja**

   a. Panaskan filter kertas di dalam oven pada suhu 150^0C selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan kemudian timbang dengan cepat. Pemanasan biasanya cukup 1 jam. Namun pemanasan perlu diulang sampai didapatkan berat yang konstan atau kehilangan berat sesudah pemanasan ulang kurang dari 0,5 mg.

   b. Sampel yang sudah dikocok merata, sebanyak 100 ml dipindahkan dengan menggunakan pipet, ke dalam alat penyaringan atau cawan yang sudah ada filter kertas di dalamnya. Kemudian saring.

c. Filter kertas diambil dari alat penyaring dengan hati – hati dan masukana dalam oven untuk pemanasan pada suhu 105^0C. Selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator dan kemudian timbang dengan cepat.

5. Perhutungan

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(a-b)x1000}{c}$$

Dimana :

a = berat filter dan residu sesudah pemanasan 105^0C (mg)

b = berat filter kering (sesudah pemanasan) (mg/l)

c = ml sampel

E. Analisa VSS *(Volatile Suspended Solid)*

1. Metode

Gravimetri (analisa berdasarkan pertimbangan berat)

2. Prinsip

residu hasil sentrifugal dikeringkan pada suhu 105^0C sampai beratnya konstan. Perbedaan berat antara cawan kosong dengan cawan berisi padatan menunjukkan jumlah total padatan tersuspensi *(Total Suspended Solid)*. Residu tersebut selanjudnya dipanaskan kembali pada suhu 550 ± 50^0C menyatakan besarnya volatil yang tersuspensi *(Volatile Suspended Solid)*

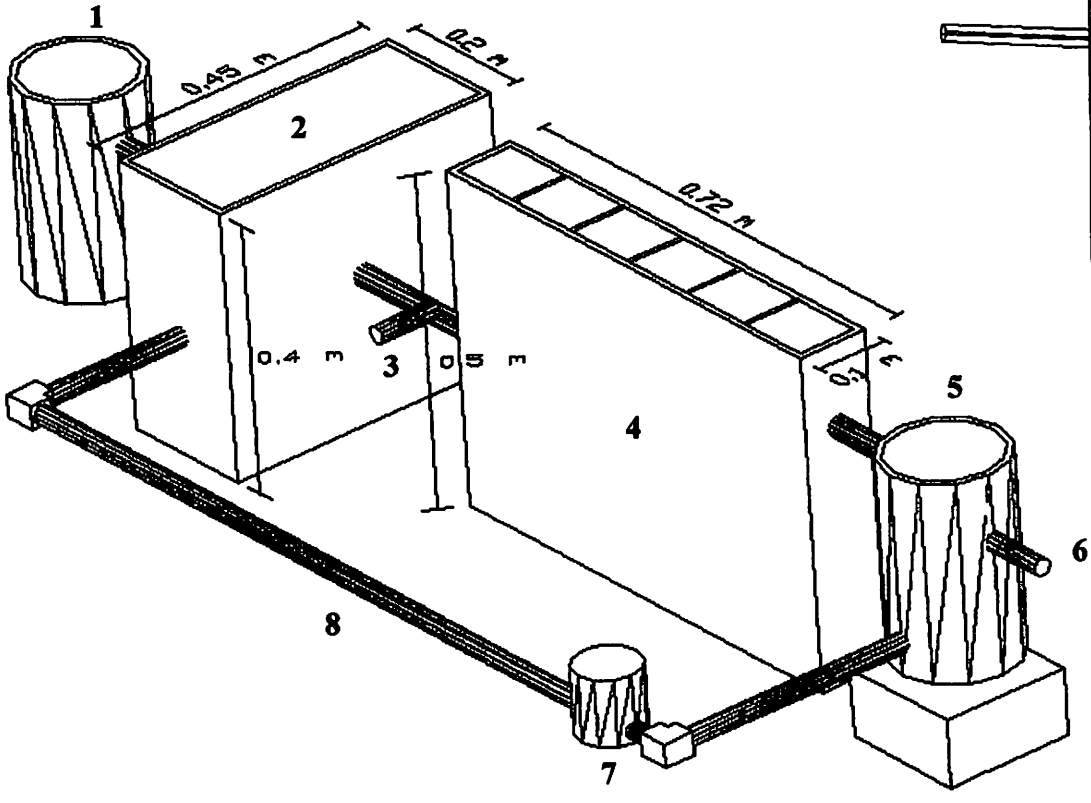
3. Cara Kerja

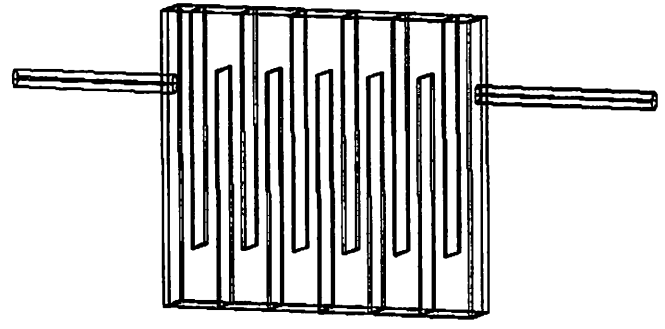
a. Timbang cawan krus kosong (yang sebelumnya telah dipanaskan pada suhu 550^0C ± 50^0C selama 1 jam).
b. sampel yang akan diperiksa disentrifugasi selama 15 menit untuk memisahkan antara padatan dengan liquid-nya.
c. Lalu masukan padatan tersebut ke dalam cawan krus yang telah ditimbang. Setelah itu krus tersebut dibakar dengan oven 105^0C selama 1 jam.
d. dinginkan dalam desikator lalu timbang (a gram)
e. kemudian krus tersebut dibakar lagi dengan oven 600^0C selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator lalu timbang (b gram).

4. Perhitungan

VSS (mg/l) = (a-b)/ml sampel x 10^6

Gambar 3.3 Dimensi Reaktor ABR





Gambar potongan ABR

Keterangan :

1. Bak influen
2. Bak equalisasi
3. Valve pengatur debit
4. Reaktor ABR (dengan 6 kompartemen)
5. Bak effluent
6. Valve untuk pengambilan sampel
7. Pompa
8. Pipa resirkulasi

Gambar 1. Proses seeding lumpur RPH

Gambar 2. Proses aklimatisasi batch selama 2 hari

Gambar 3. Proses aklimatisasi kontinyu

Gambar 4. Proses kontinyu

Gambar 5. Proses resirkulasi

Gambar 7. Desain keseluruhan ABR dengan proses kontinyu dan resirkulasi