

TA/TL/2006/0125

TUGAS AKHIR

| | |
|------------------------|--------------|
| PERPUSTAKAAN FISIP UII | |
| HABIS/BELI | |
| TGL. TERIMA : | 26/10/2007 |
| NO. JUDUL : | 002391 |
| NO. INV. : | 020002391001 |
| NO. INDIK. : | |

**PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD)
DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS)
PADA AIR LIMBAH DOMESTIK
DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**

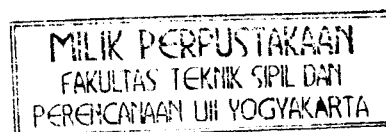
*Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Sebagai
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Lingkungan*



Disusun oleh :

Nama : Dian Kusuma
Nim : 02.513.074

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2006




LEMBAR PENGESAHAN

**PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) DAN
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA LIMBAH DOMESTIK
DENGAN MENGGUNAKAN *MEMBRAN KERAMIK***

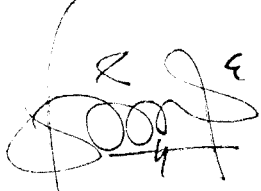
Nama : Dian Kusuma
No. MHS : 02.513.074

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I
Ir. H. Kasam, MT


Tanggal : 14-11-06

Dosen Pembimbing II
Eko Siswoyo, ST


Tanggal : 14-11-06

**PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) DAN
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA LIMBAH DOMESTIK
DENGAN MENGGUNAKAN *MEMBRAN KERAMIK***

Kasam ¹⁾, Eko Siswoyo ²⁾, Dian Kusuma ³⁾

ABSTRAKSI

Saat ini pengolahan limbah domestik belum tertangani dengan baik karena sistem pengolahannya yang membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Jumlah air limbah domestik yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya. Limbah domestik pada umumnya mempunyai padatan tersuspensi yang tinggi yang dapat mempengaruhi tingkat kekeruhan, COD (*Chemical Oxygen Demand*). Pada penelitian ini dipilih teknologi dengan menggunakan *membran keramik* dengan komposisi tanah lempung, pasir kuarsa, serbuk gergaji. Teknologi *membran keramik* merupakan teknologi yang kini sedang dikembangkan.

Pada penelitian dengan menggunakan *membran keramik* ini terdapat 2 proses yang terjadi yaitu filtrasi dan adsorpsi, dimana air dialirkan melalui *membran keramik* melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan $Q = 1000$ lt/jam, $A_c = 220-240$ v/Hz dan $w = 15$ watt. *Membran keramik* yang digunakan pada penelitian ini adalah *membran keramik* dengan variasi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5%. Teknologi ini memiliki kelebihan-kelebihan antara lain : bahan-bahannya telah ada di alam (alami), murah dan mudah dalam pembuatannya, mempunyai nilai ekonomis yang tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah Mengetahui besarnya efisiensi penurunan konsentrasi COD dan TSS pada air limbah domestik, Mencari komposisi *membran keramik* yang paling optimum, dari komposisi serbuk gergaji 5%, 7,5%, dan 10% dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada air limbah domestik, dan Mengetahui waktu yang optimal dari variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada air limbah domestik.

Hasilnya COD mengalami penurunan konsentrasi secara optimum pada menit ke-30 yaitu sebesar 43,65 % dengan menggunakan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %, dan untuk TSS mengalami penurunan optimum pada menit ke-180 yaitu sebesar 73,47 % dengan menggunakan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %.

Kata kunci : *Membran Keramik*, komposisi serbuk gergaji, limbah domestik, COD, TDS, efisiensi.

1) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta
2) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta
3) Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta

**DEGRADATION OF CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) AND TOTAL
SUSPENDED SOLID (TSS) AT DOMESTIC WASTEWATER
USING CERAMIC MEMBRANE**

Kasam ¹⁾, Eko Siswoyo ²⁾, Dian Kusuma ³⁾

ABSTRACT

Now the treatment for domestic wastewater not get a good handling because the treatment system expensive cost. The quantity of the domestic wastewater that through out will always increase by the increasing of population with all of the activity. Domestic wastewater usually have hinger suspended solid that can influence turbidity and *chemical oxygen demand*. On this research technology that used is *ceramic membrane* with composition of clay, quartz, and saw dust. Ceramic membrane is technology that development.

In this research using *ceramic membrane* there are two process, filtration and adsorption, where the water flow to ceramic membrane with the pipe using pump and the spesification of pump are $Q = 1000$ lt/jam, $A_c = 220-240$ Volt/Hz, dan $W = 15$ Watt. *Ceramic membrane* that used in this research are *ceramic membrane* with variation of saw dust 5%, 7,5% dan 10%. This technology have alot of benefit, such as : the materials supply from the nature (natural), cheap and easy to made it, and also high economic value.

The purpose of the research are To know the efficiency decrease of *chemical oxygen demand* (COD) and *total suspended solid* (TSS) in domestic wastewater, To looking of the best composition of *ceramic membrane* from saw dust composition 5%, 7,5% and 10% in decrease of *chemical oxygen demand* (COD) and *total suspended solid* (TSS) in domestic wastewater, and also To know the best time of the varians 30 minute, 60 minute, 90 minute, 120 minute, 150 minute, 180 minute in decrease of *chemical oxygen demand* (COD) and *total suspended solid* (TSS) in domestic wastewater.

The result of *chemical oxygen demand* (COD) is decrease optimum at 30 minute equals 43,65% with *ceramic membrane* by composition of saw dust 7,5%, and *total suspended solid* (TSS) got the optimum time at 180 minute equals 73,47% with ceramic membrane by composition of saw dust 7,5%.

Key word : Ceramic Membrane, composition saw dust, domestic wastewater, COD and TSS, efficiency

1) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta

2) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta

3) Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta

HALAMAN PERSEMBAHAN

SEBUAH KARYA KECIL SEBAGAI UNGKAPAN CINTA,
HORMAT DAN BAKTIKU BAGI ORANG - ORANG TERCINTA,
DENGAN KERENDAHAN HATI KARYA INI KUPERSEMBAHKAN
UNTUK :

*Untuk Kasih Sayang
dan cinta, Tetesan Keringat, Air Mata, Lantunan Doa, Perih Hati dan
Segalanya yang tidak akan pernah habis untuk ananda
sebutkan.....kupersembahkan goresan tinta ini untuk ayah dan ibu
tercinta I love u.....*

**my sister "arlin ratu panita n
suami "indrat mantimur"**

REPONAKANG YANG BANGGEL N BERKEMERIN
"ALBIRRA WAHYU ROMANTHAN"

Tingkah lakumu 'n Senyummu membuat tante semangat tu pulang.....

MOTTO

Sesungguhnya Salatku, Ibadatku, Hidupku dan Matiku semuanya bagi
Allah SWT, Rabb Semesta Alam
(Q.S. Al An'am:162)

Barang Siapa Menempuh Jalan untuk Menuntut Ilmu, maka Allah
Memudahkan Bagi Orang Itu Jalan Menuju Surga
(HR. Muslim)

Jika kau merasa lelah & tak berdaya dari usaha yang seperti sia-sia
Allah tau betapa keras kamu berusaha.....

Ketika kau sudah menangis sekian lama dan hatimu masih terasa
pedih

Allah sudah menghitung air matamu.....

Ketika kau merasa sendirian dan temenmu terlalu sibuk dengan
urusannya

Allah selalu berada disampingmu.....

Ketika tau pikir bahwa sudah mencoba segalanya dan tidak tau
mau berbuat apalagi

Allah punya jawabannya.....

Jika kau pikir bahwa hidupmu sedang menunggu sesuatu dan
waktu terus berlalu begitu saja

Allah sedang menunggu bersama denganmu.....

(HR. Muslim)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kepada **Allah SWT** yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, tidak lupa juga sholawat serta salam kepada **Nabi Muhammad SAW**, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)* DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)* PADA LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK”**.

Tugas akhir ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tak lepas dari bantuan berbagai pihak baik yang berupa material maupun spiritual. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Drs. Edy Suandi Hamid, Mec selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Luqman Hakim, ST. Msi selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan.
4. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberi penulis banyak masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan dan juga selaku Dosen Pembimbing II yang banyak memberi masukan dalam penyusunan tugas akhir ini dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Dosen-dosen Teknik Lingkungan : Pa' Andik, Pa' Hudori, Pa' Hananto, Pa' Agus Taftazani, Pa' Kristi Basuki, Bu' Yureana, Pa' dosen dan Bu'

dosen semuanya, Terima kasih atas semua ilmunya yang telah diberikan,
Thank's Buangeett.....

7. Buat my parents, ayah 'n ibu makasih banyak untuk do'anya selama ini, sehingga Dian dapat menyelesaikan TA ini dengan lancar. 'n all my family makasih tuk supportnya...
8. Mas Agus, Bagian semua urusan Teknik Lingkungan. Makasih banyak yah mas atas bantuannya selama ini dalam mengurus semua hal.....
9. Mas Iwan, Labornya Teknik Lingkungan. Makasih banyak yah mas atas bantuannya selama ngeLab, maaf dah bikin kepalanya pusing mulu. TheUnk masih diLab koq mas ampe desember, so bantuannya masih dibutuhkan ("_), pokok'ke mas Iwan T O P B G T deehhhh.....
10. Maz Pur, yang ngebuat'in keramik. Makasih banyak ya dah ngebuat'in keramikny..... Maaf ga bisa datang waktu gempa kemarin. Sukses tuk Kasongannya.
11. Ceramic Membrane Team : L@2, Th!o, In@, Th!@, N'chuR, M@s @nton, CoPh_y@n, Thank atas bantuannya.... semang@@@@tttt.
12. To sahabat2Q "Kumat Gank" Enot Kumat, Yeni Kumat 'n Desi Kumat. "Enot Kumat" (temenQ satu perjuangan menuju kota PELAJAR, temenQ dari kecil ampe gede, temenQ dirumah, temenQ satu kos'an tapi akhirnya QT ga satu kost'an lagi. Thank's ya buat kebersamaannya 'kebersamaan yang campur aduk jadi satu' makasih juga udah ngebantuin TheUnk selama di kota GUDEK u'r my best friend n makasih juga dah mo dengerin keluh kesahku thx coz u always in my side when i need u maaf klo aku kadang ga pernah ada saat kamu lagi butuh. Akhirnya TheUnk nyusul U juga jadi sarjana ("_). Eh makasih juga ya buat namanya "TheUnk", cukup QT2 orang2 yang cerdas tau arti dari TheUnk he..he..("_. Kapan married ama masnya????). "Yeni Kumat" (temenQ dirumah ampe temenQ SMU. Makasih buat kebersamaannya selama di SMUNSA, kebersamaan bolos bareng (manjat pager bo!!), kebersamaan makan bareng, kebersamaan tidur bareng 'n masih banyak kebersamaan2 lainnya), Duh yang mahasiswa baru gimana kuliahnya?, enak ga di

BDG????). “Desi Kumat” (temenQ TK, temenQ main ampe temenQ SMU. Makasih tuk semua kebersamaannya selama ini, kebersamaan seneng ‘n kebersamaan beratem, kebersamaan bolos bareng (manjat pager bo!!), kebersamaan makan bareng, kebersamaan tidur bareng etc deh). Kapan married ma mas arinya?? TheUnk seksi paling seksinya eh seksi makan-makan aja dech). “”HIDUP KUMAT GANK”” Tiada sesuatu yang paling indah di dunia ini kecuali sahabat-sahabatQ yang selalu ada di sisiku menemani hari-hari ku.....

13. Anak2 Paguyuban Seni Rukun Rencang “RR” To all generation 1, 2, 3, 4. Thank’s buat sholawat’annya selama hampir 4 tahun ini. Kalian keluargaQ selama aQ di Jogja, bersama kalian hari2Q lebih bermakna ‘n lebih indah dengan penuh canda tawa..... “Bersama QT Membumikan Sholawat”.
14. Anak2 Enviro Bersaudara (EB) : Thia (bu komandan EB), Thio, La2, Ina, Oenhay, Bani, Qc, Nefa, Nelly, Lia, Rani, Rintis, Bona, Tutik, Nisa, Desi, Novi, makasih banyak buat kebersamaannya selama di kota GUDEK. Saat-saat diujung status QT sebagai mahasisiwi Teknik Lingkungan masih berlaku hikss (“_”)..... Don’t forget me friend. Tetep eSeMeS’an ‘n miscall2’an ye. Jangan lupa TheUnk klo dah mo married eh dah dapat kerja dinkk, Undangannya di tunggu!!!! ‘Ntar QT pada reuni’an yukk’sss. I will miss all of u, kapan neh kita party2, jalan2 ke Alkid, ‘n belajar bareng lagi.
15. Anak-anak TL 2002.....yang dah pada lulus bagi2 donk klo ada lowongan kerja ‘n yang masih berjuang ngraih gelar STnya jangan patah semangat ya.....i’ll be missing u all..... Cayoooooooo!!!!
16. Anak2 KKN SL_108, Adhit, Codot, Febka, Dimas, Trio, Bambank, bang Adnan, Wita, Nissa, Riska ‘n Dwi → makasih buat kebersamaannya selama kurang lebih 3 bulan di dusun Tanjungtirto Berbah....
17. Anak2 Wisma Kusuma, Uyun_Dinda (Kapan married yun??, undang2 RR ya), Miauuuuuu_Ojie (Hii penghuni baru wisma kusuma, Tetep betahnya di wisma kusuma klo yu` dian katek lagi, awet2 aja ya ma ojienya walau jauh disebrang sana (“_”) tapi gimana ama pu2tnya?? He..he..) Nitul_tul2

(Gimana ma ikhsannya?? Koq ga da lagi kedengeran kabar lanjut'annya, Cepet nyusul ya S.Farmnya), PithonK (Gimana lanjut'an dietnya sukses ga??, makasih buat pinjaman motornya klo lagi mepet ga da motor.... kapan ngajak mba' dian jalan2 ke MLG, biar mba' dian ga nyasar lagi di MLG??), TanTe Marta (Cayo belajar yang rajin, jangan mikirin cowo' mulu apalagi mikirin mu2 yang ga jelas he..he.. dah jadian belum?? Kapan ngikut mba' dian RR lagi?? Jadi beli lemari mb'dian ga?? Moga dapet cowo' yang baik ya!!), UdeL (Horassss DeL ("_), makasih buat pinjaman majalah 'n tasnya, jadi pindah ke lantai 3 kah??), Ma'e Lissa (Ma' kapan lahir'an de2knya, klo dah lahir'an ajak2 ke wisma kusuma ya...), Shushi (maaf klo mba' dian suka panggil kamu Pushi, coz ada masalah dengan namanya Shushi he..he..), Ceri_phe (Lagi Diet ya phe?? Mana Serabi Solonya??, katanya mo bawa'in mba' dian!!), Di_Nul (Awet aja dech ma mas Onanknya....), Kas_Tul (Koq masnya ganti2 mulu!!! Jadi bingung yang mana???), Kecik (Sukses aja ya cik.... tambah gede donk, jangan kecil muluu...), Lisa_Bantul (Good luck aja dech buat lisa...) Thank's untuk semuanya, sorry klo dian ada2 salah.....

18. Bapak 'n Ibu kost yang dah memberikan dukung'annya...makasih... makasih juga buat oleh2 tiap lebarannya. 3x lebaran bo!!!
19. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini mungkin masih banyak kekurangan yang disebabkan terbatasnya kemampuan dan pengetahuan dari penyusun. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, November 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|------------------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL | |
| HALAMAN PENGESAHAN | i |
| ABSTRAK | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| MOTTO | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xix |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Air Limbah/ Air Buangan | 7 |
| 2.1.1 Pengertian Air Limbah/ Air Buangan | 7 |
| 2.1.2 Sumber Air Limbah | 8 |
| 2.1.3 Komposisi Air Limbah | 9 |

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------|----|
| 2.1.4 | Sifat Air Limbah | 13 |
| 2.2 | Pengolahan Air Buangan Rumah Tangga/ Limbah Domestik ... | 19 |
| 2.2.1 | Membran Keramik | 19 |
| 2.2.2 | Keramik | 24 |
| 2.2.3 | Bahan Baku Keramik | 26 |
| 2.2.4 | Pembuatan Keramik | 38 |
| 2.3 | Parameter-Parameter Penelitian | 43 |
| 2.3.1 | Chemical Oxygen Demand | 43 |
| 2.3.2 | Total Suspended Solid | 46 |
| 2.4 | Penelitian Terdahulu | 49 |
| 2.5 | Hipotesa | 50 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------|----|
| 3.1 | Metodologi Penelitian Secara Umum | 51 |
| 3.2 | Jenis Penelitian | 51 |
| 3.3 | Objek Penelitian | 52 |
| 3.4 | Lokasi Penelitian | 52 |
| 3.5 | Waktu Penelitian | 52 |
| 3.6 | Metode Penelitian | 53 |
| 3.7 | Variabel Penelitian | 54 |
| 3.8 | Parameter yang Diuji dan Analisa Laboratorium | 54 |
| 3.9 | Tahapan Penelitian | 55 |
| 3.9.1 | Desain Membran Keramik..... | 55 |
| 3.9.2 | Desain Reaktor Luar | 55 |

| | | |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.9.3 | Persiapan Alat dan Bahan Untuk Penelitian | 56 |
| 3.9.4 | Analisa Data | 57 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | | |
| 4.1 | Hasil Uji Laboratorium Untuk Chemical Oxygen Demand .. | 60 |
| 4.1.1 | Data Pengukuran Chemical Oxygen Demand | 60 |
| 4.1.2 | Analisa Data Dengan Menggunakan T-Test | 65 |
| 4.1.2.1 | T-Test Analisa COD Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % | 66 |
| 4.1.2.2 | T-Test Analisa COD Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 % | 67 |
| 4.1.3 | Pembahasan Konsentrasi Chemical Oxygen Demand.. | 68 |
| 4.2 | Hasil Uji Laboratorium Untuk Total suspended Solid | 74 |
| 4.2.1 | Data Pengukuran Total Suspended Solid | 74 |
| 4.2.2 | Analisa Data Dengan Menggunakan T-Test | 79 |
| 4.2.2.1 | T-Test Analisa TSS Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % | 80 |
| 4.2.2.2 | T-Test Analisa TSS Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 % | 81 |
| 4.2.3 | Pembahasan Konsentrasi Total Suspended Solid | 82 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | |
| 5.1 | Kesimpulan | 87 |
| 5.2 | Saran | 88 |

DAFTAR PUSTAKA 86

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1. | Rata-rata Aliran Air Limbah dari Daerah Pemukiman | 9 |
| Tabel 2.2. | Komposisi Air Limbah yang Berasal dari Kamar Mandi dan WC .. | 12 |
| Tabel 2.3. | Komposisi Air Limbah Domestik | 12 |
| Tabel 2.4. | Sifat Fisik dari Air Limbah Rumah Tangga | 14 |
| Tabel 2.5. | Kandungan Bahan Mineral yang Ada di dalam Air Limbah Rumah Tangga | 16 |
| Tabel 2.6. | Klasifikasi Mikroorganisme yang Ada di Dalam Air Limbah | 17 |
| Tabel 2.7. | Perbandingan Adsorpsi Fisik dan Adsorpsi Kimia | 21 |
| Tabel 2.8. | Macam dan Perkiraan Jumlah Limbah Serbuk Gergaji di Kalimantan Timur | 37 |
| Tabel 2.9. | Jenis Kayu dan Kandungan Kimianya yang Banyak Diolah di Kalimantan Timur | 37 |
| Tabel 2.10. | Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran | 42 |
| Tabel 2.11. | Perbandingan Rata-rata Angka BOD ₅ /COD untuk Beberapa Jenis Air | 45 |
| Tabel 2.12. | Klasifikasi Padatan di Perairan Berdasarkan Ukuran Diameter | 46 |
| Tabel 3.1. | Analisa Laboratorium | 54 |
| Tabel 4.1. | Prosentase Porositas Membran Keramik | 67 |
| Tabel 4.2. | Data Konsentrasi COD Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % | 59 |

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.3. | Data Konsentrasi COD Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 % | 61 |
| Tabel 4.4. | Data Konsentrasi TSS Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % | 71 |
| Tabel 4.5. | Data Konsentrasi TSS Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 % | 73 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gambar 2.1. | Skema Komposisi & Prosentase Komponen Penyusun Limbah ..11 |
| Gambar 2.2. | Skema Proses Perubahan Bentonit Alam Dalam Pembakaran 42 |
| Gambar 2.3. | Skema Pembagian Zat Padat Total 48 |
| Gambar 3.1. | Skema Diagram Alir Penelitian 53 |
| Gambar 3.2. | Reaktor Membran Keramik 56 |
| Gambar 4.1. | Konsentrasi COD Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % 60 |
| Gambar 4.2. | Hubungan Effisiensi Removal COD dengan Variasi Waktu Sampling Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % 60 |
| Gambar 4.3. | Konsentrasi COD Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 % 62 |
| Gambar 4.4. | Hubungan Effisiensi Removal COD dengan Variasi Waktu Sampling Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 % 62 |
| Gambar 4.5. | Konsentrasi TSS Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % 72 |
| Gambar 4.6. | Hubungan Effisiensi Removal TSS dengan Variasi Waktu Sampling Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % 72 |

| | | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.7. | Konsentrasi TSS Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 % | 74 |
| Gambar 4.8. | Hubungan Effisiensi Removal TSS dengan Variasi Waktu Sampling Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 % | 74 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data_Data Dari Hasil Pengujian Dengan Menggunakan *Membrane Keramik*.
- Lampiran 2. Data-Data Hasil Analisa T-Test Pada Pengujian Dengan Menggunakan *Membrane Keramik*.
- Lampiran 3. Data-Data Hasil Analisa Effisiensi Pada Pengujian Dengan Menggunakan *Membrane Keramik*.
- Lampiran 4. Data-Data Hasil Spektrofotometer
- Lampiran 5. Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No : 214/KPTS/19991
- Lampiran 6. Surat Keterangan Ijin Dari Badan Perencanaan Daerah (BAPEDA) Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Lampiran 7. Surat Keterangan Ijin Dari Dinas Pemukiman dan Prasarana Wilayah (DISKIMPRASWIL) Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Lampiran 8. Analisa Laboratorium
- Lampiran 9. Foto-Foto Saat Penelitian (Pengambilan sampel dan Pengujian di laboratorium)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Limbah merupakan hasil sampingan akibat proses produksi/ kegiatan manusia yang berbentuk cair, gas dan padat. Limbah domestik/ rumah tangga adalah air yang telah dipergunakan yang berasal dari rumah tangga atau pemukiman termasuk di dalamnya adalah berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, kotoran manusia, WC, serta tempat memasak. Dalam air limbah terdapat bahan kimia yang sulit untuk dihilangkan dan berbahaya. Jumlah air limbah domestik yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya. Apabila jumlah air limbah yang dibuang berlebihan, melebihi dari kemampuan alam untuk menerimanya maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Lingkungan yang rusak akan menyebabkan menurunnya tingkat kesehatan manusia yang tinggal pada lingkungannya itu sendiri sehingga oleh karenanya perlu dilakukan penanganan air limbah yang seksama dan terpadu baik yang dilakukan oleh pemerintah, swasta dan masyarakat. Apabila kota itu belum memiliki sistem pembuangan air limbah secara tertutup, maka umumnya hanya air limbah yang berasal dari kamar mandi dan cuci saja yang dibuang ke saluran limbah kota. Sedangkan kotoran yang berasal dari WC akan dibuang ke tempat pembuangan khusus yang dikenal dengan *septic tank*.

Yogyakarta yang dikenal sebagai kota pariwisata dan kota pelajar tentu sering dikunjungi oleh wisatawan domestik dan wisatawan mancanegara, dengan

semakin meningkatnya pendatang yang hidup di kota Yogyakarta maka akan semakin meningkat pula limbah domestik yang akan dihasilkan terutama limbah yang berasal dari buangan rumah tangga. Sehubungan dengan pembuangan kotoran rumah tangga ini, maka perlu kiranya dipertimbangkan akibat negatif yang akan ditimbulkan dari pembuangan itu. Sebagai gambaran, pola pencemaran yang ada dalam tanah apabila suatu sumber pencemar diletakkan di dalam tanah, semakin banyak limbah domestik yang dihasilkan maka semakin bertambah pula pencemaran yang ditimbulkan bila tidak ditangani dengan baik. Dengan adanya alasan ini maka sudah seharusnya Yogyakarta memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) kota dengan sistem pembuangan berupa saluran tertutup, dimana air limbah dan kotoran rumah tangga yang dihasilkan dari kota Yogyakarta akan dibuang ke IPAL untuk dialirkan ke tempat pengolahan yang tersedia.

Limbah domestik pada umumnya mempunyai padatan tersuspensi yang tinggi yang dapat mempengaruhi tingkat kekeruhan, COD (*Chemical Oxygen Demand*). Sebagai salah satu alternatif pengolahan untuk menurunkan konsentrasi limbah domestik dengan parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total suspended Solid* (TSS) dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi *membran keramik*. Teknologi yang proses pemisahan sedang berkembang dalam beberapa dekade saat ini dan keberadaannya penting adalah teknologi membran, teknologi tersebut antara lain adalah teknologi *membran keramik*, dimana keramik berfungsi sebagai media filter. Dalam prakteknya teknologi *membran keramik* digunakan dalam pengolahan air baik pada air baku maupun pada air limbah, sehingga dengan adanya teknologi *membran keramik* ini diharapkan dapat meremoval

kandungan COD dan TSS. Hasil akhir yang diperoleh dari penggunaan teknologi *membran keramik* ini diharapkan menghasilkan effluent yang berkualitas lebih baik dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan-kebutuhan yang lain. Pada penelitian ini teknologi *membran keramik* menggunakan komposisi bahan baku antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Teknologi *membran keramik* merupakan teknologi yang kini sedang dikembangkan. Teknologi ini memiliki kelebihan-kelebihan antara lain:

1. Bahan-bahannya mudah diketemukan karena telah ada dialam (alami).
2. Murah dan mudah dalam pembuatannya.
3. Mempunyai nilai ekonomis yang tinggi.

Untuk teknologi *membran keramik* sendiri telah ada penelitian sebelumnya antara lain yang dilakukan oleh Prof. Ir. Wahyono Hadi Msc. PhD, dari provinsi Jawa Timur yang meneliti tentang efisiensi pemisahan optimum untuk purifikasi air dan konsentrasi logam berat pada limbah elektroplating pada penggunaan kembali bahan baku dengan tujuan untuk menyediakan air tawar di daerah pesisir dan menyediakan konsentrat logam berat dari suatu limbah pelapisan logam sejenisnya agar dapat diproses kembali untuk bahan baku.

Hasil dari penelitian adalah sebagai berikut : Efisiensi pemisahan optimum untuk salinitas berkisar antara 32-38% untuk material dengan komposisi keramik Karang Pilang/ pasir/ SG 10/ 5/ 2,5 dengan kecepatan filtrasi 5 liter per jam. Air baku yang dengan kadar klorida 1000, 5000, dan 10000 mg/L terpisahkan salinitasnya masing-masing sebesar 33, 32, dan 38 % dengan kecepatan filtrasi masing-masing sebesar 5,96, 4,32, dan 4,7 L/jam. Komposisi material keramik

Sidoarjo/ pasir/ arang 10/ 5/ 1, keramik Sidoarjo/ pasir/ SG 10/ 5/ 2, keramik Karang Pilang/ pasir/ arang 10/ 5/ 1.5, dan keramik/ SG 10/ 2.5, ditenggarai mempunyai kemampuan pemisahan terbaik untuk logam tembaga. Efisiensi pemisahan tertinggi untuk logam kromium terjadi pada komposisi material keramik Sidoarjo/ pasir/ arang 10/ 5/ 2, keramik Sidoarjo/ pasir/ SG 10/ 5/ 1, keramik Karang Pilang/ pasir/ arang 10/ 5/ 2.5, keramik Karang Pilang/ pasir/ SG 10/ 5/ 1, dan keramik/ SG 10/ 2.5.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada diatas maka diperoleh rumusan masalah yaitu sebagai berikut :

- a) Apakah reaktor *membran keramik* dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada air limbah domestik dan berapa besar efisiensinya.
- b) Pada komposisi berapakah serbuk gergaji efektif dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS.
- c) Berapakah waktu yang efektif untuk dapat menurunkan konsentrasi COD dan TSS.

1.3. Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang ditentukan dan agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan keinginan sehingga tidak terjadi penyimpangan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Metode yang digunakan adalah metode filtrasi dengan menggunakan reaktor *membran keramik*, dengan komposisi reaktor adalah tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji.
- b) Jenis tanah lempung yang digunakan adalah tanah lempung dengan bakaran suhu rendah.
- c) Sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah domestik dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sewon Bantul.
- d) Parameter yang diuji dalam penelitian adalah: COD dan TSS.
- e) Komposisi limbah yang digunakan adalah : 100% limbah domestik.
- f) Variasi dari serbuk gergaji adalah : 5%, 7,5%, dan 10%.
- g) Variasi dari waktu adalah : 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Mengetahui besarnya efisiensi penurunan konsentrasi COD dan TSS pada air limbah domestik.
- b) Mencari komposisi membran keramik yang paling efektif, dari komposisi serbuk gergaji 5%, 7,5%, dan 10% dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada air limbah domestik.
- c) Mengetahui waktu yang efektif dari variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada air limbah domestik.

1.5. Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut:

- a) Mendapatkan suatu teknologi yang murah dan sederhana, dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada air limbah domestik.
- b) Menghasilkan effluent akhir yang berkualitas baik dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan-kebutuhan lain setelah melalui proses *membran keramik*.
- c) Sebagai referensi dan bahan kajian bagi peneliti berikutnya untuk mengembangkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dan mencoba berbagai variasi sehingga akan diperoleh data yang lebih lengkap tentang kemampuan *membran keramik* dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Limbah/ Air Buangan

2.1.1. Pengertian Air limbah/ Air Buangan

Sehubungan dengan penambahan penduduk yang semakin meningkat, maka permintaan akan pangan, sandang dan papan juga semakin meningkat. Hal ini mendorong peningkatan kegiatan pembangunan di berbagai sektor yang mengakibatkan pemanfaatan ekosistem secara tidak rasional dan tidak terkendali. Kegiatan pembangunan tersebut mengakibatkan penurunan kualitas bahkan merusak ekosistem itu sendiri serta berdampak lanjut terhadap gangguan ekosistem lain yang berada di sekitarnya, sehingga mengakibatkan gangguan kehidupan organisme yang hidup di dalamnya maupun terhadap organisme pemanfaatnya termasuk manusia.

Indonesia pada saat ini memiliki masalah mengenai pencemaran lingkungan terutama pencemaran lingkungan perairan antara lain oleh air limbah, baik limbah industri, pertanian maupun limbah rumah tangga. Akibat dari semakin bertambahnya tingkat konsumsi masyarakat serta aktivitas lainnya maka bertambah pula buangan/ limbah yang dihasilkan. Limbah/ buangan yang ditimbulkan dari aktivitas dan konsumsi masyarakat sering disebut limbah domestik.

Apabila suatu kota telah mempunyai sistem pembuangan air limbah yang berupa saluran tertutup dengan pengolahan yang tersendiri, maka setiap air limbah

dan kotoran rumah tangga yang dihasilkan oleh warga kota akan dibuang ke saluran kota terdekat untuk dialirkan ke tempat pengolahan yang tersedia. Akan tetapi apabila kota itu belum memiliki sistem pembuangan air limbah secara tertutup, maka umumnya hanya air limbah yang berasal dari kamar mandi dan cuci saja yang dibuang ke saluran limbah kota, sedangkan kotoran yang bersal dari WC akan dibuang ke tempat pembuangan khusus yang dikenal sebagai *septic tank*.

Air limbah merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya berbagai kegiatan manusia sehari-hari. Air limbah adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Air limbah tersebut biasanya dibuang ke alam yaitu tanah dan badan air. (Sugiarto, 1987). Limbah rumah tangga adalah air yang telah dipergunakan yang berasal dari rumah tangga atau pemukiman termasuk di dalamnya adalah berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, kotoran manusia, WC, serta tempat memasak. Limbah tersebut menjadi permasalahan lingkungan karena kuantitas maupun tingkat bahayanya mengganggu kehidupan makhluk hidup lainnya.

2.1.2. Sumber Air limbah

Sumber utama limbah cair domestik (rumah tangga) berasal dari perumahan dan daerah perdagangan, termasuk daerah perkantoran atau lembaga, serta daerah fasilitas rekreasi. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah

pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi (Sugiharo, 1987).

Untuk daerah perumahan yang kecil, aliran air limbah biasanya diperhitungkan melalui kepadatan penduduk dan rata-rata perorang dalam membuang air limbah. Sedangkan untuk daerah yang luas perlu diperhitungkan jumlah aliran air limbah dengan dasar penggunaan daerah, kepadatan penduduk, serta ada atau tidaknya daerah industri. Untuk daerah pemukiman, rata-rata aliran air limbah dapat dilihat pada Tabel 2.1 :

Tabel 2.1. Rata-rata Aliran Air Limbah dari Daerah Pemukiman.

| No | Sumber | Unit | Jumlah Aliran L/ unit/ hari | |
|----|---------------------------|-------|-----------------------------|-----------|
| | | | Antara | Rata-rata |
| 1 | Apartemen | Orang | 200-300 | 260 |
| 2 | Hotel, penghuni tetap | Orang | 150-220 | 190 |
| 3 | Tempat tinggal keluarga : | | | |
| | Rumah pada umumnya | Orang | 190-350 | 280 |
| | Rumah yang lebih baik | Orang | 250-400 | 310 |
| | Rumah mewah | Orang | 300-550 | 380 |
| | Rumah agak modern | Orang | 100-250 | 200 |
| | Rumah pondok | Orang | 100-240 | 190 |
| 4 | Rumah gandengan | Orang | 120-200 | 150 |

Sumber : Sugiharto, 1987

2.1.3. Komposisi Air Limbah

Sugiarto (1987) menjelaskan, air limbah yang dibuang ke alam (baik tanah maupun badan air) akan mengalami proses dekomposisi secara alami yang dilakukan oleh mikroorganisme baik organik yang terdapat dalam air limbah dapat menjadi bahan yang stabil dan diterima oleh lingkungan. Namun alam

memiliki keterbatasan dalam melakukan proses tersebut apabila jumlah limbah yang dibuang melebihi kemampuannya (daya dukungnya).

Proses dekomposisi air limbah seperti diuraikan di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

1) Secara Anaerobik

Bahan organik terlarut akan dirombak/ diuraikan/ dibusukkan oleh bakteri anaerob (yang dapat hidup tanpa adanya O_2 = oksigen) menjadi senyawa organik sederhana seperti :

- Karbon dioksida (CO_2)
- Metan (CH_4)
- Hydrogen Sulfida (H_2S)
- Amonia (NH_3)
- Gas-gas bau

Dalam proses ini air limbah menjadi keruh, kotor, berbau busuk, serta terjadi pengendapan lumpur cukup besar. Proses perombakannya berjalan dalam waktu yang cukup lama.

2) Secara Aerobik

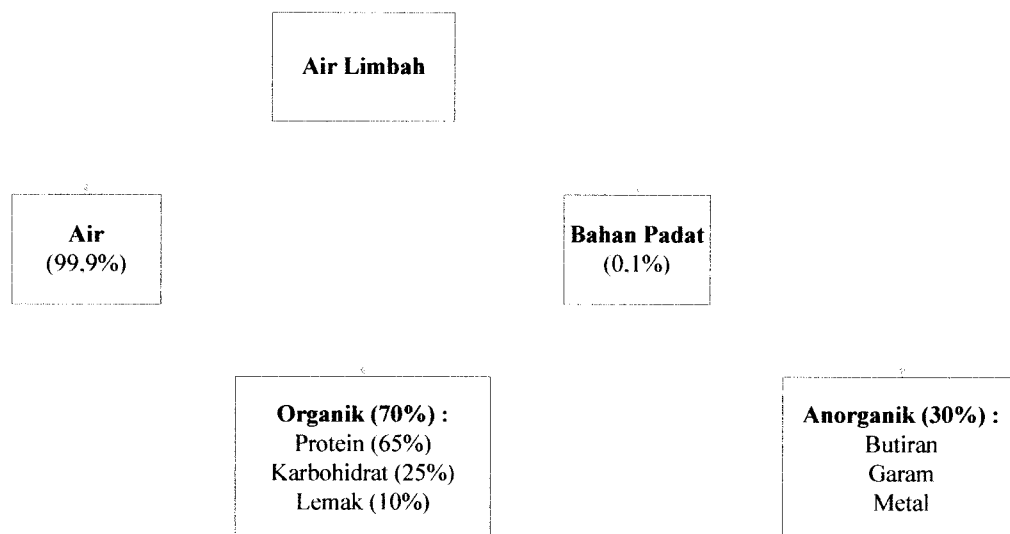
Bahan organik terlarut akan dirombak/ diuraikan/ dibusukkan oleh bakteri aerob (hidunya memerlukan O_2) dan fakultatif menjadi energi, gas, bakteri baru dan bahan buangan akhir yang stabil seperti :

- Karbon dioksida (CO_2)
- Nitrat (NO_3)
- Sulfat (SO_4)

- Senyawa organik stabil

Proses perombakan/ penguraian/ pembusukan biologis dilakukan oleh bakteri aerob dengan menggunakan/ memanfaatkan O_2 (yang terlarut dalam air limbah untuk mengoksidasi bahan organik terlarut sampai semuanya terurai secara lengkap. Agar proses pembusukan biologis dapat berjalan dengan baik maka diperlukan O_2 yang terlarut dalam air limbah dalam jumlah cukup besar.

Sesuai dengan sumber asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap saat. Akan tetapi, secara garis besar zat-zat yang terdapat dalam air limbah dapat dikelompokkan seperti pada Gambar 2.1. berikut :



Gambar 2.1. Skema Komposisi dan Prosentase Komponen Penyusun Limbah Domestik

Sumber : Hefni Effendi, 2003

Untuk mengetahui air limbah rumah tangga secara luas, diperlukan pengetahuan mendetail tentang komposisi atau kandungan yang ada didalamnya. Setelah diadakan analisis ternyata diketahui bahwa sekitar 75% dari benda-benda

terapung dan 40% dari benda-benda padat yang dapat disaring adalah berupa bahan organik. Komponen utama bahan organik tersebut adalah 40-60% protein, 25-50% karbohidrat dan 10% sisanya berupa lemak atau minyak.

Secara lebih khusus, maka air limbah yang berasal dari kamar mandi dan WC yang berupa *faeces* dan *urine* mempunyai komposisi seperti Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Komposisi Air Limbah yang Berasal dari Kamar Mandi dan WC.

| Uraian | Faeces | Air Seni |
|--------------------------------------------------|------------|------------|
| Jumlah per orang per hari (dalam keadaan basah) | 135-270 gr | 1-1,31 gr |
| Jumlah per orang per hari (dalam keadaan kering) | 20-35 gr | 0,5-0,7 gr |
| Uap air (kelembaban) | 66-80 % | 93-96 % |
| Bahan organik | 88-97 % | 93-96 % |
| Nitrogen | 5-7 % | 15-19 % |
| Fosfor (sebagai P ₂ O ₅) | 3-5,4 % | 2,5-5 % |
| Potasium (K ₂ O) | 1-2,5 % | 3-4,5 % |
| Karbon | 44-55 % | 11-17 % |
| Kalsium (sebagai CaO) | 4,5-5 % | 4,5-6 % |

Sumber : Sugiharto,1987

Untuk lebih jelas, maka komposisi air limbah domestik dapat dilihat pada

Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3. Komposisi Air Limbah Domestik.

| Kontaminan | Satuan | Konsentrasi | | |
|--------------------------------------|--------|-------------|--------|--------|
| | | Rendah | Medium | Tinggi |
| Total Solid (TS) | mg/L | 390 | 720 | 1230 |
| Total Dissolved Solid (TDS) | mg/L | 270 | 500 | 860 |
| Fixed | mg/L | 160 | 300 | 520 |
| Volatil | mg/L | 110 | 200 | 340 |
| Total Suspended Solid (TSS) | mg/L | 120 | 210 | 400 |
| Fixed | mg/L | 25 | 50 | 85 |
| Volatil | mg/L | 95 | 160 | 315 |
| Settlable Solids | mg/L | 5 | 10 | 20 |
| BOD ₅ , 20 ⁰ C | mg/L | 110 | 190 | 350 |
| Total Organik Karbon (TOC) | mg/L | 80 | 140 | 260 |

Sambungan Tabel 2.3

| Kontaminan | Satuan | Konsentrasi | | |
|----------------------------|------------|-------------|-------------|----------------|
| | | Rendah | Rendah | Rendah |
| COD | mg/L | 250 | 430 | 800 |
| Nitrogen (Total sebagai N) | mg/L | 20 | 40 | 70 |
| Organik | mg/L | 8 | 15 | 25 |
| Amonia bebas | mg/L | 12 | 25 | 45 |
| Nitrit | mg/L | 0 | 0 | 0 |
| Nitrat | mg/L | 0 | 0 | 0 |
| Phospor (Total sebagai P) | mg/L | 4 | 7 | 12 |
| Organik | mg/L | 1 | 2 | 4 |
| InOrganik | mg/L | 3 | 5 | 10 |
| Klorida | mg/L | 30 | 50 | 90 |
| Sulfat | mg/L | 20 | 30 | 50 |
| Minyak dan Lemak | mg/L | 50 | 90 | 100 |
| VOCs | mg/L | <100 | 100-400 | >400 |
| Total Coliform | No./100 mL | 10^6-10^8 | 10^7-10^9 | 10^7-10^{10} |
| Fecal Coliform | No./100 mL | 10^3-10^5 | 10^4-10^6 | 10^5-10^8 |

Sumber : Metclaf & Eddy, 2003, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, hal 168.

2.1.4. Sifat Air Limbah

Kualitas air merupakan karakteristik air yang dicerminkan oleh parameter kimia organik, kimia anorganik, fisik, biotik, dan radioaktif bagi perlindungan dan pembagian air untuk berbagai peruntukkan tertentu (Anonim, 1990). Pencemaran air dapat disebabkan karena limbah yang masuk kedalam danau, sungai, estuaria, perairan pantai, laut bebas atau badan air lainnya yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air. Untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, perlu diketahui secara mendalam tentang kandungan yang ada didalam air limbah dan juga sifat-sifatnya. Sugiharto (1987), membedakan air limbah berdasarkan atas sifatnya, yaitu sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologisnya.

a. Sifat fisik air

Sebagian besar penyusun air limbah rumah tangga berupa bahan-bahan ini akan menyebabkan munculnya kekeruhan. Selain itu kekeruhan juga diakibatkan oleh lumpur, tanah liat, zat koloid dan benda-benda terapung yang tidak segera mengendap. Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik air limbah tersebut. Termasuk sifat fisik yang penting antara lain adalah kandungan zat padat, kejernihan, suhu, warna dan bau (Mahida, 1984), juga menganalisis kekeruhan dalam uji coba terhadap sifat fisik air.

Temperatur air limbah biasanya rata-rata antara 10⁰C dan 20⁰C. Pada umumnya temperatur air limbah akan lebih tinggi dari pada air bersih. Ini disebabkan karena adanya penambahan air hangat dari rumah tangga dan pemanasan pada struktur sistem perpipaan. Berikut ini Tabel 2.4. penyebab dan pengaruh dari sifat fisik air limbah domestik/ rumah tangga.

Tabel 2.4. Sifat Fisik dari Air Limbah Rumah Tangga.

| Sifat-Sifat | Penyebab | Pengaruh |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Suhu | Kondisi udara sekitarnya, air panas yang dibuang ke saluran dari rumah maupun dari industri. | Mempengaruhi kehidupan biologis kelarutan oksigen/ gas lain. Juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan. |
| Kekeruhan | Benda-benda tercampur seperti limbah padat, garam tanah liat, bahan organik yang halus dari buah-buahan asli, algae, organisme kecil. | Memantulkan sinar, jadi mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan tanaman. Mengotori pemandangan dan mengganggu kehidupan. |
| Warna | Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman (kulit, gula, besi), buangan industri. | Umumnya tidak berbahaya dan berpengaruh terhadap kualitas keindahan air. |

Sambungan Tabel 2.4.

| | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bau | Bahan volatile, gas terlarut, selalu hasil pembusukan bahan organik, minyak utama dari mikroorganisme. | Petunjuk adanya pembusukan air limbah, untuk itu perlu adanya pengolahan, merusak keindahan. |
| Rasa | Bahan penghasil bau, benda terlarut dan beberapa ion. | Mempengaruhi kualitas keindahan air. |
| Benda Padat | Benda organik dan anorganik yang terlarut ataupun tercampur. | Mempengaruhi jumlah organik padat, garam, juga merupakan petunjuk pencemaran atau kepekatan limbah meningkat. |

Sumber : Metcalf & Eddy, 1979 dalam (Sugiharto,1987)

b. Sifat kimia air

Kandungan bahan kimia yang terdapat dalam air limbah dapat merugikan lingkungan dalam berbagai cara. Bahan kimia dan limbah dapat merubah pH, alkalinitas, kandungan benda padat terlarut, kandungan nutrisi kimia. Pemeriksaan kimia air selain meliputi tolak ukur konsentrasi hidrogenion (pH), alkalinitas, kandungan benda padat terlarut, kandungan nutrisi kimia seperti zat organik, amoniak, nitrogen, nitrat, nitrit, sulfida, khlorida, dan kimia toksis juga menganalisis kandungan oksigen terlarut, BOD, dan COD. Namun demikian Mahida (1984) mengatakan bahwa penentuan konsentrasi hidrogen ion (pH), dan kebutuhan khlor bukan merupakan uji coba baku.

Di dalam air limbah rumah tangga dijumpai karbohidrat dalam jumlah yang cukup banyak, baik dalam bentuk gula, kanji, dan selulosa. Gula cenderung mudah terurai, sedangkan kanji dan selulosa lebih bersifat stabil dan tahan terhadap pembusukan (Sugiharto, 1987).

Untuk memberikan gambaran secara menyeluruh tentang kandungan bahan kimia maka dapat dilihat pada Tabel 2.5. berikut :

Tabel 2.5. Kandungan Bahan Mineral yang Ada di dalam Air Limbah Rumah Tangga.

| No | Bahan Mineral yang Ada | Keadaan Normal |
|----|------------------------------|----------------|
| 1 | Zat padat terlarut | 100-300 |
| 2 | Baron (B) | 0,1-0,4 |
| 3 | Sodium (%) | 1-15% |
| 4 | Sodium (Na) | 40-70 |
| 5 | Potasium (K) | 7-15 |
| 6 | Magnesium ($MgCO_3$) | 15-40 |
| 7 | Kalsium ($CaCO_3$) | 15-40 |
| 8 | Nitrogen total (N) | 20-40 |
| 9 | Fosfat (PO_4) | 20-40 |
| 10 | Sulfat (SO_4) | 15-30 |
| 11 | Klorida (Cl) | 20-50 |
| 12 | Kesadahan total ($CaCO_3$) | 100-150 |

Sumber : P. Walton Purdom dalam (Sugiharto,1987)

c Sifat biologi air

Indikator biologis didalam air dan air limbah yang digunakan sebagai indikator adanya pertumbuhan bakteri pathogen. Biasanya dinyatakan dengan perkiraan jumlah terdekat (*MPN*) bakteri bentuk Coli. Kelompok bakteri bentuk Coli sebagai indikator mikroba patogen dikarenakan bahwa bakteri ini berasal dari usus dan mempunyai ketahanan hidup didalam air yang cukup lama.

Keterangan biologis ini diperlukan untuk mengukur kualitas air terutama bagi air yang dipergunakan sabagai air minum serta untuk keperluan kolam renang. Selain itu menaksir tingkat kekotoran air limbah sebelum dibuang ke badan air. Berikut Tabel 2.6. adalah pembagian kelompok berikut anggota spesiesnya.

Tabel 2.6. Klasifikasi Mikroorganisme yang Ada di Dalam Air Limbah.

| No | Kelompok Besar | Anggota |
|----|-----------------|----------------------------------|
| 1 | Binatang | Bertulang belakang (Rotifers) |
| | | Kerang-kerangan (Crustaceans) |
| | | Kutu dan Larva (Worm and Larvae) |
| 2 | Tumbuh-tumbuhan | Lumut (Mosses) |
| | | Pakis/ paku (Fens) |
| 3 | Protista | Bakteri |
| | | Ganggang (Algae) |
| | | Jamur (Fungi) |
| | | Hewan bersel satu (Protozoa) |

Sumber : Donald W. Sundstrom, 1979

Bakteri

Adalah organisme kecil bersel satu di mana benda-benda organik menembus sel dan dipergunakan sebagai makanan bakteri dijumpai di air, tanah, serta udara yang dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, konsentrasi oksigen, keasaman. Bakteri ini dapat berbentuk bulat, lonjong, ataupun berbentuk spiral dengan diameter sel 0,5-3 mikron, meskipun berbentuk spiral dapat mencapai panjang sampai 15 mikron. Alasan inilah yang dipergunakan sebagai dasar 0,45 mikron saringan diperlukan untuk menyaring benda terlarut atau bakteri.

Jamur

Jamur sangat penting dalam penjernihan air seperti halnya dengan bakteri mereka menggunakan partikel organik terlarut. Adapun ukuran jamur berkisar antara 5-10 mikron dan dapat diidentifikasi oleh sebuah mikroskop. Jamur berbiak melalui spora sementara bakteri berbiak melalui pembelahan sel.

Ganggang

Ganggang berbeda dengan bakteri dan jamur pada kemampuannya dalam mengadakan fotosintesis, pemanfaatan oksigen pada pertumbuhannya. Ganggang diklasifikasikan melalui pigmen warna yang ada, biasanya bening, hijau, motile green, kuning hijau, coklat emas, dan abu-abu hijau.

Protozoa

Protozoa adalah sekelompok binatang sebagaimana halnya dengan kelompok protista dan dijumpai pada air permukaan dan air tanah, mereka ini adalah besar dalam ukuran apabila dibandingkan dengan bakteri adalah beberapa ratus kali lebih besar. Biasanya jenis *paramecium* berbentuk elips dengan panjang 200 mikron dan lebar 40 mikron. Protozoa mempunyai beberapa kelas antara lain :

- Sarkodina
- Cilliata
- Mastigofora
- Sporozoa
- Suktoria

Dalam hal lumpur yang aktif maka protozoa dan kelas cilliata serta suktoria yang ada di dalamnya.

Rotifea dan Krustacea

Rotifera adalah binatang bersel banyak yang aerobik dengan makanan utama bakteri. Rotifera memerlukan kadar oksigen terlarut yang banyak, sehingga akan dijumpai pada air yang sudah relatif bersih dan

mengandung sedikit bahan organis. Adapun krustacea adalah binatang aerob dengan makanan bakteri dan algae dan mempunyai sel yang kaku.

Virus

Adalah benda parasit yang kecil yang bukan merupakan sel di mana mereka tidak mempunyai inti sel, membran sel, ataupun dinding sel. Ukuran virus berkisar antara 20-200 milimikron, lebih kurang 1-2 kali lebih kecil dari bakteri. Di dalam air limbah rata-rata terdapat 100-500 virus setiap 100 mililiternya.

2.2. Pengolahan Air Buangan Rumah Tangga/ Limbah Domestik

2.2.1. Membran Keramik

Membran Keramik merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah air limbah domestik) dimana air yang akan diolah ditampung pada suatu media proses yaitu reaktor *membran keramik*. Dengan bantuan pompa dialirkan ke reaktor, sehingga diharapkan air yang masuk ke dalam reaktor dapat merembes melewati pori-pori dinding reaktor, sehingga dapat menurunkan konsentrasi COD dan TSS dalam limbah domestik. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh faktor kombinasi campuran antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji yang ada pada *membran keramik*.

Mekanisme proses yang terjadi dalam proses filtrasi adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah antara lain:

- a. *Mechanical Straining*, yaitu proses penyaringan partikel *suspended matter* yang terlalu besar untuk bisa lolos melalui lubang antara butiran pasir,

yang berlangsung diseluruh permukaan saringan pasir dan sama sekali tidak bergantung pada kecepatan penyaringan. Proses penyaringan adalah proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisahan melalui celah-celah diantara butiran pasir (pori) yang berlangsung diantara permukaan pasir

- b. Sedimentasi, akan mengendapkan partikel *suspended matter* yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Proses pengendapan terjadi pada seluruh permukaan pasir. Proses Sedimentasi adalah proses pengendapan yang terjadi tidak berbeda seperti pada bak pengendap biasa, tetapi pada bak pengendap biasa endapan akan berbentuk hanya pada dasar bak, sedangkan pada filtrasi endapan dapat terbentuk pada seluruh permukaan butiran.
- c. Adsorption adalah proses yang paling penting dalam proses filtrasi. Proses adsorpsi dalam saringan pasir lambat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan dan dengan bahan pelapis seperti gelatin yang pekat yang terbentuk pada butiran pasir oleh endapan bakteri dan partikel koloid. Proses ini yang lebih penting terjadi sebagai hasil daya tarik menarik elektrostatis, yaitu antara partikel-partikel yang mempunyai muatan listrik yang berlawanan. Media pasir yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif
- d. Aktivitas Kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.

- e. Aktivitas biologis yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter.

Adsorpsi secara umum adalah proses pengumpulan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisik antara substansi dengan zat penyerap. Karena keduanya sering muncul bersamaan dalam suatu proses maka ada yang menyebut sorpsi, baik adsorpsi sebagai sorpsi yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi. Adapun adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua:

- a. Adsorpsi fisik, yaitu terutama terjadi adanya gaya *van der Waals* dan berlangsung bolak-balik. Ketika gaya tarik-menarik molekul antara zat terlarut dengan adsorban lebih besar dari gaya tarik-menarik zat terlarut dengan pelarut, maka zat terlarut akan teradsorpsi di atas permukaan adsorben.
- b. Adsorpsi kimia yaitu reaksi kimia yang terjadi antara zat padat dengan adsorbat larut dan reaksi ini tidak berlangsung bolak-balik.

Untuk lebih jelas berikut ini adalah perbandingan antara adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia.

Tabel 2.7. Perbandingan Adsorpsi Fisik dan Adsorpsi Kimia.

| | Adsorpsi fisik | Adsorpsi Kimia |
|--------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Sifat adsorpsi | Bolak-balik. | Tidak bolak-balik |
| Panas adsorpsi | Kecil, ordernya jauh lebih kecil dari panas reaksi. | Besar, ordernya sama dengan panas reaksi. |
| Kecepatan adsorpsi | Tahanan terhadap "massa transfer" menentukan. | Tahan terhadap "surface reaction" menentukan. |

Sambungan Tabel 2.7

| | Adsorpsi fisik | Adsorpsi Kimia |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Specificity” | Rendah, seluruh permukaan mampu mengadakan adsorpsi fisik. | Tinggi, “chemi sorption” terbatas pada “active centers” yang terdapat pada permukaan. |
| Penutupan permukaan | Sempurna dan dapat terbentuk “multilayers” | Tidak sempurna dan terbatas pada permukaan lapisan tunggal. |
| Energi aktivasi | Rendah, hampir dapat diabaikan. | Tinggi, sama dengan reaksi kimia. |
| Banyaknya zat yang teradsorpsi per satuan massa | Banyak. | Sedikit |

Sumber : Subiarto, 2005

Mekanisme adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorban akibat kimia dan fisika (Reynolds, 1982). Pada proses adsorpsi terhadap air limbah mempunyai empat tahapan antara lain:

1. Transfer molekul-molekul adsorbat menuju lapisan film yang mengelilingi adsorban.
2. Difusi adsorbat melalui lapisan film (*film diffusin process*).
3. Difusi adsorbat melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorban (*pore diffusion*).
4. Adsorpsi adsorbat pada dinding kapiler atau permukaan adsorban (proses adsorpsi sebenarnya), (Reynolds, 1982).

Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori-pori. Semakin halus atau kecil ukuran partikel adsorban, semakin luas

permukaannya dan daya serap semakin besar. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap yaitu:

1. Mempunyai luas permukaan yang besar.
2. Berpori-pori.
3. Aktif dan murni.
4. Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap.

Pemilihan adsorban pada proses adsorpsi sangat mempengaruhi sorpsi. Beberapa adsorban yang sering digunakan pada proses adsorpsi misalnya: bentonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel. Pemilihan adsorban juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi yaitu :

1. Luas permukaan adsorben.

Semakin luas permukaan adsorban, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorban.

2. Ukuran partikel

Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0,1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (Tchobanoglous, 1991).

3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan

penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakannya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit (Reynolds, 1982).

4. Distribusi ukuran pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk kedalam partikel adsorban.

2.2.2. Keramik

Istilah "keramik" dalam buku "Dictionary of Art" tulisan Bernard. S. Myers (1969), dikatakan berasal dari bahasa Yunani kuno "**Keramos**" yang berarti tanah liat. Ditelusuri lebih jauh, sebenarnya kata keramos itu adalah nama salah satu Dewa Yunani. "Encyclopedia of The Art" menjelaskan bahwa dalam mitologi Yunani, Keramos merupakan dewa pelindung dari para pembuat kerajinan tanah liat atau keramik. Keramos adalah putra dari Dewa Baccus dan Dewi Ariadne. Dalam hal ini, gerabah termasuk dalam pengertian keramik jenis bakaran rendah (di bawah suhu 1000°C , sekitar 350°C - 500°C) disebut juga earthenware atau aardewerk atau terracotta, dimana struktur dan teksturnya sangat rapuh, kasar, berpori-pori dan merupakan kualitas paling rendah (Agus Mulyadi Utomo, 2003).

Yang dimaksud dengan keramik adalah segala macam benda yang dibuat dari tanah liat, setelah kering kemudian dibakar hingga pijar sampai suhu tertentu, setelah itu didinginkan sehingga menjadi keras. Menurut golongannya, keramik dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu :

1. Keramik bakaran rendah (gerabah lunak)

Keramik bakaran rendah adalah semua bahan keramik yang dibakar dan dapat mencapai suhu pembakaran antara 900°C sampai 1050°C, misalnya keramik Plered Purwakarta, Kasongan, Keramik Pejaten, Bali dan lain-lain. Keramik bakaran rendah pada umumnya berpori (*porous*), sehingga air di dalamnya dapat merembes keluar melalui pori-pori dindingnya. Sering kita jumpai sebuah kendi terbuat dari tanah liat merah setelah diisi air tampak basah bagian dinding luarnya.

2. Keramik bakaran tinggi (gerabah keras)

Keramik bakaran tinggi adalah semua barang keramik yang dibakar hingga mencapai suhu pembakaran antara 1250°C dan 1350°C atau lebih. Yang termasuk dalam kelompok gerabah keras diantaranya adalah *stoneware* (lempung batu) dan porselen. Pada umumnya barang-barang keramik hasil dari bakaran tinggi sangat baik untuk tempat menyimpan air, jelasnya air tidak akan merembes keluar dari dinding keramik yang diisi air itu, karena tidak berpori-pori. Bila dipukul-pukul suaranya berdencing nyaring serta tidak akan mudah pecah bila saling bersentuhan dengan benda lainnya. Benda-benda porselen dapat dibuat setipis mungkin, seperti misalnya cangkir porselen yang biasa kita pakai untuk minum tipis sekali sehingga dapat ditembus cahaya lampu.

2.2.3. Bahan Baku Keramik

Bahan pembuat keramik dapat berupa bahan plastis dan bahan non plastis. Yang termasuk bahan plastis antara lain adalah *kaolin*, *ball clay* (tanah bola), *stone ware clay* (tanah benda batu), *earthen ware clay* (tanah batu merah), *fire clay* (tanah api) dan *bentonit*, sedangkan bahan non plastis antara lain *silika* (SiO_2) disebut juga *glass former*, *flint* (SiO_2), *feldspar* ($\text{KNaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$), Kapur/*calcite* dan *magnesit* (CaO dan MgO), *aluminium* (Al_2O_3), *talk* ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) *chamotte* atau *Grog*, *cornwall stone*, *nepheline syenite* ($\text{KNaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$), *ptalite/ lithium feldspat* ($\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$), dan *stone ash/ calcium phosphate* ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Bahan baku untuk produk-produk keramik berupa bahan alami yaitu bahan-bahan asli yang berasal dari alam dan belum mengalami proses pengolahan oleh manusia, seperti deposit, mineral *feldspar* (K, Na, Ca) AlSi_3O_8 ; mineral lempung seperti *kaolinit* ($\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_3)(\text{OH})_4$) dan *bentonit* (Al, Na, Ca, Mg) $(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_2$; SiO_2 – containing mineral seperti pasir silika, kuarsa/ pasir pantai (SiO_2 kristalin), tanah diatomae dan abu sekam (SiO amorphous) serta abu terbang batu bara; bauksit (Al_2O_3) ; TiO_2 – containing mineral seperti *rutile* (TiO_2), *ilmenit* (FeTiO_3) baik dalam mineral pasir besi ataupun mineral bauksit ; *zircon* (ZrSiO_4) ; dan mineral barite. Dalam penelitian ini bahan baku keramik terdiri dari komposisi tanah lempung (liat) lokal, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Adapun bahan mentah keramik digolongkan menjadi 5 (lima) yaitu :

1. Bahan Pengikat, contoh : *kaolin*, *ball clay*, *fire clay*, *red clay*
2. Bahan Pelebur, contoh : *feldspar*, *kapur*

3. Bahan Pengisi, contoh : *silika, grog (samot)*
4. Bahan Tambahan, contoh : *water glass, talk, pyrophillit*
5. Bahan Mentah Glasir

Berikut ini akan dibahas komposisi-komposisi yang digunakan dalam pembuatan bahan baku *membran keramik* :

1. Mineral Lempung

a. Susunan Tanah Lempung

Mineral lempung adalah mineral yang mempunyai komposisi silikat terhidrat aluminium dan magnesium dan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Berukuran lebih kecil dari 0,002 m
- 2) Struktur terutama berbentuk lapisan dan sebagian kecil berbentuk rantai.
- 3) Berdosiasi permukaan.

Beberapa lempung terdiri dari sebuah mineral tunggal, tetapi ada juga yang tersusun dari campuran beberapa mineral lempung. Beberapa bahan lempung mengandung variasi dari sejumlah mineral non lempung seperti kuarsa, kalsit, pirit dan *feldspar* yang merupakan contoh-contoh penting. Selain itu juga, mengandung bahan-bahan organik dalam air (Grim, 1953).

Mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu tetrahedral dan aluminium oktahendra. Setiap unit tetrahendra (berisi empat) terdiri dari empat

atom oksigen mengelilingi satu atom silicon. Kombinasi dari unit-unit silica tetrahendra membentuk lembaran silica (*silica sheet*).

b. Klasifikasi Mineral Lempung

Berdasarkan struktur mineral lempung dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Grim, 1953) :

1) Amorf

Kelompok alofan

2) Kristalin

a. Tipe dua lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh satu lapisan silica tetrahendra dan satu lapisan aluminium oktahedra).

i. Ekuidimensional

Kelompok kaolinite : kaolinite, nacrite, dictrite

ii. Memanjang

Kelompok halloysite

b. Tipe tiga lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh dua lapisan silica tetrahedron dan satu pusat lapisan dioktahedral atau triohedral).

i. Kisi yang mengembang

▪ Ekuidimensional

Kelompok montmorillonite : montmoriloni, saukonit, vermikulit

- Memanjang

Kelompok montmoriloni : nontronit, saonit,
hektorit

- ii. Kisi yang tidak mengembang

Kelompok illite

c. Tipe lapisan campuran yang teratur (susunan yang teratur pada lapisan yang bergantian dari tipe yang berbeda).

d. Tipe struktur rantai (rantai yang mirip *hornblende* pada silica tetrahedron yang mengandung atom Al dan Mg).

Kelompok miscellaneous: atapulgit, sepiolite, poligorskit.

c. Sifat Fisik Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Grim,1953) :

1) Flokulasi dan Deflokulasi

Flokulasi dan deflokulasi melukiskan keadaan agregasi dari butir-butir lempung bila bercampur dengan air, lempung-lempung kering atau mineral lempung dengan cepat akan menyerap air, dan air yang terserap itu akan mengendap dengan pemanasan 100-200°C. Flokulasi adalah proses penggumpalan butir-butir lempung menjadi gumpalan yang lebih besar, sedangkan deflokulasi merupakan kebalikannya yaitu proses dispersi gumpalan-gumpalan menjadi bagian-bagian yang kecil.

2) Plastisitas

Plastisitas adalah sifat yang memungkinkan lempung dapat diberi bentuk tanpa rekahan-rekahan dan bentuk tersebut akan tetap setelah gaya pembentuknya dihilangkan.

3) Thixotropy

Thixotropy atau daya bersuspensi adalah suatu sifat mineral lempung atau material lempung yang bila bercampur dengan suatu cairan akan membentuk suspensi. Sifat ini berkaitan dengan keplastisan.

4) Tekstur mineral lempung

Tekstur mineral lempung meliputi ukuran dan bentuk partikel lempung yang mempengaruhi keplastisan, kekuatan, mekanis, kemudahan pada pengeringan dan karakter produk setelah dibakar.

5) Warna lempung

Warna lempung ditentukan oleh kandungan senyawa-senyawa besi atau bahan-bahan karbon, kadang-kadang juga mineral mangan dan titan dalam jumlah yang cukup bisa mempengaruhi warna pada lempung.

6) Kekuatan panas pada mineral lempung

Mineral lempung akan kehilangan air pori-pori bila dilakukan pemanasan diatas suhu 150°C, sedangkan pemanasan pada suhu 400-900°C air akan meloncat ke atas dari kisi-kisi

sebagai kelompok OH dan struktur kristal akan terhancurkan sebagian atau berubah.

d. Sifat Kimiawi Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat kimiawi sebagai berikut :

1. Pertukaran ion

Salah satu sifat yang penting dari mineral lempung adalah pertukaran elektrik pada partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralsir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion-ion lain pada larutan yang encer (Olphen, 1963).

2. Interaksi dengan air

a. Sifat hidrasi pada kandungan air yang relatif rendah

Sifat mineral lempung dalam air adalah kompleks dan penting sekali. Sifat ini mempertimbangkan penyerapan air oleh mineral lempung dari suatu keadaan yang relatif kering, yaitu interaksi terjadi ketika molekul air melekat pada permukaan partikel atau berhubungan dengan kation yang dapat berpindah. Penyerapan air oleh mineral lempung dapat terjadi baik oleh hidrasi permukaan kristal ataupun pertukaran kation (Olphen, 1963).

b. Kandungan air yang tinggi (sifat lempung koloid)

Pengembangan osmosis pada ruang antar lapisan relatif besar diperlihatkan oleh bentuk pertukaran Na^+ dan Li^+ pada montmorilonit yang dapat dijelaskan dari teori lapisan ganda elektrik. Dasarnya adalah lapisan lempung berharga negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion (Olphen, 1963).

c. Interaksi dengan bahan organik

Beberapa molekul organik yang terdapat di air, dapat dengan mudah diserap oleh mineral lempung. Pada beberapa, kejadian terutama untuk molekul organik tak terkutub, kekuatan interaksinya relatif lemah hanya dengan penyerapan secara fisik. Ikatan antara mineral lempung dan bahan organik terjadi melalui :

i. Ikatan hidrogen

ii. Kekuatan ion dwi kutub

iii. Pertukaran kation

iv. Pertukaran anion

Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exchangable cation* (ion-ion positif yang mudah diganti) lempung tersebut dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektrostatis. Bila air kemudian ditambahkan pada lempung tersebut,

kation-kation dan sejumlah kecil anion-anion (ion-ion bermuatan negatif) akan “berenang” diantara partikel-partikel itu. Keadaan seperti ini disebut sebagai lapisan ganda terdifusi (*diffuse double Layer*).

e. Permeabilitas Tanah (Lempung)

Permeabilitas didefinisikan sebagai bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang cair atau minyak mengalir lewat rongga pori. Pori-pori tanah saling berhubungan antara yang satu dengan yang lainnya, sehingga air dapat mengalir dari titik dengan energi tinggi ke titik energi yang lebih rendah. (Christady, 2002). Untuk tanah lempung yang dibuat gerabah mengalami perlakuan seperti pemadatan, pengeringan, pembakaran. Gerabah yang masih mentah pori-porinya lebih kecil, karena pori lempung berisi air dan udara, setelah mengalami pembakaran air dan udara menguap sehingga pori melebar.

f. Porositas Tanah (Lempung)

Porositas merupakan sejumlah ruang pori-pori yang berisi air dan udara. Ruang pori-pori ini menjadi penting karena di dalamnya air dan udara bebas bergerak. Banyaknya air yang bergerak melalui tanah lempung berkaitan erat dengan jumlah dan ukuran pori-pori tanah. Banyaknya ruang kosong di dalam tanah tergantung pada butir-butir, semakin besar butir-butir semakin besar pula ruang pori demikian juga sebaliknya (Kartasapoetra, 1991). Menurut Sarwo Hardjowigeno

udara dan air mengisi pori-pori tanah. Banyaknya pori-pori $\pm 50\%$ dari volume tanah, sedangkan jumlah air dan udara berubah-ubah.

2. Pasir Kuarsa

Pasir adalah media filter yang paling umum dipakai dalam proses penjernihan air, karena pasir dinilai ekonomis, tetapi tidak semua pasir dapat dipakai sebagai media filter. Artinya diperlukan pemilihan jenis pasir, sehingga diperoleh pasir yang sesuai dengan syarat-syarat media pasir. Dalam memilih jenis pasir sebagai media filter hal-hal yang diperhatikan adalah :

- a. Senyawa kimia pada pasir
- b. Karakteristik fisik pasir
- c. Persyaratan kualitas pasir yang disyaratkan
- d. Jenis pasir dan ketersediaannya

Dalam penelitian ini digunakan pasir kuarsa, pasir kuarsa ini sebagai komposisi campuran dalam pembuatan reaktor *membran keramik*. Pasir kuarsa mempunyai beberapa sifat cukup spesifik, sehingga untuk pemanfaatannya yang maksimal diperlukan pengetahuan yang cukup mengenai sifat-sifatnya. Adapun sifat-sifat tersebut antara lain sebagai berikut :

- a. Bentuk butiran pasir. Bentuk butiran pasir dapat dibagi 4 (empat) macam yaitu: membulat (*rounded*), menyudut tanggung (*sub-angular*), menyudut (*angular*), dan gabungan (*compound*). Pasir

- yang berbentuk bundar memberikan kelolosan yang lebih tinggi daripada bentuk yang menyudut.
- b. Ukuran butiran pasir. Butiran pasir yang berukuran besar/ kasar memberikan kelolosan yang lebih besar sedangkan yang berbutir halus memberikan kelolosan yang lebih rendah. Pasir yang berbutir halus mempunyai luas permukaan yang lebih luas.
 - c. Sebaran ukuran butiran pasir, dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu:
 - 1. Sebaran ukuran butir sempit, yaitu susunan ukuran butir hanya terdiri dari kurang lebih 2 (dua) macam saja.
 - 2. Sebaran ukuran butir sangat sempit, yaitu 90 % ukuran butir pasir terdiri dari satu macam saja.
 - 3. Sebaran butir pasir lebar, yaitu susunan ukuran butir terdiri dari kurang lebih 3 (tiga) macam.
 - 4. Sebaran ukuran butir pasir sangat lebar, yaitu susunan ukuran butiran pasir terdiri dari lebih dari tiga macam.
 - d. Susunan kimia, beberapa senyawa kimia yang perlu diperhatikan dalam pasir kuarsa adalah SiO_2 , Na_2O , CaO , Fe_2O_3 . Kandungan SiO_2 dipilih setinggi mungkin dan kandungan senyawa yang lain serendah mungkin. Makin tinggi kandungan SiO_2 makin tinggi daya penyerapannya. Secara umum pasir kuarsa Indonesia mempunyai komposisi :

- a. SiO_2 : 35,50 – 99,85 %
- b. Fe_2O_3 : 0,01 – 9,14 %
- c. Al_2O_3 : 0,01 – 18,00 %
- d. CaO : 0,01 – 0,29 %

3. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji digunakan sebagai campuran dalam pembuatan reaktor *membran keramik*. Serbuk gergaji merupakan limbah yang selalu ada pada tiap industri pengolahan kayu. Pada industri penggergajian, serbuk gergaji yang dihasilkan berkisar 11-15%, sedang pada industri kayu lapis dan molding biasanya lebih kecil. Besarnya persentase limbah serbuk gergaji yang dihasilkan pada proses pengolahan kayu seperti penggergajian, tergantung dari beberapa faktor seperti jenis kayu, tipe gergaji, tebal bilah gergaji (*kerf*), diameter log, kualitas yang ingin dihasilkan dan lain-lain.

Di Indonesia ada tiga macam industri kayu yang secara dominan mengkonsumsi kayu dalam jumlah relatif besar, yaitu: penggergajian, vinir/ kayu lapis, dan pulp/ kertas. Seberapa jauh limbah biomassa dari industri tersebut telah dimanfaatkan kembali dalam proses pengolahannya sebagai bahan bakar, yang menjadi masalah adalah limbah penggergajian yang kenyataannya di lapangan masih ada yang tumpuk sebagian dibuang ke aliran sungai yang menyebabkan pencemaran air, atau dibakar secara langsung sehingga ikut menambah emisi karbon di atmosfer. Serbuk gergaji umumnya banyak dimanfaatkan untuk bahan baku tungku

pemanas atau bila diperkirakan akan menguntungkan, dimanfaatkan sebagai bahan baku pada pembuatan papan partikel. Ada juga yang dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan di persemaian dan sebagai bahan baku pembuatan briket arang. Sumber dan besarnya limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur dapat dijadikan sebagai contoh. Berikut ini Tabel 2.8. macam dan perkiraan jumlah limbah serbuk gergaji di kalimantan timur :

Tabel 2.8. Macam dan Perkiraan Jumlah Limbah Serbuk Gergaji di Kalimantan Timur.

| No | Kegiatan Sumber Limbah | Volume Per tahun m ² |
|---------------|------------------------|---------------------------------|
| 1 | Pemotongan | 37,625 |
| 1 | Pemotongan Kayu Lapis | 1254,000 |
| 2 | Penghalusan/ Amplas | 1756,000 |
| 3 | Sawmil | 79,136 |
| Jumlah | | 3126,761 |

Sumber : Laporan Penelitian, Studi Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji untuk Bahan Baku briket Arang oleh Bandi Suprptoно dkk, Lemlit Unmul 1995.

Jenis kayu yang diolah di Kalimantan Timur beserta kandungan kimianya dapat dilihat dalam Tabel 2.9. berikut ini:

Tabel 2.9. Jenis Kayu dan Kandungan Kimianya yang Banyak Diolah di Kalimantan Timur.

| Kandungan Kimia | Jenis Kayu | | |
|-----------------|------------|---------|-----------|
| | Kapur | Meranti | Bangkirai |
| Sellulosa (%) | 60,0 | 50,76 | 52,9 |
| Lignin (%) | 26,9 | 30,60 | 24,0 |
| Pentosa (%) | 11,7 | 17,76 | 21,7 |
| Abu (%) | 0,8 | 0,68 | 1,0 |
| Silika (%) | 0,6 | 0,29 | 0,4 |

Sumber : Laporan Penelitian, Studi Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji untuk Bahan Baku briket Arang oleh Bandi Suprptoно dkk, Lemlit Unmul 1995.

Jika serbuk gergaji tersebut diolah sebagai karbon aktif, nilai tambahnya akan besar. Karbon aktif merupakan bahan karbon yang memiliki pori-pori dan daya serap tinggi. Daya serapnya banyak dimanfaatkan dalam industri, misalnya untuk menghilangkan bau dan warna cairan. Kegiatan ini bertujuan membuat alat untuk proses karbonisasi serbuk gergaji kayu karet.

2.2.4. Pembuatan Keramik

Pembuatan keramik dimulai dari proses pengolahan tanah, pembentukan badan keramik, pengeringan, penyusunan dalam tungku pembakaran :

1. Pengolahan bahan baku.

Bahan pembuat keramik harus diolah terlebih dahulu sebelum bahan siap dibentuk karena hampir semua bahan alami murni mengandung banyak *grit*. Pemisahan dapat dilakukan secara manual atau secara mekanis. Bahan-bahan keramik alam dihancurkan, disaring dan diambil ukuran butir bahan yang dikehendaki. Penyaringan dapat dilakukan dengan cara basah atau kering.

2. Pembentukan badan keramik

Pembentukan badan keramik ada beberapa cara antara lain *die pressing*, *rubbermold pressing*, *extrusion molding*, *slip testing* dan *injection molding* (Ichinose, 1997). *Die Pressing* (tekan mati) digunakan pada bahan pembuat tepung dengan kadar cairan 10-20% dan cukup menjadi padat dengan tekanan. Produknya antara lain ubin lantai dan ubin dinding.

Rubber mold pressing digunakan pada bubuk padat seragam. Disebut *rubber mold pressing* karena penggunaan cetakan yang seperti sarung dari batu penggosok. Bahan diletakkan dalam cetakan dan ditekan dengan menggunakan tekanan hidrostatik dalam ruang.

Ektrusion molding merupakan pembentukan bahan dengan menggunakan menggeser campuran bahan plastis kaku pada lubang mati, contoh produknya adalah pipa selokan dan ubin lekuk. *Slip casting* dipakai jika larutan bahan cukup encer dan dimanfaatkan untuk membuat barang-barang yang cukup banyak. *Injection molding* merupakan teknik pembuatan badan keramik dengan cara menekan bahan keramik pada cetakan.

3. Pengeringan

Pengeringan disini dimaksudkan untuk menghilangkan apa yang disebut dengan plastisnya saja, sedang air yang terikat dalam molekul tanah liat (air kimia) hanya bias dihilangkan melalui pembakaran. Tujuan dari pembakaran adalah untuk memberikan kekuatan kepada barang-barang mentah sehingga dapat disusun dalam tungku dan menghilangkan air yang berlebihan, yang menimbulkan kesukaran-kesukaran dalam proses pembakaran. Kerusakan yang dapat terjadi antara lain perubahan bentuk dan retak-retak. Beberapa cara pengeringan yang dapat dilakukan antara lain diangin-anginkan, dipanaskan dalam alat khusus dan membungkus benda dengan kain yang agak basah (Astuti, 1997). Pada pembuatan

keramik dengan teknologi maju, proses pengeringan ini dilakukan langsung dengan proses pembakaran.

4. Pembakaran

Proses pembakaran bahan keramik sering juga disebut *sintering processes*. Suhu yang dipakai dalam pembakaran sangat tergantung dari metode, bahan yang akan dibakar dan benda hasil bakar. Sebagai contoh pada metode standar *pressure sintering* dengan materi dasar Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C - 1800°C pada gas Nitrogen (N_2). *Hot pressing* dengan bahan dasar Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C - 1800°C dengan tekanan 200-500 Kg/cm^2 . *Reaction sintering* dengan bahan dasar SiO_2 dibakar pada suhu 1350°C - 1600°C . *Chemical vapor deposition (CVD)* dengan bahan dasar SiH_4 dan NH_3 dipanaskan pada suhu 800°C - 1400°C . Selain itu masih ada metode-metode lain seperti *hot isostatic press (HIP)*, *atmospheric pressure sintering*, *ultra high pressure sintering*, *post reaction sintering* dan *recrystallization sintering* (Ichinose, 1987). Dalam proses pembakaran, jenis air yang harus dihilangkan adalah air suspensi, air antar partikel, air pori antar partikel setelah pengerutan, air terserap (*adsorpsi*) pada partikel dan air kisi dalam struktur kristalnya (Hartono, 1992). Adapun tahap-tahap dalam pembakaran dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Tahap penghilangan uap

Suhu bakar tahap ini berlangsung dari awal sampai sekitar suhu 500°C . Tujuannya adalah untuk menghilangkan molekul-molekul air pada bahan, membakar unsur karbon dan unsur organik bahan.

Pembakaran harus dilakukan perlahan-lahan sampai semua molekul air hilang, jangan sampai ada molekul air yang terjebak dalam bahan karena akan terjadi letupan yang merusak bahan. Pada suhu 300°C-400°C zat-zat organis dan unsur karbon akan terbakar habis.

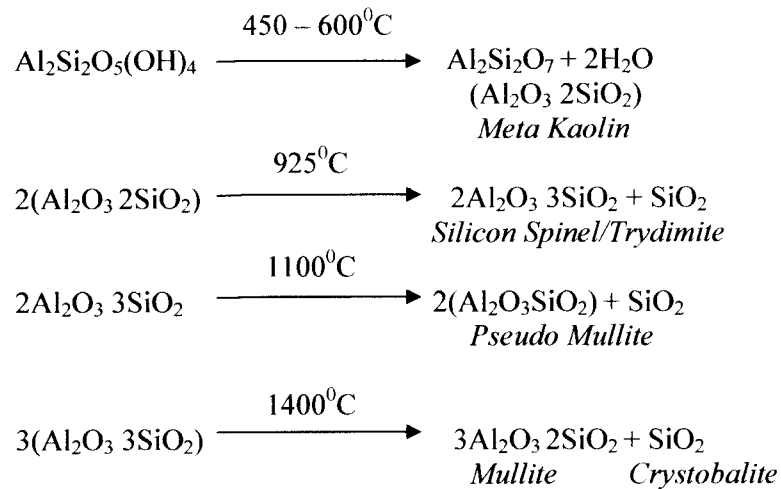
2) Tahap penggelasan

Setelah air dalam bahan habis, suhu dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit. Pembakaran suhu yang paling menentukan adalah pada suhu 573°C. Pada suhu ini tungku pembakaran mulai menjadi merah panas dan terjadi penggantian fisik silika. Pada proses pendinginan suhu 573°C juga merupakan titik kritis, sehingga sering disebut sebagai *inverse kuarsa*. Setelah suhu mencapai 600°C tingkat bakar dapat dipercepat sampai terbentuk sinter (kilau) dari bahan yaitu terjadi pada suhu 900°C-1200°C.

3) Tahap pendinginan

Pendinginan dilakukan perlahan-lahan, setelah suhu bakar yang dikehendaki tercapai. Jika suhu pembakaran dihentikan maka suhu tungku akan turun sedikit demi sedikit, sampai pada suhu kamar. Penurunan suhu yang demikian bertujuan untuk menghindari terjadinya keretakan pada keramik dan menjaga kondisi tungku bakar (Astuti, 1997). Untuk tungku bakar yang bagus disediakan fasilitas pendingin dengan mengalirkan udara.

Proses perubahan bentonit alam dalam pembakaran :



Gambar 2.2. Skema Proses Perubahan Bentonit Alam Dalam Pembakaran (Meda Sagala, 2000).

Perubahan komposisi kaolin dalam pembakaran dapat dilihat pada Tabel

2.10. sebagai berikut :

Tabel 2.10. Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran.

| Temperatur | Peristiwa yang Terjadi |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 30-150°C | - Penguapan air mekanis dan air terserap |
| 500-600°C | - Penguapan air mineral/ air kimia/ air kristal dari mineral lempung kaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \ 2\text{SiO}_2 \ 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \ 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ |
| 850-1050°C | - Terjadi reaksi eksotermal ketika terjadi reaksi peruraian keseimbangan (<i>disosiasi</i>) membentuk Mullite dan Trydimite $3\text{Al}_2\text{O}_3\text{2SiO}_2 \rightarrow 3\text{AlO}_3\text{2SiO}_2 \ (\text{amorph}) + 4\text{SiO}_2 \ (\text{trydimate})$ |
| 1350°C | - Kristalisasi awal dari mineral Mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3\text{2SiO}_2$) |
| 1470°C | - Tyrdimite berubah menjadi Crystobalite stabil (SiO_2) |
| 1470+1790°C | - Keseimbangan Mullite-Crystobalit |
| +2000°C | - Melebur |

2.3. Parameter-Parameter Penelitian

Pada penelitian ini parameter yang akan diteliti adalah parameter *Chemical oxygen demand* (COD) dan parameter *Total Suspended Solid* (TSS).

2.3.1. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical oxygen demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi, atau banyaknya oksigen-oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO₂ dan H₂O serta sejumlah ion chrom. Pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85 % dapat teroksidasi menjadi CO₂ dan H₂O dalam suasana asam, sedangkan penguraian secara biologi (BOD) tidak sama semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri (Fardiaz, 1976). Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik.

Menurut *Metcalf and Eddy* (1991). COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. Tes COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi, dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam.

COD ini secara khusus bernilai apabila BOD tidak dapat ditentukan karena terdapat bahan-bahan beracun. Waktu pengukurannya juga lebih singkat dibandingkan pengukuran BOD. Namun demikian bahwa BOD dan COD tidak menentukan hal yang sama dan karena itu nilai-nilai secara langsung COD tidak

dapat dikaitkan dengan BOD. Hasil pengukuran COD tidak dapat membedakan antara zat organik yang stabil dan yang tidak stabil. COD tidak dapat menjadi petunjuk tentang tingkat dimana bahan-bahan secara biologis dapat diseimbangkan. Namun untuk semua tujuan yang praktis COD dapat dengan cepat sekali memberikan perkiraan yang teliti tentang zat-zat arang yang dapat dioksidasi dengan sempurna secara kimia (Mahida, 1984).

Untuk mengetahui jumlah bahan organik di dalam air dapat dilakukan suatu uji yang lebih cepat dibandingkan dengan uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan oksidan yang disebut uji COD. Uji COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan seperti kalium dikromat yang digunakan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air.

Perbedaan COD dan BOD (Benefield, 1980) adalah sebagai berikut :

1. Angka BOD adalah jumlah komponen organik biodegradable dalam air buangan, sedangkan tes COD menentukan total organik yang dapat teroksidasi, tetapi tidak dapat membedakan komponen biodegradable/ non biodegradable.
2. Beberapa substansi inorganik seperti sulfat dan tiosulfat, nitrit dan besi ferrous yang tidak akan terukur dalam tes BOD akan teroksidasi oleh kalium dikromat, membuat nilai COD-inorganik yang menyebabkan kesalahan dalam penetapan komposisi organik dalam laboratorium.
3. Hasil COD tidak tergantung pada aklimasi bakteri, sedangkan hasil tes BOD sangat dipengaruhi aklimasi seeding bakteri.

Uji COD pada umumnya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dibandingkan dengan uji BOD, karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. *Selulosa* adalah salah satu contoh yang sulit diukur melalui uji BOD karena sulit dioksidasi melalui reaksi biokimia, akan tetapi dapat diukur melalui uji COD. (Pramudya Sunu, 2001).

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air. Analisa COD berbeda dengan analisa BOD namun perbandingan antara angka COD dan angka BOD dapat ditetapkan dalam Tabel 2.11. berikut ini :

Tabel 2.11. Perbandingan Rata-rata Angka BOD₅/COD untuk Beberapa Jenis Air.

| Jenis Air | BOD ₅ / COD |
|---------------------------------------------------------|------------------------|
| Air buangan domestik (penduduk) | 0,40-0,60 |
| Air buangan domestik setelah pengendapan primer | 0,60 |
| Air buangan domestik setelah pengolahan secara biologis | 0,20 |
| Air sungai | 0,10 |

Sumber : G. Alaerts, 1984

Air yang telah tercemar limbah organik sebelum reaksi oksidasi berwarna kuning, dan setelah reaksi oksidasi berubah menjadi warna hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap limbah organik seimbang dengan jumlah kalium bichromat yang digunakan pada reaksi oksidasi. Makin banyak kalium bikarbonat yang digunakan pada reaksi oksidasi, berarti semakin banyak oksigen yang diperlukan.



2.3.2. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS adalah jumlah berat dalam mg/L kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron (Sugiharto, 1987). Total Suspended Solid adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 μm) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 μm . TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Hefni Effendi, 2003). Materi yang tersuspensi adalah materi yang mempunyai ukuran lebih besar daripada molekul/ ion yang terlarut. Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organik, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/ diameter partikel-partikel. Perbedaan ukuran diameter padatan dapat dilihat pada Tabel 2.12. berikut ini :

Tabel 2.12. Klasifikasi Padatan di Perairan Berdasarkan Ukuran Diameter

| Klasifikasi Padatan | Ukuran Diameter (μm) | Ukuran Diameter (mm) |
|---------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Padatan Terlarut | $< 10^{-3}$ | $< 10^{-6}$ |
| Koloid | $10^{-3} - 1$ | $10^{-6} - 10^{-3}$ |
| Padatan Tersuspensi | > 1 | $> 10^{-3}$ |

Sumber : Hefni Effendi, 2003

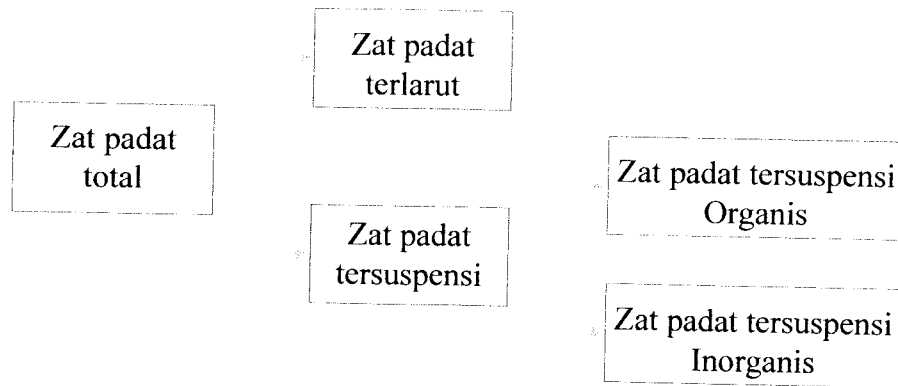
Perbedaan antara kedua kelompok zat yang ada dalam air alam cukup jelas dalam praktek manum kadang-kadang batasan itu tidak dapat dipastikan secara definitif. Dalam kenyataan sesuatu molekul organik polimer tetap bersifat zat yang terlarut, walaupun panjangnya lebih dari 10 μm , sedangkan beberapa jenis zat padat koloid mempunyai sifat dapat bereaksi seperti sifat zat-zat yang terlarut.

Analisa zat padat dalam air sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses-proses pengolahan dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan. Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). Zat padat tersuspensi dapat mengendap apabila keadaan air cukup tenang, ataupun mengapung apabila sangat ringan, materi inipun dapat disaring. Koloid sebaliknya sulit mengendap dan tidak dapat disaring dengan saringan (*filter*) air biasa.

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (*efek tyndall*) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan (*presipitasi*) yang merupakan keadaan kejenuhan dari suatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang.

Seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganik (tanah liat, kwarts) dan organis (protein, sisa makanan dan ganggang, bakteri). Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu

dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti pada skema dibawah ini :



Gambar 2.3. Skema Pembagian Zat Padat Total

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklarifikasikan sekali lagi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat organis dan inorganis. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Penentuan zat padat terendap ini dapat melalui volumenya, disebut Analisa Volume Lumpur (sludge volume), dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap (*settleable solids*). Dimensi dari zat-zat padat diatas adalah dalam mg/L atau g/L, namun sering pula ditemui % berat yaitu kg zat padat / kg larutan, atau % volume yaitu dm^3 zat padat/ liter larutan.

Apabila jumlah materi tersuspensi ini banyak dan kemudian mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu aliran dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lumpur yang lebih

sering. Apabila zat-zat ini sampai di muara sungai dan bereaksi dengan air yang asin, maka baik koloid maupun zat terlarut dapat mengendap di muara-muara dan proses inilah yang menyebabkan terbentuknya delta-delta. Dapat dimengerti, bahwa pengaruh terhadap kesehatan pun menjadi titik langsung.

2.4. Penelitian Terdahulu

Selain Prof. Ir. Wahyono Hadi Msc. PhD dari provinsi Jawa Timur, Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi DKI Jakarta bekerja sama dengan pengrajin keramik Plered Purwakarta telah melakukan uji coba efektivitas saringan keramik buatan Plered sebagai alat untuk memperoleh air minum bebas bakteri yang murah dan hemat energi. Alat ini berfungsi sebagai dispenser air minum yang dilengkapi dengan saringan keramik berpori-pori mikro dengan lapisan partikel perak dari koloid perak yang dikeringkan dan melekat pada pori-pori keramik secara permanen sebagai disinfektan. Keramik perak penjernih air minum buatan Plered adalah penjernih air bebas bakteri yang ringan, ekonomis, efektif, mudah dipindah-pindahkan serta mudah perawatannya.

Keramik Penjernih Air terbuat dari tanah Nat yang umumnya berwarna merah karena penggunaan tanah Nat Plered, dengan campuran berbagai bahan yang habis terbakar saat proses pembakaran keramik dan menjadi pori-pori yang sangat kecil, untuk pori-pori keramik campuran tanah Nat yang dipilih adalah serbuk gergaji. Untuk meningkatkan nilai estetika maka dibuat keramik penjernih yang berwarna putih dengan menggunakan tanah Nat Sukabumi dengan bahan campuran diatomite dan tepung terigu untuk membuat pori-pori. Setelah dicetak

dengan tekanan hidrolis kemudian dikeringkan dan dipanaskan hingga 850 °C untuk tanah Plered atau 1200 °C untuk tanah Sukabumi.

Penjernihan air keramik ini terdiri atas dua bagian yakni bejana penyaring dan bejana penampung air hasil penyaringan. Air yang dituangkan pada bejana penampungan akan merembes melalui saringan keramik ke bejana penampung. Air yang menetes tertampung di bejana penampung dan siap diminum. Hanya saja air yang siap diminum barulah hasil penyaringan yang kedua karena hasil penyaringan yang pertama masih berbau tanah. Ini karena ada sisa abu pembakaran keramik dan sisa koloid perak yang melekat pada abu. Setelah air hasil penyaringan pertama dibuang, air hasil penyaringan berikutnya sudah jernih, bebas bakteri, dan layak minum (BPLHD Provinsi DKI Jakarta, 2005).

2.5. Hipotesa

- Terjadi penurunan kandungan COD dan TSS setelah melalui proses filtrasi dengan menggunakan *membran keramik*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian Secara Umum

Pada penelitian dengan *membran keramik* ini terdapat 2 proses yang terjadi yaitu : filtrasi dan adsorpsi, dimana air dialirkan ke *membran keramik* melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan $Q = 1000 \text{ lt/jam}$, $A_c = 220\text{-}240 \text{ v/Hz}$ dan $w = 15 \text{ watt}$.

Membran Keramik yang direncanakan terbuat dari komposisi antara lain : tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Tanah lempung yang digunakan dalam pembuatan gerabah adalah tanah lempung yang berasal dari tanah lempung lokal yaitu tanah kasongan. Dengan ukuran gerabah yaitu : tinggi 12,5 cm dan diameter 9 cm, dengan komposisi serbuk gegaji 5 %, 7,5 %, 10 %. Untuk reaktor luar terbuat dari kaca yang berukuran 25 m x 25 m (Gambar 3.1).

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field eksperiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap konsentrasi COD dan TSS dari sumber air limbah domestik dengan menggunakan *membran keramik*.

3.3. Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan COD dan TSS dari sumber air limbah domestik.

3.4. Lokasi Penelitian

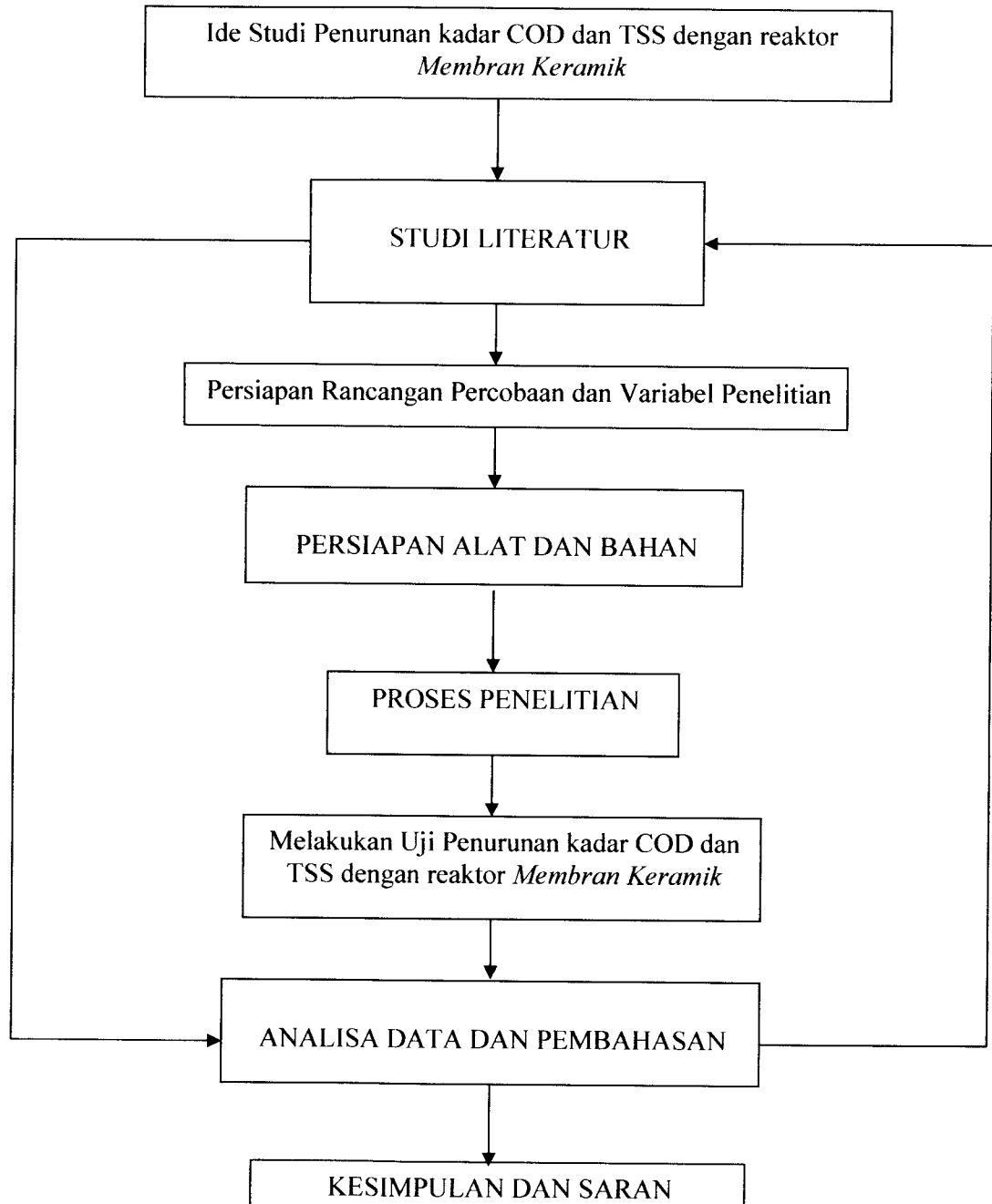
Lokasi pengambilan sampel air bertempat Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sewon Bantul Yogyakarta dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta.

3.5. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juli-November 2006 yang dilanjutkan dengan pengolahan data, penyusunan data dan penyusunan skripsi.

3.6. Metode Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Skema Diagram Alir Penelitian

3.7. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

- Variasi komposisi serbuk gergaji 5%, 7.5%, dan 10% dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS.
- Variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit dan 180 menit untuk menghitung laju penurunan COD dan TSS.
- Tinggi membran keramik : 12,5 cm.
- Diameter membran keramik : 9 cm.

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter yang diteliti adalah COD dan TSS.

3.8. Parameter yang diuji dan Analisa Laboratorium

Pada penelitian ini parameter yang akan diteliti adalah parameter *Chemical oxygen demand* (COD) dan parameter *Total Suspended Solid* (TSS). Effluent hasil filtrasi dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta. Berikut ini tabel metode analisa laboratorium yaitu sebagai berikut :

Tabel 3.1. Analisa Laboratorium

| Parameter | Analisa |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>Chemical oxygen demand</i> (COD) | Metode : Spectrofotometer Menurut : SNI 06-6989.2-2004 |
| <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) | Metode : Gravimetri Menurut : SNI M-03-1989-F |

3.9. Tahapan Penelitian

3.9.1. Desain Membran Keramik

Desain *Membran Keramik* yang direncanakan terbuat dari komposisi antara lain : tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji.

1. Tanah Lempung

Tanah lempung yang digunakan adalah tanah lempung lokal yaitu : tanah kasongan

2. Pasir Kuarsa

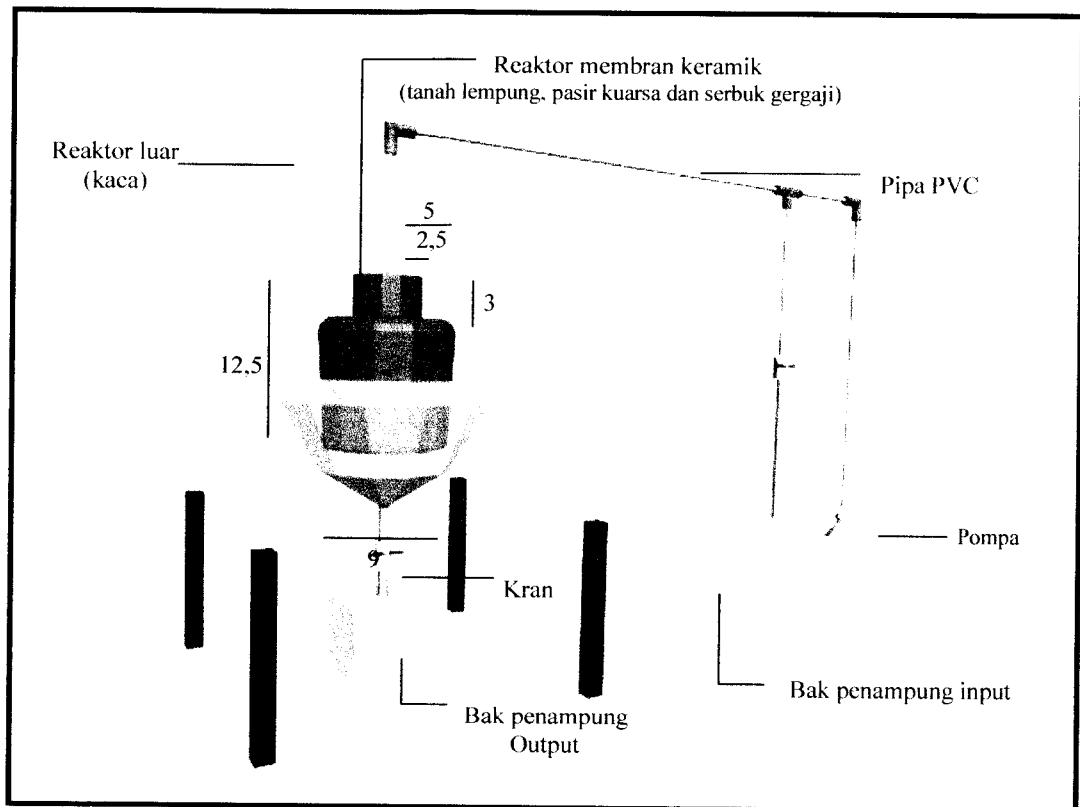
Komposisi pasir kuarsa adalah 10 % dari berat tanah lempung, untuk setiap 5 Kg tanah lempung.

3. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji diambil dari sisa penggergajian dengan penggunaan mesin listrik, yang berukuran sekitar ≥ 50 mesh. Untuk disaring dengan ayakan, serbuk gergaji berasal dari kayu jati dan mahoni, dengan komposisi serbuk gergaji yaitu : 5 %, 7,5 % dan 10 % dari 1 kg tanah lempung

3.9.2. Desain Reaktor Luar

Dimensi reaktor luar yang direncanakan terbuat dari : kaca yang berbentuk segi empat. Gambar reaktor *membran keramik* dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.2. Reaktor Membran Keramik

3.9.3. Persiapan Alat dan Bahan Untuk Penelitian

Adapun alat dan bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) *Membran Keramik* dan reaktor luar
- 2) Pompa aquarium
- 3) Dirigen
- 4) Pipa PVC : 2 meter
- 5) Stop kran $\frac{1}{2}$ " : 2 buah
- 6) Corong : 1 buah
- 7) Ember (Bak penampung inlet)
- 8) Botol sampel

3.10. Analisa Data

Data hasil percobaan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar COD dan TSS pada air limbah domestik dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

$$E = \frac{\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir}}{\text{Kadar Awal}} \times 100 \%$$

Sedangkan untuk memudahkan dalam pengolahan data, maka dipergunakan software statistik, yaitu T-test. Tujuan dari dilakukannya uji t dua variabel bebas adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel tersebut sama atau berbeda. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Atau dengan kata lain, t-test digunakan untuk menguji rataan tetapi variannya tidak diketahui.

Adapun langkah-langkah dalam mengerjakan Uji t dua variabel adalah sebagai berikut :

Langkah 1. Membuat H_a dan H_o dalam bentuk kalimat :

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

H_o : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

Langkah 2. Membuat H_a dan H_o model statistik :

H_a : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3. Mencari rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (s), dan varians (S).

Langkah 4. Mencari t_{hitung} dengan rumus :

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

r = nilai korelasi X_1 dengan X_2

n = jumlah sampel

\bar{x}_1 = rata-rata sampel ke-1

\bar{x}_2 = rata-rata sampel ke-2

s_1 = standar deviasi sampel ke-1

s_2 = standar deviasi sampel ke-2

S_1 = varians sampel ke-1

S_2 = varians sampel ke-2

Langkah 5. Menentukan kaidah pengujian :

- Taraf signifikasinya (α)
- Dengan menggunakan rumus $dk = n_1 + n_2 - 2$ akan diperoleh nilai t_{tabel}
- Kriteria pengujian dua pihak

Jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Langkah 6. Membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} .

Langkah 7. Membuat Kesimpulan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Jumlah air limbah domestik yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya. Sebagai salah satu alternatif pengolahan untuk menurunkan konsentrasi limbah domestik dengan parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total suspended Solid* (TSS) dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi *membran keramik*.

Prinsip dasar dari *membran keramik* adalah mengalirkan air limbah ke dalam *membran keramik* melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan $Q = 1000 \text{ L/ jam}$, $Ac = 220 - 240 \text{ Volt/ Hz}$, dan $W = 15 \text{ watt}$. Dimana akan terjadi proses filtrasi dan adsorpsi didalamnya yang pada akhirnya akan menghasilkan effluent melalui pori-pori pada dinding keramik, ukuran pori juga turut berperan sehingga dapat menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada limbah domestik. Pemeriksaan porositas *membran keramik* dilakukan di BATAN Yogyakarta, adapun ukuran porositas yang dihasilkan pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 5 %, 7,5 % dan 10 % dapat dilihat pada Tabel 4.1. berikut ini :

Tabel 4.1. Diameter Porositas Membran Keramik

| No | Komposisi Serbuk Gergaji (%) | Diameter Porositas Membran Keramik (μm) |
|----|------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 | 5 | $35,04155 \times 10^{-4}$ |
| 2 | 7,5 | $34,40265 \times 10^{-4}$ |
| 3 | 10 | $33,89180 \times 10^{-4}$ |

Sumber : Data Primer, 2006

Sebelum dilakukan pengujian menggunakan *membran keramik*, dilakukan pencucian terlebih dahulu untuk *membran keramik* tersebut dengan menggunakan air bersih. Proses pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran sisa dari hasil pembakaran keramik agar tidak bercampur dengan effluent yang dihasilkan pada *membran keramik* tersebut. Air limbah yang digunakan adalah air limbah dari unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sewon Bantul Yogyakarta, yang diambil dari unit sebelum *screw pump* atau pada bak pengumpul. Untuk selanjutnya dilakukan proses *running*, variasi pengambilan sampel dengan menggunakan *membran keramik* diambil dari setiap inlet dan outletnya yang dilakukan per 30 menit selama 3 jam (30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit).

Berikut ini adalah hasil dari uji laboratorium untuk parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan parameter *Total Suspended Solid* (TSS) adalah sebagai berikut :

4.1. Hasil Uji Laboratorium Untuk *Chemical Oxygen Demand* (COD)

4.1.1. Data Pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Pengukuran parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dilakukan pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, dengan variasi waktu pengambilan sampel per 30 menit selama 3 jam. Berikut adalah hasil pengukuran dan grafik konsentrasi COD serta grafik efisiensi removal COD pada *membran keramik* dengan variasi serbuk gergaji.

a. *Membran Keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 5 %

Dari proses *running* yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 5 % tidak mampu mengolah air limbah domestik, sehingga *membran keramik* tersebut tidak mampu menghasilkan effluent yang cukup untuk dilakukan penelitian.

b. *Membran Keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %

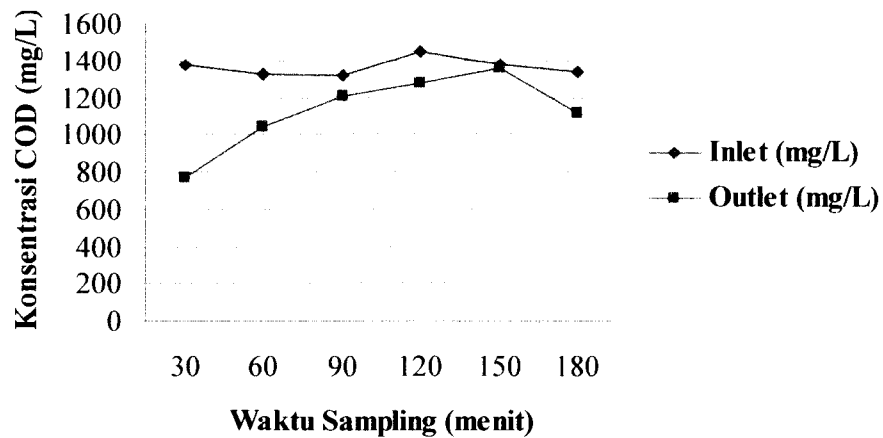
Hasil pengukuran dan grafik konsentrasi COD serta grafik efisiensi removal COD pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dapat dilihat pada Tabel 4.2, Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2. Data Konsentrasi COD Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %.

| Waktu (menit) | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | Effisiensi Removal (%) |
|------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| 30 | 1372,798 | 773,548 | 43,65 |
| 60 | 1326,506 | 1041,633 | 21,48 |
| 90 | 1321,419 | 1207,470 | 8,62 |
| 120 | 1448,086 | 1272,075 | 12,15 |
| 150 | 1374,324 | 1359,572 | 1,07 |
| 180 | 1338,715 | 1112,343 | 16,91 |
| Rata-rata | 1363,641 | 1127,774 | 17,30 |

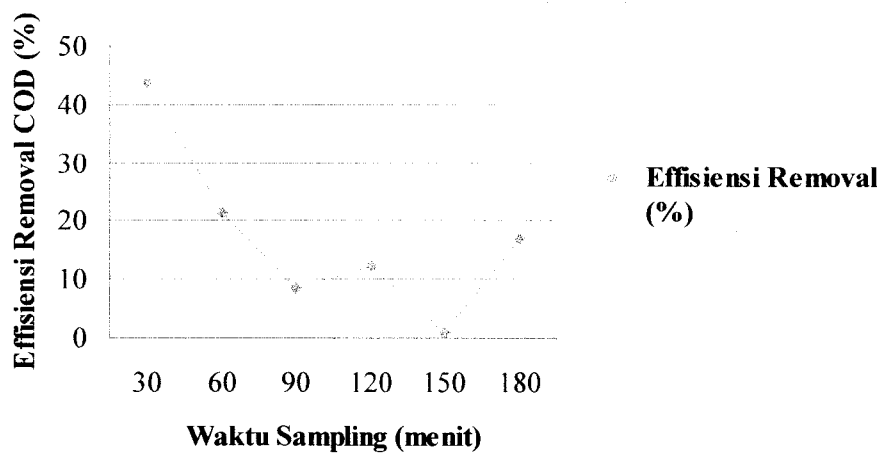
Sumber : Data Primer, 2006

$$\text{Efisiensi rata-rata COD} = \frac{1363,641 - 1127,774}{1363,641} \times 100 = 17,30\%$$



Gambar 4.1. Konsentrasi COD Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %.

Grafik hubungan antara efisiensi removal COD dengan variasi waktu sampling pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dapat ditunjukkan pada Gambar 4.2. berikut ini :



Gambar 4.2. Hubungan Efisiensi Removal COD dengan Variasi Waktu Sampling Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %.

Pada Tabel 4.2. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi COD untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % pada variasi waktu sampling 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit berturut-turut adalah **43,65 %**, **21,48 %**, **8,62 %**, **12,15 %**, **1,07 %**, dan **16,91 %** dengan efisiensi removal rata-rata sebesar **17,30 %**. Tingkat efisiensi removal yang terendah terjadi pada waktu 150 menit yaitu **1,07 %** sedangkan efisiensi removal tertinggi terjadi pada waktu 30 menit yaitu **43,65 %**.

c. *Membran Keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %

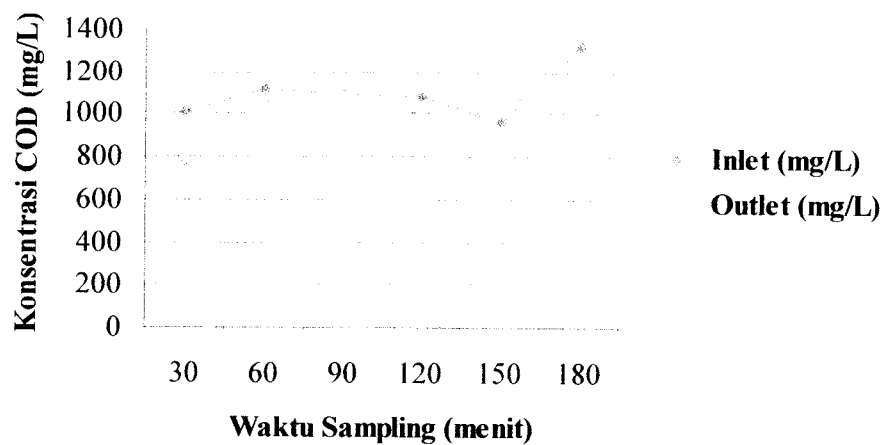
Hasil pengukuran dan grafik konsentrasi COD serta grafik efisiensi removal COD pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, dapat dilihat pada Tabel 4.3, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 berikut ini :

Tabel 4.3. Data Konsentrasi COD Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %.

| Waktu (menit) | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | Effisiensi Removal (%) |
|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|
| 30 | 1016,198 | 774,565 | 23,78 |
| 60 | 1120,991 | 1072,664 | 4,31 |
| 90 | 1088,942 | 1071,138 | 1,63 |
| 120 | 1082,329 | 1000,428 | 7,57 |
| 150 | 957,697 | 1072,664 | -12,00 |
| 180 | 1316,841 | 1056,386 | 19,78 |
| Rata-rata | 1097,1663 | 1007,974 | 8,13 |

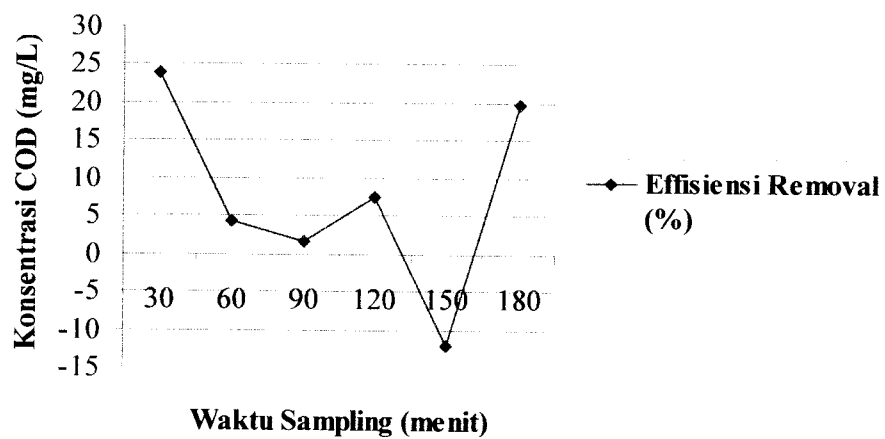
Sumber : Data Primer, 2006

$$\text{Efisiensi rata-rata COD} = \frac{1097,1663 - 1056,386}{1097,1663} \times 100 = 8,13 \%$$



Gambar 4.3. Konsentrasi COD Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %.

Grafik hubungan antara efisiensi removal COD dengan variasi waktu sampling pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 % dapat ditunjukkan pada Gambar 4.4. berikut ini :



Gambar 4.4. Hubungan Effisiensi Removal COD dengan Variasi Waktu Sampling Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %.

Pada Tabel 4.3. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi COD untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 % pada variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit berturut-turut adalah **23,78 %**, **4,31 %**, **1,63 %**, **7,57 %**, **-12,00 %**, **dan 19.78 %** dengan efisiensi removal rata-rata sebesar **8,13 %**. Tingkat efisiensi removal yang terendah terjadi pada waktu 150 menit yaitu **-12,00 %** sedangkan efisiensi removal tertinggi terjadi pada waktu 30 menit yaitu **23,78 %**.

4.1.2. Analisis Data Dengan Menggunakan T-Test

Tujuan dari dilakukannya uji t dua variabel bebas adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel tersebut sama atau berbeda. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Atau dengan kata lain, t-test digunakan untuk menguji rata-rata tetapi variannya tidak diketahui. Adapun rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)^2}}$$

r = nilai korelasi X_1 dengan X_2

n = jumlah sampel

\bar{x}_1 = rata-rata sampel ke-1

\bar{x}_2 = rata-rata sampel ke-2

s_1 = standar deviasi sampel ke-1

s_2 = standar deviasi sampel ke-2

S_1 = varians sampel ke-1

S_2 = varians sampel ke-2

4.1.2.1.T-Test Analisa COD Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata : \bar{x}_1 = 1363,641333

\bar{x}_2 = 1127,773500

Standar deviasi : s_1 = 47,14222343

s_2 = 206,9004546

Varians : S_1 = 2222,389229

S_2 = 4280779811

Korelasi : r_1 = 0,238609892

$t_{hitung} = 2,709100604$

Dengan $\alpha = 0.05$, $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$

Sehingga diperoleh $t_{tabel} = 1,812$

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t$ tabel, atau $-1,812 < 2,709100604 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Sehingga dapat disimpulkan :

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet
DITOLAK.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITERIMA.

Analisa COD dengan menggunakan uji t dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %. Menunjukkan hasil bahwa nilai t hitung lebih besar dari t tabel ($2,709100604 > 1,812$), maka dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet limbah domestik.

4.1.2.2. T-Test Analisa COD Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

| | | |
|-----------------|---------------|---------------|
| Rata-rata | : \bar{x}_1 | = 1097,166333 |
| | \bar{x}_2 | = 1007,974167 |
| Standar deviasi | : s_1 | = 122,5723672 |
| | s_2 | = 117,6772775 |
| Varians | : S_1 | = 15023,9852 |
| | S_2 | = 13847,94165 |
| Korelasi | : r_r | = 0,300125918 |

$$t_{\text{hitung}} = 1,283374699$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$, atau $-1,812 < 1,283374699 < 1,812$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Sehingga dapat disimpulkan :

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet
DITERIMA.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITOLAK.

Analisa COD dengan menggunakan uji t dengan komposisi serbuk gergaji 10 %. Menunjukkan hasil bahwa nilai t hitung lebih kecil dari t tabel ($1,283374699 < 1,812$), maka dapat dikatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet limbah domestik.

4.1.3. Pembahasan Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Pengujian parameter COD pada penelitian ini menggunakan *membran keramik* dengan variasi komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, karena berdasarkan Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 diketahui bahwa konsentrasi COD masih berada diatas batas kadar yang telah ditetapkan dalam Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No : 214/KPTS/1991 Tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Bagi Baku Mutu Limbah Cair yaitu sebesar 100

mg/L untuk golongan II. Pengambilan sampel COD dilakukan per 30 menit selama 3 jam, baik untuk inlet maupun outletnya, hal ini dikarenakan setiap menitnya konsentrasi COD berubah-ubah. Pengambilan sampel yang dilakukan setiap 30 menit selama 3 jam tersebut untuk mengetahui pada waktu berapakah *membran keramik* paling efektif dalam menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Penghitungan variasi waktu dimulai setelah air limbah mulai merembes (berupa butiran-butiran seperti keringat) keluar melewati pori-pori dinding *membran keramik*, air limbah hasil akhir ditampung di dalam botol sampel kemudian diuji parameter CODnya di laboratorium.

Dari proses *running* yang telah dilakukan, untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 5 % tidak dapat digunakan dalam penelitian, karena *membran keramik* tersebut tidak mampu mengolah limbah domestik sehingga tidak menghasilkan effluent yang cukup untuk dilakukan penelitian. Hal ini disebabkan limbah domestik dari unit IPAL Sewon Yogyakarta sedikit pekat karena bahan-bahan yang terkandung didalam limbah domestik tersebut. Kandungan limbah domestik berbeda untuk setiap harinya, dengan demikian air limbah domestik tersebut sulit untuk merembes melewati pori-pori *membran keramik* sehingga menyulitkan *membran keramik* untuk mengolah limbah domestik tersebut.

Dari hasil penelitian untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % mampu menurunkan konsentrasi inlet yaitu sebesar **1372,798 mg/L** menjadi sebesar **773,548 mg/L**, untuk *membran keramik* dengan komposisi

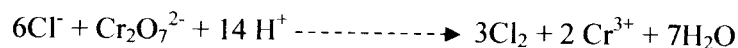
serbuk gergaji 10 % juga mampu menurunkan konsentrasi inlet, sebesar **1016,198 mg/L** menjadi sebesar **774,565 mg/L**.

Diantara kedua buah *membran keramik* tersebut, *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % yang memiliki efektifitas yang tinggi dalam menurunkan konsentrasi COD, hal ini dapat terlihat dari nilai effisiensinya yaitu, **43,65 %** untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan **23,78 %** untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %. Waktu yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi COD adalah pada menit ke-30 untuk kedua buah *membran keramik*, dimana efisiensi yang diperoleh pada menit ke-30 untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % adalah sebesar **43,65 %** dan **23,78 %** untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %.

Pada menit ke-150 diperoleh efisiensi removal bernilai negatif untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % yaitu sebesar **-12,00 %**, dimana outlet yang dihasilkan lebih besar dari pada inletnya sehingga efisiensi yang diperoleh bernilai negatif (terjadi kenaikan efisiensi), kemungkinan hal ini disebabkan karena pada bahan buangan organik diperkirakan terdapat unsur *chlorida* yang dapat mengganggu proses reaksi, yaitu mengganggu bekerjanya katalisator perak sulfat/ AgSO_4 . Dimana AgSO_4 berguna untuk mempercepat reaksi dalam proses pemanasan.

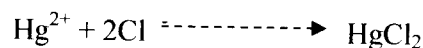
Mengurangi ion anorganik tertentu dioksidasi dibawah kondisi rendah pada test COD dan kemudian menyebabkan hasil yang diperoleh yang tak menentu/ tinggi (terjadi gangguan). *Chlorida* menyebabkan masalah yang paling

serius, karena konsentrasinya tinggi dalam air limbah (Clair N Sawyer dkk, 1994). *Chlorida* dapat mengganggu karena ikut teroksidasi oleh *kalium bichromat* sesuai dengan reaksi berikut ini :



(Alaerts, G, 1984)

Apabila dalam larutan air lingkungan terdapat *chlorida*, maka oksigen yang diperlukan pada reaksi tersebut tidak menggambarkan keadaan sebenarnya. Seberapa jauh tingkat pencemaran oleh bahan buangan organik tidak dapat diketahui secara benar. Gangguan ini dapat dihilangkan dengan penambahan merkuri sulfat/ HgSO_4 pada sampel, sebelum penambahan reagen lainnya. Penambahan HgSO_4 adalah untuk mengikat ion *chlor* menjadi merkuri chloride mengikuti reaksi berikut ini :



Dengan adanya ion Hg^{2+} ini, konsentrasi ion Cl^- menjadi sangat kecil dan tidak mengganggu oksidasi zat organik dalam tes COD (Wisnu Arya Wardana, 1999).

Penurunan konsentrasi COD dengan menggunakan *membran keramik* juga dapat terjadi karena adanya proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorpsi), dimana bahan-bahan organik yang terdapat pada air buangan disaring dan diserap oleh *membran keramik*, sehingga menyebabkan bahan-bahan organik menempel pada dinding membran, dan menghasilkan effluent akhir menjadi lebih baik. Ukuran partikel yang terlalu besar akan tertahan di *membran keramik* yang memiliki pori kecil.

Pada prinsipnya penurunan COD dipengaruhi oleh proses adsorpsi/ penyerapan, proses adsorpsi adalah proses yang paling penting dalam proses filtrasi, *membran keramik* memiliki sifat adsorpsi yaitu suatu proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorban akibat kimia dan fisika (Reynolds, 1982). Proses adsorpsi dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel dengan *membran keramik*, yang merupakan hasil daya tarik menarik elektrostatis antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan (Razif, 1985).

Bilamana adsorban dibiarkan berkontak dengan suatu larutan, jumlah zat terlarut yang diadsorpsi pada permukaan adsorban akan meningkat sehingga konsentrasi zat terlarut akan menurun setelah beberapa saat. Kesetimbangan adsorpsi akan tercapai bilamana jumlah molekul yang meninggalkan permukaan adsorban sama dengan jumlah molekul yang diadsorpsi pada permukaan adsorban. Sifat-sifat reaksi adsorpsi yang dapat dilihat dengan mengaitkan kapasitas adsorpsi (massa zat terlarut yang dapat diadsorpsi per satuan massa adsorban) pada konsentrasi kesetimbangan zat terlarut yang tertinggal dalam larutan (T.H.Y. Tebbutt, 1960).

Adsorpsi merupakan fenomena fisik yang menyangkut permukaan suatu material maka adsorban yang baik harus berupa struktur berpori yang memiliki permukaan yang cukup luas setara dengan volumenya, dimana dalam hal ini *membran keramik* berfungsi sebagai adsorban sedangkan air limbah berfungsi sebagai adsorbat. Weber (1972), dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorban. Adsorbat adalah substansi yang terserap atau substansi yang dipisahkan

dari pelarutnya, sedangkan adsorban adalah suatu media penyerap. Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat partikel pada permukaan dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap, yaitu :

1. Mempunyai luas permukaan yang besar
2. Berpori-pori
3. Aktif ,murni dan tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi, yaitu :

1. Luas permukaan adsorban

Semakin luas permukaan adsorban, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorban.

2. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0,1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (Tchobanoglous, 1991).

3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan menempel adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontak cukup dan waktu kontak berkisar antara 10-15 menit (Reynolds, 1982).

4. Distribusi ukuran pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran partikel yang akan masuk kedalam partikel adsorban.

Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang berlebihan pada suatu badan air tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian, karena akan mengganggu proses fotosintesis pada kepentingan pertanian dan menyebabkan ikan-ikan pada mati. Konsentrasi COD setelah melalui proses pengolahan dengan *membran keramik*, masih berada diatas batas kadar yang telah ditetapkan dalam Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No : 214/KPTS/1991 Tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah Untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Bagi Baku Mutu Limbah Cair untuk Golongan II, yaitu sebesar 100 mg/L, penurunan konsentrasi COD yang paling efektif setelah melalui proses pengolahan dengan *membran keramik* terjadi pada menit ke-30 sebesar **773,548 mg/L** untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan **774,565 mg/L** untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %.

4.2. Hasil Uji Laboratorium Untuk *Total Suspended Solid* (TSS)

4.2.1. Data Pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS)

Pengukuran parameter *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, dengan variasi waktu pengambilan sampel per 30 menit selama 3 jam. Berikut adalah hasil pengukuran dan grafik

konsentrasi COD serta grafik efisiensi removal COD pada *membran keramik* dengan variasi serbuk gergaji.

a. *Membran Keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 5 %

Dari proses *running* yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 5 % tidak mampu mengolah air limbah domestik, sehingga *membran keramik* tersebut tidak mampu menghasilkan effluent yang cukup untuk dilakukan penelitian.

b. *Membran Keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %

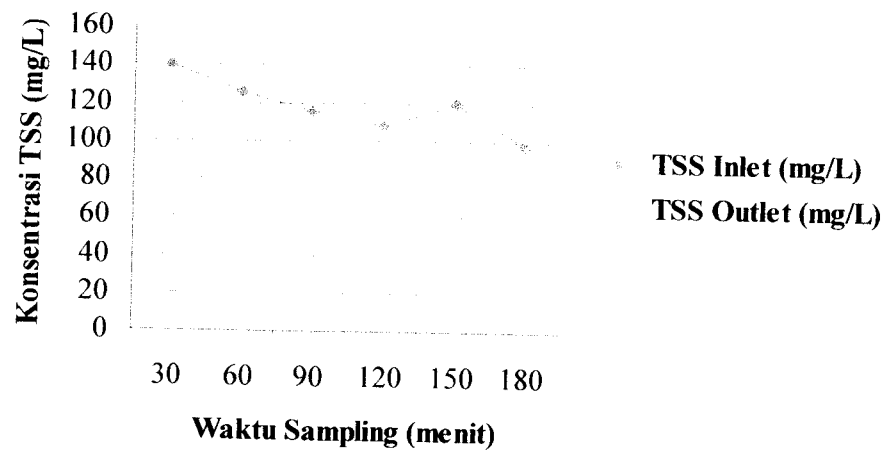
Hasil pengukuran dan grafik konsentrasi TSS serta grafik efisiensi removal TSS pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dapat dilihat pada Tabel 4.4, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 berikut ini :

Tabel 4.4. Data Konsentrasi TSS Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %.

| Waktu (Menit) | Berat Kertas Saring Kosong | | Berat Kertas Saring Isi | | Total Suspended Solid | | Efisiensi Removal (%) |
|---------------|----------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | Inlet (gr) | Outlet (gr) | Inlet (gr) | Outlet (gr) | Inlet (mg/l) | Outlet (mg/l) | |
| 30 | 1,1538 | 1,1617 | 1,1573 | 1,1643 | 140 | 103 | 26,67 |
| 60 | 1,1645 | 1,1696 | 1,1676 | 1,1719 | 125 | 90 | 28,19 |
| 90 | 1,1772 | 1,1932 | 1,1801 | 1,1949 | 116 | 66 | 43,10 |
| 120 | 1,1896 | 1,1653 | 1,1923 | 1,1666 | 108 | 49 | 54,94 |
| 150 | 1,1917 | 1,1552 | 1,1947 | 1,1563 | 119 | 42 | 64,80 |
| 180 | 1,1570 | 1,1684 | 1,1594 | 1,1691 | 98 | 26 | 73,47 |
| | | | | | 118 | 63 | 46,89 |

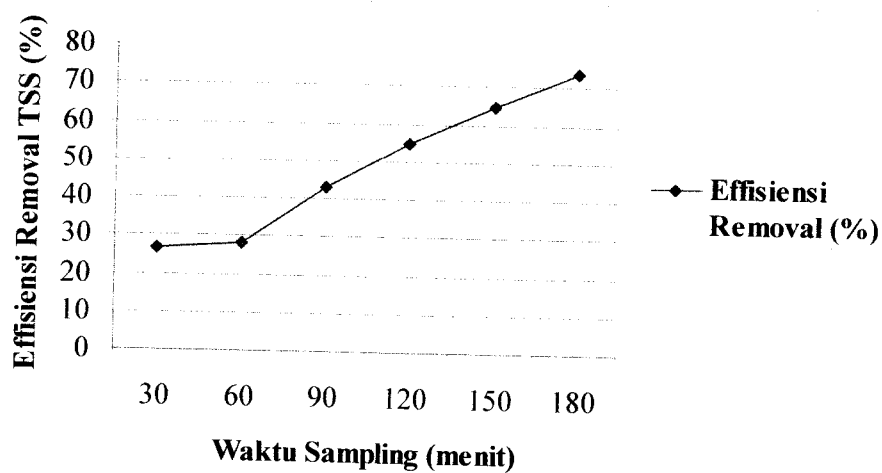
Sumber : Data Primer, 2006

$$\text{Efisiensi rata-rata TSS} = \frac{118 - 63}{118} \times 100 = 46,89\%$$



Gambar 4.5. Konsentrasi TSS Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %.

Grafik hubungan antara efisiensi removal TSS dengan variasi waktu sampling pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dapat ditunjukkan pada Gambar 4.6. berikut ini :



Gambar 4.6. Hubungan Effisiensi Removal TSS dengan Variasi Waktu Sampling Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %.

Pada Tabel 4.4. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi TSS untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % pada variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit berturut-turut adalah **26,67 %**, **28,19 %**, **43,10%**, **54,94 %**, **64,80 %**, dan **73,47 %** dengan efisiensi removal rata-rata sebesar **46,89 %**. Tingkat efisiensi removal yang terendah terjadi pada waktu 30 menit yaitu **26,67 %** sedangkan efisiensi removal tertinggi terjadi pada waktu 180 menit yaitu **73,47 %**.

c. *Membran Keramik* dengan komposisi Sserbuk gergaji 7,5 %

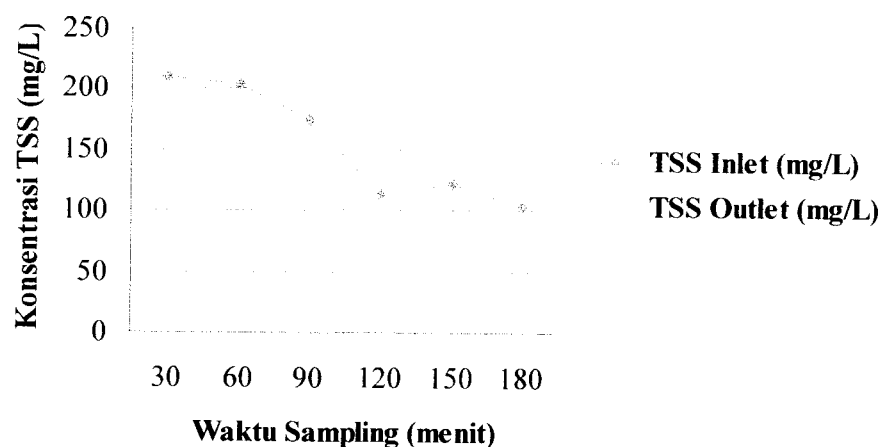
Hasil pengukuran dan grafik konsentrasi TSS serta grafik efisiensi removal TSS pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, dapat dilihat pada Tabel 4.5, Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 berikut ini :

Tabel 4.5. Data Konsentrasi TSS pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %.

| Waktu (Menit) | Berat Kertas Saring Kosong | | Berat Kertas Saring Isi | | Total Suspended Solid | | Efisiensi Removal (%) |
|---------------|----------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | Inlet (gr) | Outlet (gr) | Inlet (gr) | Outlet (gr) | Inlet (mg/l) | Outlet (mg/l) | |
| 30 | 1,1598 | 1,1615 | 1,1651 | 1,1655 | 210 | 158 | 24,76 |
| 60 | 1,1739 | 1,1757 | 1,1790 | 1,1793 | 204 | 147 | 27,78 |
| 90 | 1,1255 | 1,1831 | 1,1299 | 1,1859 | 174 | 110 | 36,78 |
| 120 | 1,1580 | 1,1877 | 1,1608 | 1,1893 | 112 | 65 | 41,67 |
| 150 | 1,1686 | 1,1807 | 1,1716 | 1,1820 | 122 | 50 | 59,02 |
| 180 | 1,1878 | 1,1812 | 1,1904 | 1,1821 | 104 | 39 | 62,82 |
| | | | | | 154 | 95 | 38,52 |

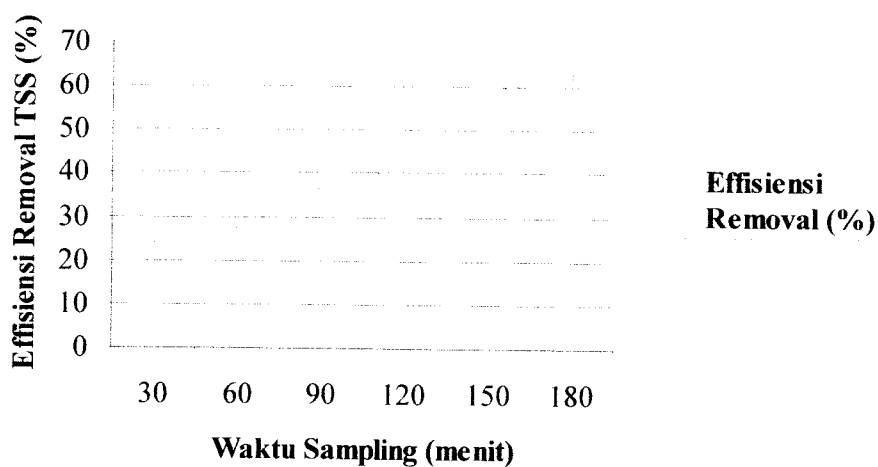
Sumber : Data Primer, 2006

$$\text{Efisiensi rata-rata TSS} = \frac{154 - 95}{154} \times 100 = 38,52 \%$$



Gambar 4.7. Konsentrasi TSS Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %.

Grafik hubungan antara efisiensi removal TSS dengan variasi waktu sampling pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 % dapat ditunjukkan pada Gambar 4.8. berikut ini :



Gambar 4.8. Hubungan Effisiensi Removal TSS dengan Variasi Waktu Sampling Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %.

Pada Tabel 4.5. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi TSS untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 % pada variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit berturut-turut adalah **24,76 %**, **27,78 %**, **36,78 %**, **41,67 %**, **59,02 %**, dan **62,8 %** dengan efisiensi removal rata-rata sebesar **38,52 %**. Tingkat efisiensi removal yang terendah terjadi pada waktu 30 menit yaitu **24,76 %** sedangkan efisiensi removal tertinggi terjadi pada waktu 180 menit yaitu **62,82 %**.

4.2.2. Analisis Data Dengan Menggunakan T-Test

Tujuan dari dilakukannya uji t dua variabel bebas adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel tersebut sama atau berbeda. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Atau dengan kata lain, t-test digunakan untuk menguji rataan tetapi variannya tidak diketahui.

Adapun rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S1}{n1} + \frac{S2}{n2} - 2r\left(\frac{s1}{\sqrt{n1}}\right) + \left(\frac{s2}{\sqrt{n2}}\right)}}$$

r = nilai korelasi X_1 dengan X_2

n = jumlah sampel

\bar{x}_1 = rata-rata sampel ke-1

\bar{x}_2 = rata-rata sampel ke-2

s_1 = standar deviasi sampel ke-1

s_2 = standar deviasi sampel ke-2

S_1 = varians sampel ke-1

S_2 = varians sampel ke-2

4.2.2.1. T-Test Untuk Analisa TSS Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata : \bar{x}_1 = 117,777778

\bar{x}_2 = 62,555556

Standar deviasi : s_1 = 14,444786

s_2 = 29,413275

Varians : S_1 = 208,651852

S_2 = 865,140741

Korelasi : r_1 = 0,903530

$t_{hitung} = 4,112401714$

Dengan $\alpha = 0.05$, $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$

Sehingga diperoleh $t_{tabel} = 1,812$

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t$ tabel, atau $-1,812 < 4,112401714 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Sehingga dapat disimpulkan :

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet
DITOLAK.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet DITERIMA.

Analisa TSS dengan menggunakan uji t dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %. Menunjukkan hasil bahwa nilai t hitung lebih besar dari t tabel ($4,112401714 > 1,812$), maka dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet limbah domestik.

4.2.2.2. T-Test Untuk Analisa TSS Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

| | | |
|-----------------|---------------|---------------|
| Rata-rata | : \bar{x}_1 | = 154,333333 |
| | \bar{x}_2 | = 94,888889 |
| Standar deviasi | : s_1 | = 47,588514 |
| | s_2 | = 51,012272 |
| Varians | : S_1 | = 2264666667 |
| | S_2 | = 2602,251852 |
| Korelasi | : r_1 | = 0,984311 |

$$t_{\text{hitung}} = 2,109959825$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$, atau $-1,812 < 2,109959825 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Sehingga dapat disimpulkan :

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet
DITOLAK.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet DITERIMA.

Analisa TSS dengan menggunakan uji t dengan komposisi serbuk gergaji 10 %. Menunjukkan hasil bahwa nilai t hitung lebih besar dari t tabel ($2,109959825 > 1,812$), maka dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet limbah domestik.

4.2.3. Pembahasan Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS)

Pengujian konsentrasi TSS pada penelitian ini menggunakan *membran keramik* dengan variasi komposisi serbuk gergaji yang sama pada pengujian COD yaitu *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 % sedangkan untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 5 % tidak dapat digunakan. Berdasarkan Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 diketahui bahwa konsentrasi TSS masih berada diatas batas kadar yang telah ditetapkan dalam Keputusan Gubernur

Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No : 214/KPTS/1991 Tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Bagi Baku Mutu Limbah Cair yaitu sebesar 200 mg/L untuk golongan II.

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa *membran keramik* dapat menurunkan konsentrasi TSS yang terkandung dalam limbah domestik. *Membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % mampu menurunkan konsentrasi inlet sebesar **103 mg/L** menjadi **sebesar 26 mg/L**, sedangkan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % mampu menurunkan konsentrasi inlet sebesar **158 mg/L** menjadi **sebesar 39 mg/L**.

Dari Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa variasi waktu berpengaruh terhadap outlet TSS, yaitu dengan bertambahnya waktu maka konsentrasi TSS akan menjadi turun, hal ini ditunjukkan dari hasil TSS yang diperoleh pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %, yaitu 0 menit sebesar **244 mg/L**, 30 menit sebesar **103 mg/L**, 60 menit sebesar **90 mg/L**, 90 menit sebesar **66 mg/L**, 120 menit sebesar **49 mg/L**, 150 menit sebesar **42 mg/L**, 180 menit sebesar **26 mg/L** dan inlet rata-ratanya sebesar **118 mg/L** serta outlet rata-ratanya sebesar **63 mg/L**, untuk hasil TSS yang diperoleh pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, yaitu 0 menit sebesar **278 mg/L**, 30 menit sebesar **158 mg/L**, 60 menit sebesar **147 mg/L**, 90 menit sebesar **110 mg/L**, 120 menit sebesar **65 mg/L**, 150 menit sebesar **50 mg/L**, 180 menit sebesar **39 mg/L** dan inlet rata-ratanya sebesar **149 mg/L** serta outlet rata-ratanya sebesar **95 mg/L**.

Diantara kedua buah *membran keramik* tersebut, *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % yang memiliki efektifitas yang lebih tinggi dalam menurunkan konsentrasi TSS. Hal ini dapat terlihat dari nilai effisiensinya yaitu, **73,47 %** untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan **62,82 %** untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %. Waktu yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS adalah pada menit ke-180 untuk kedua buah *membran keramik*, dimana effisiensi yang diperoleh pada menit ke-180 untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % adalah sebesar **73,47 %** dan **62,82 %** untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %.

Penurunan konsentrasi TSS dengan menggunakan *membran keramik* juga dapat terjadi karena adanya proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorpsi), dimana bahan-bahan organik yang terdapat pada air buangan disaring dan diserap oleh *membran keramik*, sehingga menyebabkan bahan-bahan organik menempel pada dinding membran, dan menghasilkan effluent akhir menjadi lebih baik. Ukuran partikel yang terlalu besar akan tertahan di *membran keramik* yang memiliki pori kecil, dengan adanya proses filtrasi ini partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dalam air limbah tertahan dan menempel pada permukaan dinding *membran keramik*. Diameter porositas *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % sebesar $34,40265 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ sedangkan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 % sebesar $33,89180 \times 10^{-4} \mu\text{m}$, karena porositas *membran keramik* terlalu kecil untuk dilewati partikel-partikel zat tersuspensi, maka hanya air yang mampu lolos merembes melewati

membran keramik, dimana ukuran diameter partikel untuk padatan tersuspensi > 1 μm . Dengan ukuran porositas *membran keramik* yang kecil dari pada ukuran diameter zat padat tersuspensi maka *membran keramik* dapat menurunkan konsentrasi TSS, semakin besar ukuran diameter zat padat tersuspensi maka semakin banyak partikel yang tertahan dan menempel pada permukaan dinding *membran keramik* sehingga hasil akhir yang diperoleh semakin baik.

Penurunan TSS juga dipengaruhi oleh proses adsorpsi/ penyerapan yang merupakan mekanisme proses yang terjadi dalam proses filtrasi, hal ini dikarenakan *membran keramik* memiliki sifat adsorpsi, yaitu suatu proses, dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorban akibat kimia dan fisika (Reynolds, 1982).

Proses adsorpsi adalah proses yang paling penting dalam proses filtrasi. Bilamana adsorban dibiarkan berkontak dengan suatu larutan, jumlah zat terlarut yang diadsorpsi pada permukaan adsorban akan meningkat sehingga konsentrasi zat terlarut akan menurun setelah beberapa saat (T.H.Y. Tebbutt, 1960). Variasi waktu juga berpengaruh terhadap hasil akhir TSS, daya adsorpsi molekul dari suatu adsorbat akan meningkat apabila waktu kontakannya dengan *membran keramik* lama. Makin lama waktu kontakannya akan memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik sehingga menyebabkan penurunan terhadap parameter TSS.

Weber (1972), dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorban. Adsorbat adalah substansi yang terserap atau substansi yang dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorban adalah suatu media penyerap, dimana dalam hal

ini *membran keramik* berfungsi sebagai adsorban sedangkan air limbah berfungsi sebagai adsorbat.

Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada suatu badan air memiliki konsentrasi yang tinggi maka juga akan mempengaruhi proses fotosintesis, sehingga dapat mengganggu kehidupan mikroorganisme. Konsentrasi TSS setelah melalui proses pengolahan dengan *membran keramik*, berada dibawah batas kadar yang telah ditetapkan dalam Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No : 214/KPTS/1991 Tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah Untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Bagi Baku Mutu Limbah Cair untuk Golongan II, yaitu sebesar 200 mg/L, penurunan konsentrasi TSS yang paling efektif setelah melalui proses pengolahan dengan *membran keramik* terjadi pada menit ke-180 sebesar **26 mg/L** untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan **39 mg/L** untuk *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. *Membran keramik* bakaran rendah dapat menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada air limbah domestik IPAL, Sewon Yogyakarta.
2. Pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % konsentrasi COD mengalami penurunan sebesar **43,65 %** dari **1372,798 mg/L** menjadi **773,548 mg/L**, sedangkan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 % terjadi penurunan sebesar **23,78 %** dari **1016,198 mg/L** menjadi sebesar **774,565 mg/L**.
3. Terjadi penurunan konsentrasi TSS pada *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% sebesar **73,47 %** dari **103 mg/L** menjadi **26 mg/L**, sedangkan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 % terjadi penurunan sebesar **62,82 %** dari **158 mg/L** menjadi sebesar **39 mg/L**.
4. Dari kedua buah *membran keramik*, *membran keramik* yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS adalah *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %.

5. Untuk penggunaan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, waktu yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi COD adalah pada menit ke-30, sedangkan untuk TSS waktu yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS adalah pada menit ke-180.

5.2. Saran

Setelah dilakukan pengujian terhadap COD dan TSS dengan menggunakan *membran keramik* terdapat beberapa kesulitan, sehingga dapat disarankan :

1. Sebelum melakukan *running* dengan menggunakan air limbah domestik sebaiknya membran keramik/ gerabah terlebih dahulu *dirunning* dengan menggunakan air bersih, jangan hanya dicuci/ dibilas saja.
2. Melakukan pemeriksaan konsentrasi untuk unsur *chlorida*, karena dalam pemeriksaan parameter COD untuk buangan organik kemungkinan terjadi gangguan yang disebabkan oleh unsur *chlorida* yang dapat mengganggu bekerjanya katalisator perak sulfat/ AgSO_4 dalam proses pemanasan.
3. Menambah variasi waktu sehingga diketahui dengan pasti pada variasi waktu berapa *membran keramik* tidak mampu melakukan proses filtrasi dan adsorpsi lagi. Selain itu, untuk penelitian selanjutnya diharapkan adanya penambahan variasi komposisi serbuk gergaji sehingga dapat membandingkan kualitas effluent yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts,G. 1984. *Metodologi Penelitian Air*. Usaha Nasional Indonesia: Surabaya.
- Alimuddin. *Optimasi Pengolahan Secara Konvensionalair Sungai Karang Mumus Dan Pemanfaatan Serbuk Gergaji Dalam Pengolahannya*. Diambil dari website www.scribd.com. Update 2002. Download 4 April 2006.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Saringan Air Keramik Penjernih Air Minum Bebas Bakteri*. Diambil dari website www.bphl.go.id. Update. Download 5 Agustus 2006.
- Cristady, H. H. 2002. *Mekanika Tanah I, Edisi kedua*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Darmawan, Taufiq. 2002. *Skripsi Efisiensi Penutupan Pistia Stratiotes Pada Bak Pengolahan Bertingkat Untuk Menurunkan BOD dan COD Air Limbah Rumah Tangga*. STTL YLH: Yogyakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairaan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Fitriani, Rima. 2006. *Skripsi Penurunan COD, Pemeriksaan Bakteri E.Coli, dan pH Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Reaktor Anaerobik Roughing Filter Aliran Horizontal*. JTL UII: Yogyakarta
- Hari, S.P. 1994. *Skripsi Penurunan Kadar Fe dan Mn Air Sumur Gali Menggunakan Pasir Kwarsa Yang Diaktifkan Dengan KMnO₄ 5 %* STTL : Yogyakarta

- Imansyah, Budi. *Pencegahan Cemaran Limbah Domestik*. Diambil dari website www.scribd.com/doc/100000000. Update 2005. Download 15 Agustus 2006.
- Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. McGraw Hill, International Edition, Third Edition.
- Olphen, V. 1993. *An Introduction To Clay Colloid Chemistry*. Willey Interscience. Newyork
- Reynolds, T.D. 1982. *Unit Operations and Process in Environmental Engineering*. Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA.
- Sawyer, Clair N, dkk. 1994. *Chemistry For Enviromental Engineering Vol 4*. McGraw Hill, International Edition.
- Subiarto. 2005. *Penyerapan dan Co-6 Dari Limbah radioaktif Cair Dengan menggunakan Arang Aktif Lokal*. Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif Batan : Yogyakarta
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI Press : Jakarta.
- Tebbutt, T.H.Y. 1960. *Prinsip-Prinsip Pengendalian Kualitas Air*. Departement of Civil Engineering University of Birmingham.
- Utomo, Mulyadi. *Keramik Bali Kuno*. Diambil dari website www.scribd.com/doc/100000000. Update 2003. Download 6 September 2006
- Wardana, Wisnu. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset: Yogyakarta.

L

A

M

P

I

R

A

N

**DATA DATA DARI HASIL
PENGUJIAN DENGAN
MENGUNAKAN *MEMBRANE*
*KERAMIK***

DATA-DATA DARI PENGUJIAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD)

☛ *Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %*

Data Hasil Spektrofotometer

| Waktu (menit) | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) |
|---------------|--------------|---------------|
| 0 | 1328.541 | |
| | 1328.032 | |
| 30 | 1372.798 | 773.548 |
| | 1373.307 | 773.548 |
| 60 | 1326.506 | 1041.633 |
| | 1326.506 | 1042.651 |
| 90 | 1321.419 | 1207.470 |
| | 1321.419 | 1206.452 |
| 120 | 1448.086 | 1272.075 |
| | 1447.577 | 1272.584 |
| 150 | 1374.324 | 1359.572 |
| | 1374.324 | 1360.589 |
| 180 | 1338.715 | 1112.343 |
| | 1338.715 | 1112.343 |

Data Hasil Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD)

| Waktu (menit) | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | Effisiensi Removal (%) |
|---------------|--------------|---------------|------------------------|
| 30 | 1372.798 | 773.548 | 43.65 |
| 60 | 1326.506 | 1041.633 | 21.48 |
| 90 | 1321.419 | 1207.470 | 8.62 |
| 120 | 1448.086 | 1272.075 | 12.15 |
| 150 | 1374.324 | 1359.572 | 1.07 |
| 180 | 1338.715 | 1112.343 | 16.91 |
| | 1363.641 | 1127.774 | 17.30 |

☛ **Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 %**

Data Hasil Spektrofotometer

| Waktu (menit) | Inlet | Outlet |
|----------------------|--------------|---------------|
| 0 | 1021.794 | |
| | 1021.794 | |
| 30 | 1016.198 | 774.565 |
| | 1014.163 | 776.091 |
| 60 | 1120.991 | 1072.664 |
| | 1126.586 | 1074.190 |
| 90 | 1088.942 | 1071.138 |
| | 1088.434 | 1072.664 |
| 120 | 1082.329 | 1000.428 |
| | 1081.312 | 1000.428 |
| 150 | 1072.664 | 957.697 |
| | 1073.173 | 957.189 |
| 180 | 1316.841 | 1056.386 |
| | 1316.841 | 1057.403 |

Data Hasil Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD)

| Waktu (menit) | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | Effisiensi Removal (%) |
|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|
| 30 | 1016.198 | 774.565 | 23.78 |
| 60 | 1120.991 | 1072.664 | 4.31 |
| 90 | 1088.942 | 1071.138 | 1.63 |
| 120 | 1082.329 | 1000.428 | 7.57 |
| 150 | 957.697 | 1072.664 | -12.00 |
| 180 | 1316.841 | 1056.386 | 19.78 |
| | 1097.1663 | 1007.974 | 8.13 |

DATA-DATA DARI PENGUJIAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS)*** Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %****Sampel Awal**

| Uji | Waktu (Menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| SAMPEL | 0 | 1.1545 | 1.1606 | 244 |

30 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 30 | 1.1538 | 1.1573 | 140 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 30 | 1.1617 | 1.1643 | 103 |

60 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 60 | 1.1645 | 1.1676 | 125 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 60 | 1.1696 | 1.1719 | 90 |

90 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 90 | 1.1772 | 1.1801 | 116 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 90 | 1.1932 | 1.1949 | 66 |

120 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 120 | 1.1896 | 1.1923 | 108 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 120 | 1.1653 | 1.1666 | 49 |

150 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 150 | 1.1917 | 1.1947 | 119 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 150 | 1.1552 | 1.1563 | 42 |

180 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 180 | 1.1570 | 1.1594 | 98 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 180 | 1.1684 | 1.1691 | 26 |

Data Hasil Pengujian Total Suspended Solid (TSS)

| Waktu (Menit) | Berat Kertas Saring Kosong | | Berat Kertas Saring Isi | | Total Suspended Solid | | Effisiensi Removal (%) |
|---------------|----------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-----------------------|---------------|------------------------|
| | Inlet (gr) | Outlet (gr) | Inlet (gr) | Outlet (gr) | Inlet (mg/l) | Outlet (mg/l) | |
| 30 | 1,1538 | 1,1617 | 1,1573 | 1,1643 | 140 | 103 | 26,67 |
| 60 | 1,1645 | 1,1696 | 1,1676 | 1,1719 | 125 | 90 | 28,19 |
| 90 | 1,1772 | 1,1932 | 1,1801 | 1,1949 | 116 | 66 | 43,10 |
| 120 | 1,1896 | 1,1653 | 1,1923 | 1,1666 | 108 | 49 | 54,94 |
| 150 | 1,1917 | 1,1552 | 1,1947 | 1,1563 | 119 | 42 | 64,80 |
| 180 | 1,1570 | 1,1684 | 1,1594 | 1,1691 | 98 | 26 | 73,47 |
| | | | | | 118 | 63 | 46,89 |

Selisih = Berat Isi – Berat Kosong

$$TSS = \frac{Selisih \times 1000}{mL \text{ contoh}} \times 1000$$

mL = 25 mL sampel air

❁ *Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 %*

Sampel Awal

| Uji | Waktu (Menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| SAMPEL | 0 | 1.1656 | 1.1726 | 278 |

30 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 30 | 1.1598 | 1.1651 | 210 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 30 | 1.1615 | 1.1655 | 158 |

60 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 60 | 1.1739 | 1.1790 | 204 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 60 | 1.1757 | 1.1793 | 147 |

90 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 90 | 1.1255 | 1.1299 | 174 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 90 | 1.1831 | 1.1859 | 110 |

120 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 120 | 1.1580 | 1.1608 | 112 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 120 | 1.1877 | 1.1893 | 65 |

150 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 150 | 1.1686 | 1.1716 | 122 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 150 | 1.1807 | 1.1820 | 50 |

180 menit

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|-------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| INLET | 180 | 1.1878 | 1.1904 | 104 |

| Uji | Waktu (menit) | Berat Kertas Saring Kosong | Berat Kertas Saring Isi | TSS mg/L |
|--------|---------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| OUTLET | 180 | 1.1812 | 1.1821 | 39 |

Data Hasil Pengujian Total Suspended Solid (TSS)

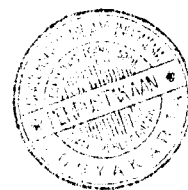
| Waktu (Menit) | Berat Kertas Saring Kosong | | Berat Kertas Saring Isi | | Total Suspended Solid | | Efisiensi Removal (%) |
|---------------|----------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | Inlet (gr) | Outlet (gr) | Inlet (gr) | Outlet (gr) | Inlet (mg/l) | Outlet (mg/l) | |
| 30 | 1,1598 | 1,1615 | 1,1651 | 1,1655 | 210 | 158 | 24,76 |
| 60 | 1,1739 | 1,1757 | 1,1790 | 1,1793 | 204 | 147 | 27,78 |
| 90 | 1,1255 | 1,1831 | 1,1299 | 1,1859 | 174 | 110 | 36,78 |
| 120 | 1,1580 | 1,1877 | 1,1608 | 1,1893 | 112 | 65 | 41,67 |
| 150 | 1,1686 | 1,1807 | 1,1716 | 1,1820 | 122 | 50 | 59,02 |
| 180 | 1,1878 | 1,1812 | 1,1904 | 1,1821 | 104 | 39 | 62,82 |
| | | | | | 154 | 95 | 38,52 |

Selisih = Berat Isi – Berat Kosong

$$TSS = \frac{Selisih \times 1000}{mL \text{ contoh}} \times 1000$$

mL = 25 mL sampel air

**DATA DATA HASIL ANALISA
T TEST PADA PENGUJIAN
DENGAN MENGGUNAKAN
*MEMBRANE KERAMIK***



DATA-DATA HASIL ANALISA T-TEST PENGUJIAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)*

T-test untuk Analisa COD Pada Komposisi *Membran keramik 7,5 %*

Langkah 1. Membuat H_a dan H_o dalam bentuk kalimat :

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

H_o : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

Langkah 2. Membuat H_a dan H_o model statistik :

$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$

$H_o : \mu_1 = \mu_2$

Langkah 3. Mencari rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (s), varians (S), dan korelasi.

| Menit ke- | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | X1*X2 | X1^2 | X2^2 |
|---------------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 30 | 1372.798 | 773.548 | 1061925.147 | 1884574.349 | 598376.5083 |
| 60 | 1326.506 | 1041.633 | 1381732.424 | 1759618.168 | 1084999.307 |
| 90 | 1321.419 | 1207.470 | 1595573.800 | 1746148.174 | 1457983.801 |
| 120 | 1448.086 | 1272.075 | 1842073.998 | 2096953.063 | 1618174.806 |
| 150 | 1374.324 | 1359.572 | 1868492.429 | 1888766.457 | 1848436.023 |
| 180 | 1338.715 | 1112.343 | 1489110.259 | 1792157.851 | 1237306.95 |
| Σ | 8181.848 | 6766.641 | 9238908.059 | 11168218.06 | 7845277.394 |
| X_r | 1363.641333 | 1127.773500 | | | |
| Standar Deviasi (s) | 47.14222343 | 206.9004546 | | | |
| Varians (S) | 2222.389229 | 42807.79811 | | | |
| Korelasi (r) | 0.238609892 | | | | |

Langkah 4. Mencari t_{hitung} dengan rumus :

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S1}{n1} + \frac{S2}{n2} - 2r \left(\frac{s1}{\sqrt{n1}} \right) + \left(\frac{s2}{\sqrt{n2}} \right)^2}}$$

$$= \frac{1363.6411333 - 1127.773500}{\sqrt{\frac{2222.389229}{6} + \frac{42807.79811}{6} - (2 * 0.238609892) * \left(\frac{47.14222343}{\sqrt{6}}\right) + \left(\frac{206.9004546}{\sqrt{6}}\right)}}$$

= 2.709100604

Langkah 5. Menentukan kaidah pengujian.

- Taraf signifikasinya ($\alpha = 0.05$)
- Dengan menggunakan rumus $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$
Sehingga akan diperoleh nilai $t_{\text{tabel}} = 1,812$
- Kriteria pengujian dua pihak
Jika $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Langkah 6. Membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} .

Dengan membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} , ternyata $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \geq +t_{\text{tabel}}$, atau $-1,812 < 2,709100604 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Langkah 7. Membuat kesimpulan

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITOLAK.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITERIMA.

✳ **T-test untuk Analisa COD Pada Komposisi Membran keramik 10 %**

Langkah 1. Membuat H_a dan H_0 dalam bentuk kalimat :

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

Langkah 2. Membuat H_a dan H_o model statistik :

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$H_o : \mu_1 = \mu_2$$

Langkah 3. Mencari rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (s), varians (S), dan korelasi.

| Menit ke- | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | X1*X2 | X1^2 | X2^2 |
|---------------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 30 | 1016.198 | 774.565 | 787111.404 | 1032658.375 | 599950.939 |
| 60 | 1120.991 | 1072.664 | 1202446.690 | 1256620.822 | 1150608.057 |
| 90 | 1088.942 | 1071.138 | 1166407.156 | 1185794.679 | 1147336.615 |
| 120 | 1082.329 | 1000.428 | 1082792.237 | 1171436.064 | 1000856.183 |
| 150 | 957.697 | 1072.664 | 1027287.095 | 917183.544 | 1150608.057 |
| 180 | 1316.841 | 1056.386 | 1391092.397 | 1734070.219 | 1115951.381 |
| Σ | 6582.998 | 6047.845 | 6657136.98 | 7297763.7 | 6165311.232 |
| Xr | 1097.166333 | 1007.974167 | | | |
| Standar Deviasi (s) | 122.5723672 | 117.6772775 | | | |
| Varians (S) | 15023.9852 | 13847.94165 | | | |
| Korelasi (r) | 0.300125918 | | | | |

Langkah 4. Mencari t_{hitung} dengan rumus :

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)^2}}$$

$$= \frac{1097.16633 - 1007.974167}{\sqrt{\frac{15023.9852}{6} + \frac{13847.94165}{6} - (2 * 0.300125918) * \left(\frac{122.5723672}{\sqrt{6}} \right) + \left(\frac{117.6772775}{\sqrt{6}} \right)^2}}$$

$$= 1.283374699.$$

Langkah 5. Menentukan kaidah pengujian.

- Taraf signifikasinya ($\alpha = 0.05$)
- Dengan menggunakan rumus $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$
Sehingga akan diperoleh nilai $t_{tabel} = 1,812$
- Kriteria pengujian dua pihak

Jika $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Langkah 6. Membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} .

Dengan membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} , ternyata $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \geq +t_{\text{tabel}}$, atau $-1,812 < 1,283374699 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Langkah 7. Membuat kesimpulan

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITERIMA.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITOLAK.

DATA-DATA HASIL ANALISA T-TEST PENGUJIAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)

☛ **T-test untuk Analisa TSS Pada Komposisi Membran keramik 7,5 %**

Langkah 1. Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat :

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

Langkah 2. Membuat Ha dan Ho model statistik :

Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$

Ho : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3. Mencari rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (s), varians (S), dan korelasi.

| Menit ke- | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | X1*X2 | X1^2 | X2^2 |
|---------------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|
| 30 | 140 | 103 | 14373 | 19600 | 10540 |
| 60 | 125 | 90 | 11280 | 15708 | 8100 |
| 90 | 116 | 66 | 7656 | 13456 | 4356 |
| 120 | 108 | 49 | 5256 | 11664 | 2368 |
| 150 | 119 | 42 | 5012 | 14240 | 1764 |
| 180 | 98 | 26 | 2548 | 9604 | 676 |
| Σ | 707 | 375 | 46125 | 84273 | 27805 |
| Xr | 117.777778 | 62.555556 | | | |
| Standar Deviasi (s) | 14.444786 | 29.413275 | | | |
| Varians (S) | 208.651852 | 865.140741 | | | |
| Korelasi (r) | 0.903530 | | | | |

Langkah 4. Mencari t_{hitung} dengan rumus :

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

$$= \frac{117.777778 - 62.555556}{\sqrt{\frac{208.651852}{6} + \frac{865.140741}{6} - (2 * 0.903530) * \left(\frac{14.444786}{\sqrt{6}}\right) + \left(\frac{29.413275}{\sqrt{6}}\right)}} = 4.112401714.$$

Langkah 5. Menentukan kaidah pengujian.

- Taraf signifikasinya ($\alpha = 0.05$)
- Dengan menggunakan rumus $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$
Sehingga akan diperoleh nilai $t_{\text{tabel}} = 1,812$
- Kriteria pengujian dua pihak
Jika $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Langkah 6. Membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} .

Dengan membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} , ternyata $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \geq +t_{\text{tabel}}$, atau $-1,812 < 4,112401714 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Langkah 7. Membuat kesimpulan

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITOLAK.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITERIMA.

🌟 T-test untuk Analisa TSS Pada Komposisi Membran keramik 10 %

Langkah 1. Membuat H_a dan H_0 dalam bentuk kalimat :

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

Langkah 2. Membuat H_a dan H_0 model statistik :

$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

Langkah 3. Mencari rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (s), varians (S), dan korelasi.

| Menit ke- | Inlet (mg/L) | Outlet (mg/L) | X1*X2 | X1^2 | X2^2 |
|----------------------------|--------------|---------------|-------|--------|-------|
| 30 | 210 | 158 | 33180 | 44100 | 24964 |
| 60 | 204 | 147 | 30056 | 41616 | 21707 |
| 90 | 174 | 110 | 19140 | 30276 | 12100 |
| 120 | 112 | 65 | 7317 | 12544 | 4268 |
| 150 | 122 | 50 | 6100 | 14884 | 2500 |
| 180 | 104 | 39 | 4021 | 10816 | 1495 |
| Σ | 926 | 569 | 99815 | 154236 | 67035 |
| Xr | 154.333333 | 94.888889 | | | |
| Standar Deviasi (s) | 47.588514 | 51.012272 | | | |
| Varians (S) | 2264.666667 | 2602.251852 | | | |
| Korelasi (r) | 0.984311 | | | | |

Langkah 4. Mencari t_{hitung} dengan rumus :

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}}$$

$$= \frac{154.333333 - 94.888889}{\sqrt{\frac{2264.666667}{6} + \frac{2602.251852}{6} - (2 * 0.984311) * \left(\frac{47.588514}{\sqrt{6}} \right) * \left(\frac{51.012272}{\sqrt{6}} \right)}}$$

$$= 2.109959825$$

Langkah 5. Menentukan kaidah pengujian.

- Taraf signifikasinya ($\alpha = 0.05$)
- Dengan menggunakan rumus $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$
Sehingga akan diperoleh nilai $t_{tabel} = 1,812$
- Kriteria pengujian dua pihak

Jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq +t_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Langkah 6. Membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} .

Dengan membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} , ternyata $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$, atau $-1,812 < 2,109959825 < 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Langkah 7. Membuat kesimpulan

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITERIMA.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITOLAK.

**DATA DATA HASIL ANALISA
EFFISIENSI REMOVAL PADA
PENGUJIAN DENGAN
MENGUNAKAN *MEMBRANE
KERAMIK***

EFFISIENSI REMOVAL *CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)* dan *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)*

Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar COD dan TSS pada air limbah domestik dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

$$E = \frac{\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir}}{\text{Kadar Awal}} \times 100 \%$$

Effisiensi Removal *Chemical Oxygen Demand (COD)*

☛ Effisiensi Removal COD Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Menit ke-30

$$\begin{aligned} E &= \frac{1372,798 - 773,548}{1372,798} \times 100\% \\ &= 43,65\% \end{aligned}$$

Menit ke-60

$$\begin{aligned} E &= \frac{1326,506 - 1041,633}{1326,506} \times 100\% \\ &= 21,48\% \end{aligned}$$

Menit ke-90

$$\begin{aligned} E &= \frac{1321,419 - 1207,470}{1321,419} \times 100\% \\ &= 8,62\% \end{aligned}$$

Menit ke-120

$$\begin{aligned} E &= \frac{1448,086 - 1272,075}{1448,086} \times 100\% \\ &= 12,15\% \end{aligned}$$

Menit ke-150

$$E = \frac{1374,324 - 1359,572}{1374,324} \times 100\% \\ = 1,07\%$$

Menit ke-180

$$E = \frac{1338,715 - 1112,343}{1338,715} \times 100\% \\ = 16,19\%$$

☛ Effisiensi Removal COD Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Menit ke-30

$$E = \frac{1016,198 - 774,565}{1016,774} \times 100\% \\ = 23,78\%$$

Menit ke-60

$$E = \frac{1120,991 - 1072,664}{1120,991} \times 100\% \\ = 4,31\%$$

Menit ke-90

$$E = \frac{1088,942 - 1071,138}{1088,942} \times 100\% \\ = 1,63\%$$

Menit ke-120

$$E = \frac{1082,329 - 1000,428}{1082,329} \times 100\% \\ = 7,57\%$$

Menit ke-150

$$E = \frac{957,697 - 1072,664}{957,697} \times 100\% \\ = -12,00\%$$

Menit ke-180

$$E = \frac{1316,841 - 1056,386}{1316,841} \times 100\% \\ = 19,78\%$$

Effisiensi Removal *TOTAL Suspended Solid (TSS)*

- ☛ Effisiensi Removal TSS Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji
7,5 %

Menit ke-30

$$E = \frac{140 - 103}{140} \times 100\% \\ = 26,27\%$$

Menit ke-60

$$E = \frac{125 - 90}{125} \times 100\% \\ = 28,19\%$$

Menit ke-90

$$E = \frac{116 - 66}{116} \times 100\% \\ = 43,10\%$$

Menit ke-120

$$E = \frac{108 - 49}{108} \times 100\% \\ = 154,94\%$$

Menit ke-150

$$E = \frac{119 - 42}{119} \times 100\% \\ = 64,80\%$$

Menit ke-180

$$E = \frac{98 - 29}{98} \times 100\% \\ = 73,47\%$$

- ☛ Effisiensi Removal TSS Pada *Membran Keramik* dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Menit ke-30

$$E = \frac{210 - 158}{210} \times 100\% \\ = 24,76\%$$

Menit ke-60

$$E = \frac{204 - 147}{204} \times 100\% \\ = 27,78\%$$

Menit ke-90

$$E = \frac{174 - 110}{174} \times 100\% \\ = 36,78\%$$

Menit ke-120

$$E = \frac{112 - 65}{112} \times 100\% \\ = 41,67\%$$

Menit ke-150

$$E = \frac{122 - 50}{122} \times 100\% \\ = 59,02\%$$

Menit ke-180

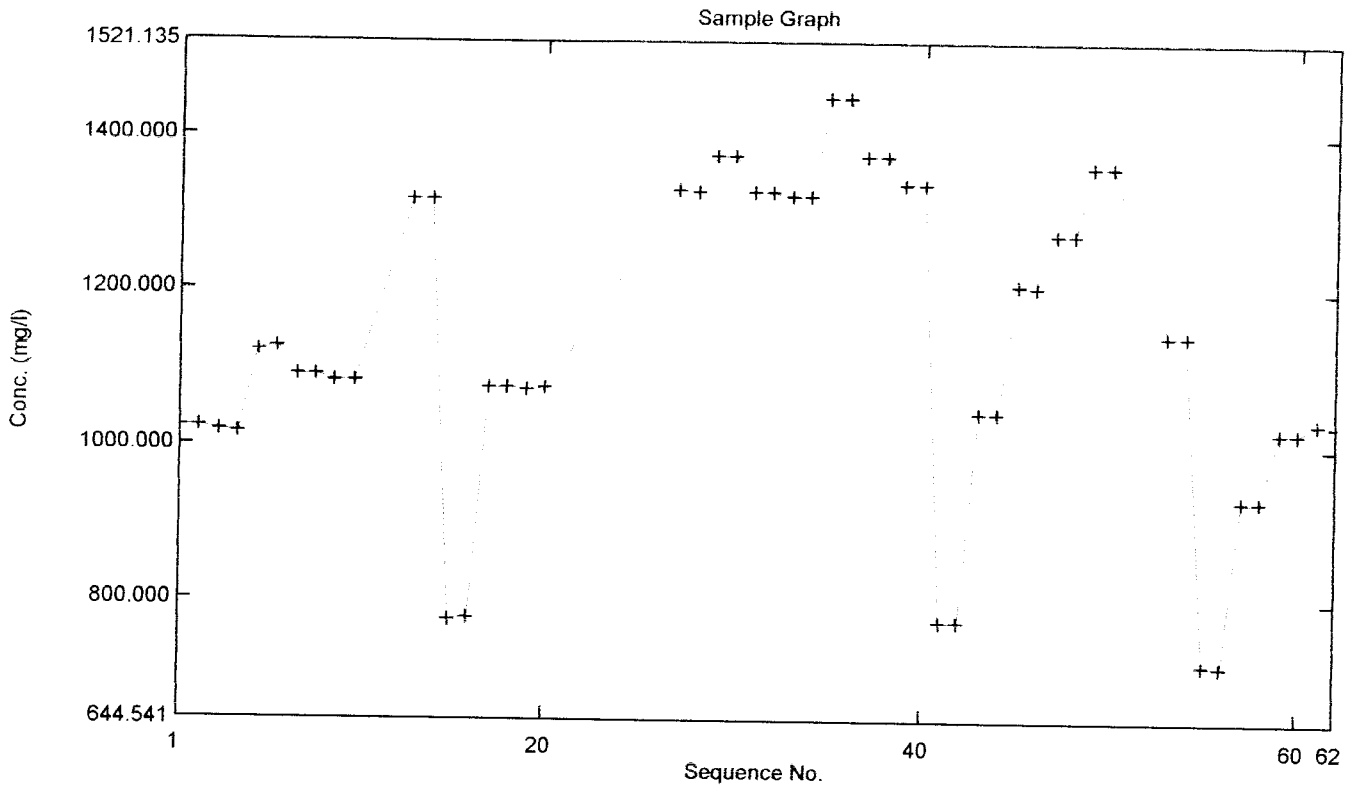
$$E = \frac{104 - 39}{104} \times 100\% \\ = 62,82\%$$

**DATA DATA HASIL
SPEKTROFOTOMETER**

Sample Table Report

08/29/2006 02:32:30 PM

File Name: F:\COD Baru Theunk.pho



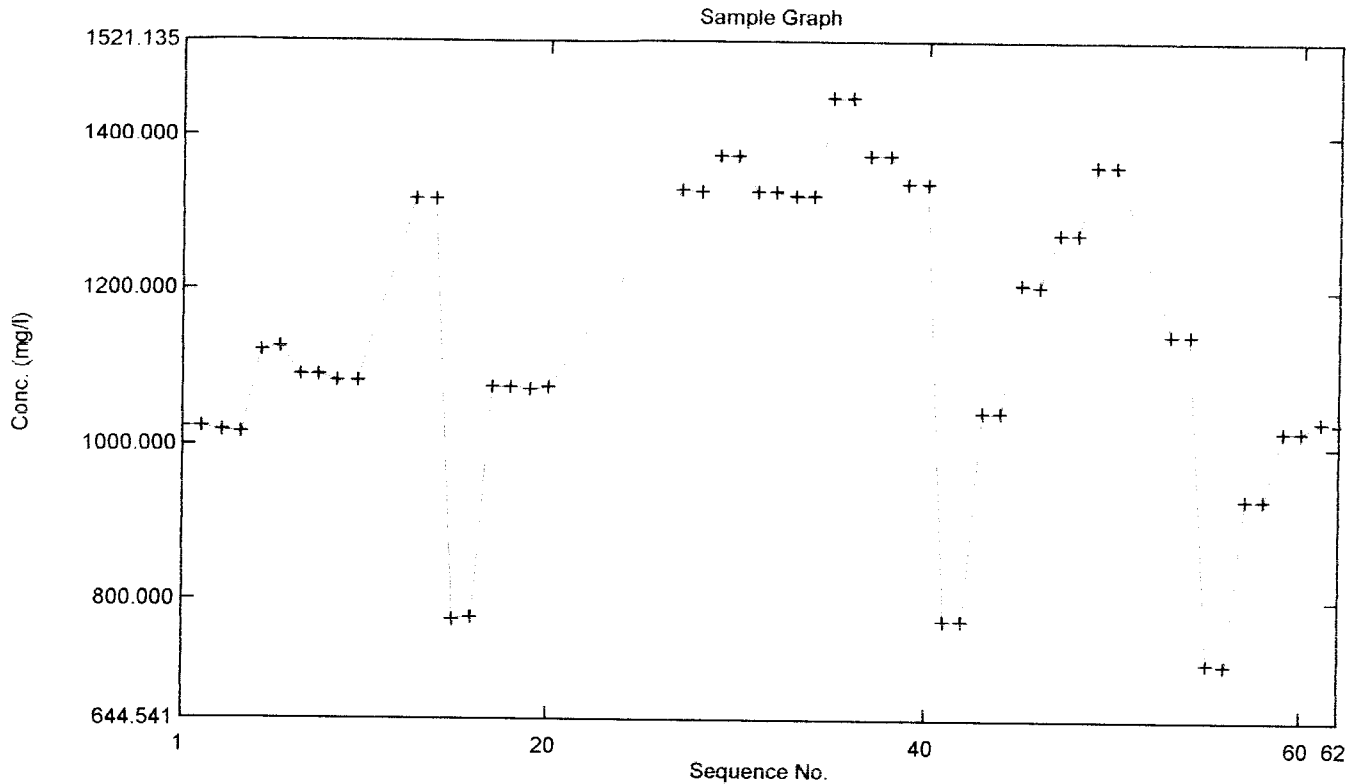
Sample Table

| | Sample ID | Type | Ex | Conc | WL600 | Comments |
|----|---------------|---------|----|----------|-------|----------|
| 1 | sampel Awal | Unknown | | 1021.794 | 0.242 | |
| 2 | Sampel Awal 2 | Unknown | | 1021.794 | 0.242 | |
| 3 | in 10 30.1 | Unknown | | 1016.198 | 0.241 | |
| 4 | in 10 30.2 | Unknown | | 1014.163 | 0.240 | |
| 5 | in 10 60.1 | Unknown | | 1120.991 | 0.266 | |
| 6 | in 10 60.2 | Unknown | | 1126.586 | 0.267 | |
| 7 | in 10 90.1 | Unknown | | 1088.434 | 0.258 | |
| 8 | in 10 90.2 | Unknown | | 1088.942 | 0.258 | |
| 9 | in 10 120.1 | Unknown | | 1082.329 | 0.257 | |
| 10 | in 10 120.2 | Unknown | | 1081.312 | 0.256 | |
| 11 | in 10 150.1 | Unknown | ✓ | 957.697 | 0.227 | |
| 12 | in 10 150.2 | Unknown | ✓ | 957.189 | 0.227 | |
| 13 | in 10 180.1 | Unknown | | 1316.841 | 0.313 | |
| 14 | in 10 180.2 | Unknown | | 1316.841 | 0.313 | |
| 15 | out 10 30.1 | Unknown | | 774.565 | 0.183 | |
| 16 | out 10 30.2 | Unknown | | 776.091 | 0.183 | |
| 17 | out 10 60.1 | Unknown | | 1072.664 | 0.254 | |
| 18 | out 10 60.2 | Unknown | | 1074.190 | 0.255 | |

Sample Table Report

08/29/2006 02:32:30 PM

File Name: F:\COD Baru Theunk.pho



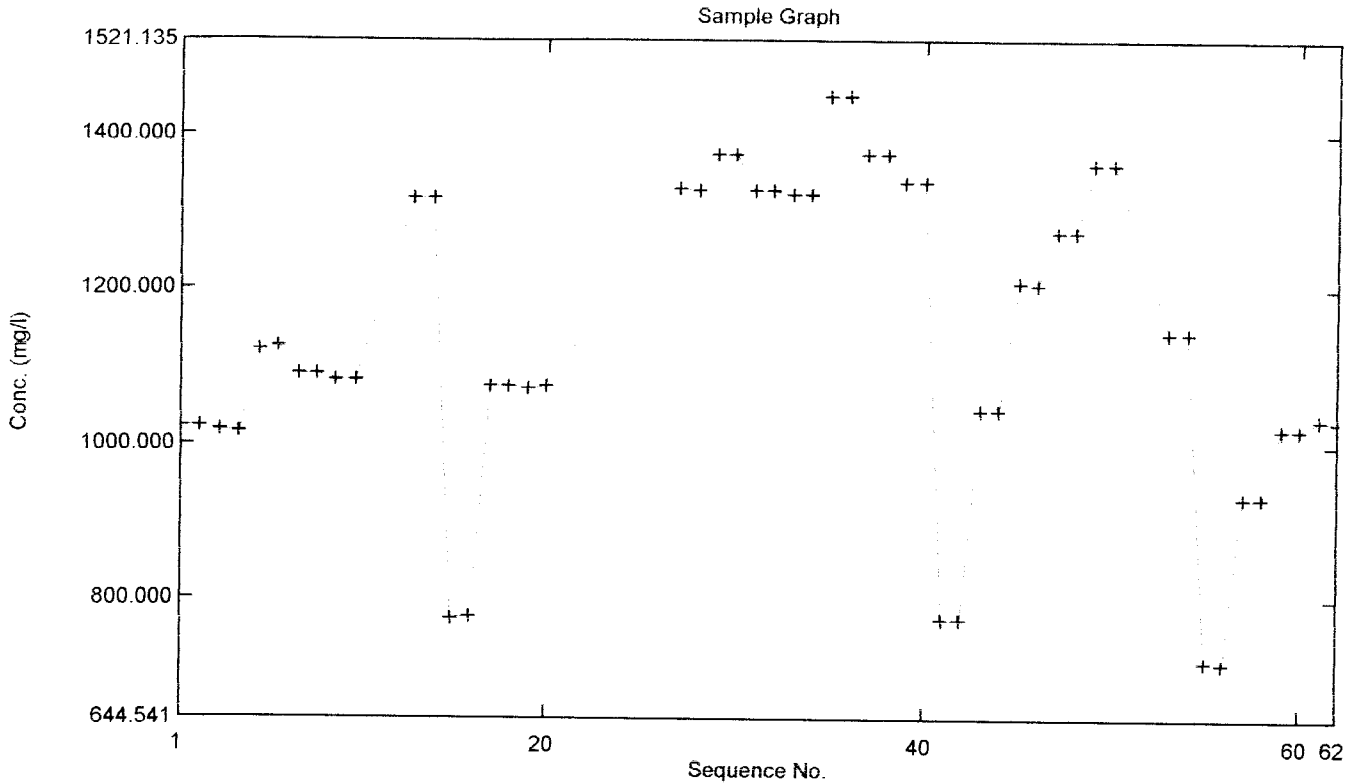
Sample Table

| | Sample ID | Type | Ex | Conc | WL600 | Comments |
|----|---------------|---------|----|----------|-------|----------|
| 19 | out 10 90.1 | Unknown | | 1071.138 | 0.254 | |
| 20 | out 10 90.2 | Unknown | | 1072.664 | 0.254 | |
| 21 | out 10 120.1 | Unknown | ✓ | 1000.428 | 0.237 | |
| 22 | out 10 120.2 | Unknown | ✓ | 1000.428 | 0.237 | |
| 23 | out 10 150.1 | Unknown | ✓ | 1072.664 | 0.254 | |
| 24 | out 10 150.2 | Unknown | ✓ | 1073.173 | 0.255 | |
| 25 | out 10 180.1 | Unknown | ✓ | 1056.386 | 0.250 | |
| 26 | out 10 180.2 | Unknown | ✓ | 1057.403 | 0.251 | |
| 27 | S awal 1 | Unknown | | 1328.541 | 0.316 | |
| 28 | S awal 2 | Unknown | | 1328.032 | 0.316 | |
| 29 | in 7,5. 30 1 | Unknown | | 1372.798 | 0.326 | |
| 30 | in 7,5.30 2 | Unknown | | 1373.307 | 0.327 | |
| 31 | in 7,5. 60 1 | Unknown | | 1326.506 | 0.315 | |
| 32 | in 7,5. 60 2 | Unknown | | 1326.506 | 0.315 | |
| 33 | in 7,5. 90 1 | Unknown | | 1321.419 | 0.314 | |
| 34 | in 7,5. 90 2 | Unknown | | 1321.419 | 0.314 | |
| 35 | in 7,5. 120 1 | Unknown | | 1448.086 | 0.344 | |
| 36 | in 7,5.120 2 | Unknown | | 1447.577 | 0.344 | |

Sample Table Report

08/29/2006 02:32:30 PM

File Name: F:\COD Baru Theunk.pho



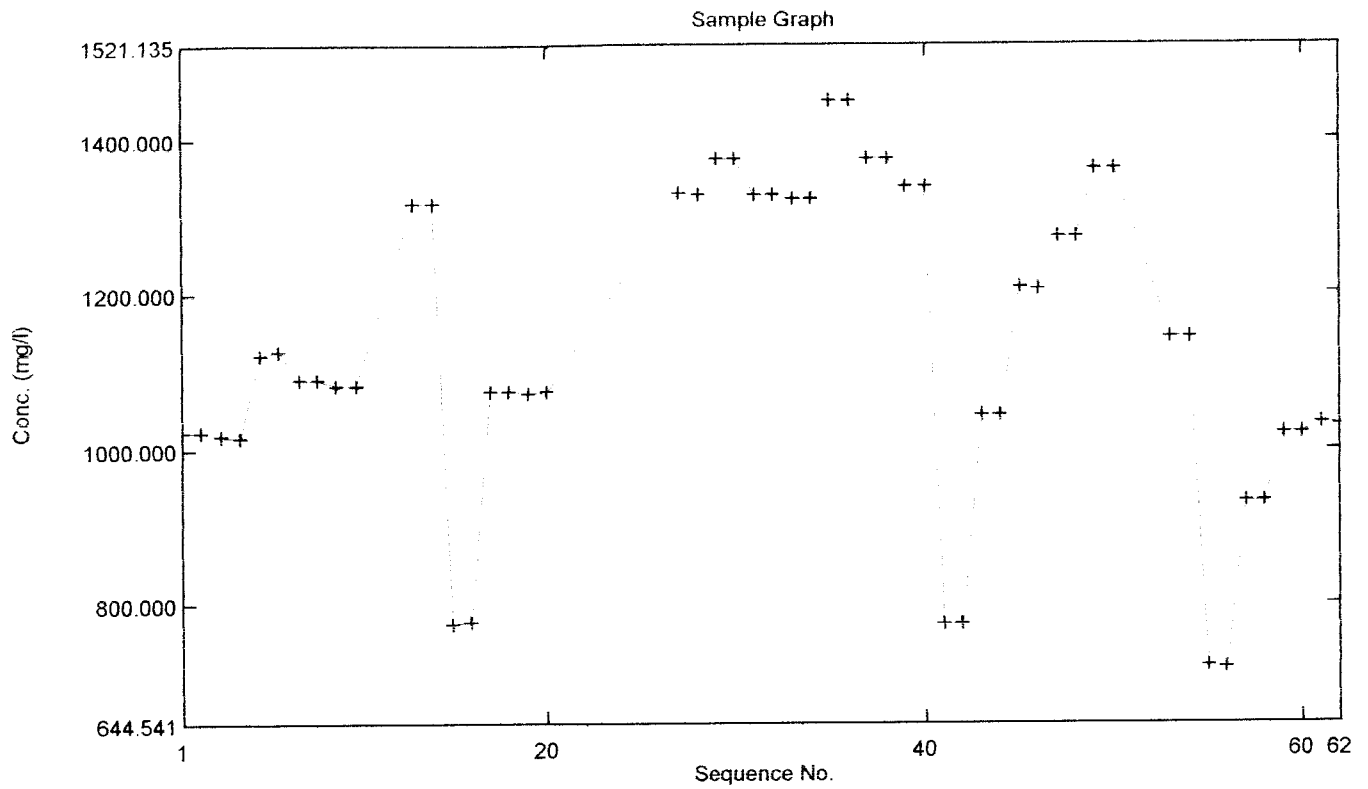
Sample Table

| | Sample ID | Type | Ex | Conc | WL600 | Comments |
|----|----------------|---------|----|----------|-------|----------|
| 37 | in 7,5 150 1 | Unknown | | 1374.324 | 0.327 | |
| 38 | in 7,5. 150 2 | Unknown | | 1374.324 | 0.327 | |
| 39 | in 7,5. 180 1 | Unknown | | 1338.715 | 0.318 | |
| 40 | in 7,5 180 2 | Unknown | | 1338.715 | 0.318 | |
| 41 | out 7,5 30 1 | Unknown | | 773.548 | 0.183 | |
| 42 | out 7,5 30 2 | Unknown | | 773.548 | 0.183 | |
| 43 | out 7,5 60 1 | Unknown | | 1041.633 | 0.247 | |
| 44 | out 7,5 60 2 | Unknown | | 1042.651 | 0.247 | |
| 45 | out 7,5 90 1 | Unknown | | 1207.470 | 0.287 | |
| 46 | out 7,5 90 2 | Unknown | | 1206.452 | 0.286 | |
| 47 | out 7,5 120 1 | Unknown | | 1272.075 | 0.302 | |
| 48 | out 7,5 120 2 | Unknown | | 1272.584 | 0.302 | |
| 49 | out 7,5 150 1 | Unknown | | 1359.572 | 0.323 | |
| 50 | out 7,5 150 2 | Unknown | | 1360.589 | 0.323 | |
| 51 | out 7,5 180 1 | Unknown | ✓ | 1112.343 | 0.264 | |
| 52 | out 7,5 180 2 | Unknown | ✓ | 1112.343 | 0.264 | |
| 53 | Ul out 7.5 180 | Unknown | | 1144.391 | 0.272 | |
| 54 | Ul out 7.5 180 | Unknown | | 1142.356 | 0.271 | |

Sample Table Report

08/29/2006 02:32:30 PM

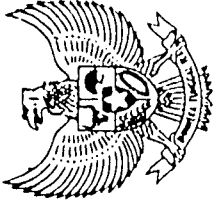
File Name: F:\COD Baru Theunk.pho



Sample Table

| | Sample ID | Type | Ex | Conc | WL500 | Comments |
|----|-----------------|---------|----|----------|-------|----------|
| 55 | UI out 10 120 1 | Unknown | | 719.116 | 0.170 | |
| 56 | UI out 10 120 2 | Unknown | | 717.590 | 0.169 | |
| 57 | UI in 10 150 1 | Unknown | | 930.736 | 0.220 | |
| 58 | UI in 10 150 2 | Unknown | | 930.736 | 0.220 | |
| 59 | UI out 10 150 1 | Unknown | | 1019.759 | 0.242 | |
| 60 | UI out 10 150 2 | Unknown | | 1019.759 | 0.242 | |
| 61 | UI out 10 180 1 | Unknown | | 1031.968 | 0.245 | |
| 62 | UI out 10 180 2 | Unknown | | 1030.442 | 0.244 | |
| 63 | | | | | | |

**KEPUTUSAN GUBERNUR DIY
NO : 214/KPTS/1991**



**GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA
YOGYAKARTA**

**KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA
YOGYAKARTA**

NOMOR : 214/KPTS/1991

T E N T A N G

**BAKU MUTU LINGKUNGAN DAERAH UNTUK WILAYAH
PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

- Menimbang : a. bahwa untuk mencegah terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan perlu dilakukan upaya pengendalian pencemaran lingkungan dengan menetapkan Baku Mutu Lingkungan, baik kualitas lingkungan hidup maupun kualitas limbah atau buangan ;
- b. bahwa penetapan baku mutu tersebut meliputi Baku Mutu Air pada Badan Air, Baku Mutu Air Laut, Baku Mutu Udara Ambien, Baku Tingkat Kebisingan, Baku Mutu Limbah Cair dan Baku Mutu Emisi Gas dan Partikel Buang ;
- c. bahwa atas dasar hal-hal tersebut di atas perlu mengeluarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah Untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Pokok-pokok Pemerintahan di Daerah ;

2. Undang-undang Nomor 3 tahun 1950 tentang Pembentukan Daerah Istimewa Yogyakarta dan Peraturan Pemerintah Nomor 31 tahun 1950 sebagaimana telah diubah dan ditambah terakhir dengan Undang-undang Nomor 26 tahun 1959 ;
3. Hinderordonnantie, Staatsblad tahun 1926 Nomor 226 yang telah diubah dan ditambah terakhir dengan Staatsblad tahun 1940 Nomor 450 ;
4. Undang-undang Nomor 83 tahun 1958 tentang Perubahan ;
5. Undang-undang Nomor 9 tahun 1960 tentang Pokok-pokok Kesehatan ;
6. Undang-undang Nomor 11 tahun 1962 tentang Hygiene untuk Usaha-usaha Bagi Umum ;
7. Undang-undang Nomor 3 tahun 1965 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Raya dan Peraturan Pelaksanaannya ;
8. Undang-undang Nomor 2 tahun 1966 tentang Hygiene ;
9. Undang-undang Nomor 1 tahun 1973 tentang Landas Kontinen Indonesia ;
10. Undang-undang Nomor 11 tahun 1974 tentang Pengairan ;
11. Undang-undang Nomor 4 tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup ;
12. Undang-undang Nomor 5 tahun 1983 tentang Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia ;
13. Undang-undang Nomor 5 tahun 1984 tentang Perindustrian ;
14. Undang-undang Nomor 9 tahun 1985 tentang Perikanan ;

15. Undang-undang Nomor 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya ;
16. Undang-undang Nomor 9 tahun 1990 tentang Kepariwisata ;
17. Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 1982 tentang Tata Pengaturan Air ;
18. Peraturan Pemerintah Nomor 50 tahun 1986 tentang Penyediaan dan Penggunaan Tanah serta Ruang Udara di Sekitar Bandar Udara ;
19. Peraturan Pemerintah Nomor 20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air ;
20. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 tahun 1985 tentang Tata Cara Pengendalian Pencemaran Bagi Perusahaan-perusahaan yang Mengadakan Penanaman Modal Menurut Undang-undang Nomor 1 tahun 1967 dan Undang-undang Nomor 6 tahun 1968 ;
21. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 528/Menkes/Per/XII/1982 tentang Kualitas Air Tanah yang Berhubungan dengan Kesehatan ;
22. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 718/Menkes/Per/XI/1987 tentang Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan ;
23. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 tahun 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air ;
24. Keputusan Bersama Menteri Dalam Negeri dan Menteri Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup Nomor 23 tahun 1979 dan Nomor Kep. 002/MNPLH/2/1979 tentang Instansi Pengelola Sumber Alam dan Lingkungan Hidup di Daerah ;
25. Keputusan Menteri Perindustrian Nomor 20/M/SK/1986 tentang Lingkup Tugas

Depatiwanti I Cihungsiwanti Wanti I Cihungsiwanti
Pencemaran Industri terhadap Lingkungan Hidup beserta Pembagian Tugas Pokok Bagi Unit-unitnya ;

26. Keputusan Menteri Perindustrian Nomor 134/M/SK/1988 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Akibat Kegiatan Usaha Industri Terhadap Lingkungan Hidup ;
27. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor Kep-02/MENKLIH/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan ;
28. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor Kep-03/MENKLIH/11/1991 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan yang Sudah Beroperasi ;
29. Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 41/TIM/1986 tentang Pembentukan Tim Koordinasi Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Hidup Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

M E M U T U S K A N

Menetapkan : **KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TENTANG BAKU MUTU LINGKUNGAN DAERAH.**

BAB I

KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. **Baku Mutu Lingkungan** adalah Baku Mutu Air pada Badan Air, Baku Mutu Udara Ambien, Baku Tingkat Kebisingan dan Baku Mutu Air Laut, serta Baku Mutu Limbah Cair dan Baku Mutu Emisi Gas dan Partikel Buang ;

2. **Pencemaran Air** adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga mutu air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya ;
3. **Air** adalah semua air yang bersumber dari dan atau terdapat di dalam dan atau permukaan tanah, tidak termasuk air yang terdapat di laut ;
4. **Badan Air** adalah tempat atau wadah air yang terdapat di atas permukaan tanah seperti sungai, telaga, danau, waduk, dan atau tempat dan wadah air di dalam tanah ;
5. **Baku Mutu Air** adalah batas kadar atau citra mutu yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar yang terdapat dalam air, namun air tetap berfungsi sesuai dengan peruntukannya ;
6. **Laut** adalah perairan laut yang berada di Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, selebar maksimum 12 mil dihitung dari garis pangkal pantai ;
7. **Pencemaran Air Laut**, disingkat **Pencemaran Laut**, adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam perairan laut dan atau berubahnya tatanan laut oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga mutu laut turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan laut kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya ;
8. **Baku Mutu Air Laut** adalah batas kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain yang diperbolehkan ada dan zat atau komponen bahan pencemar yang ditenggang adanya dalam air ;
9. **Udara Ambien** adalah udara bebas di permukaan bumi yang merupakan bagian dari biosfir dan berada dalam wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta yang dibutuhkan serta mempengaruhi kehidupan manusia, makhluk hidup lainnya dan benda lain di sekitarnya ;
10. **Pencemaran Udara** adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga



Kualitas udara suatu tempat sebagai tolok ukur yang menunjukkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi :

11. Baku Mutu Udara Ambien adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar yang terdapat di udara, namun tidak menimbulkan gangguan bagi makhluk hidup, tumbuh-tumbuhan dan atau benda ;
12. Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan di lingkungan dalam tingkat tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan hidup ;
13. Tingkat Kebisingan adalah energi bunyi di udara yang dinyatakan dalam satuan decibel (A) disingkat dB (A) ;
14. Baku Tingkat Kebisingan adalah tingkat kebisingan yang diperbolehkan di media udara, sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan hidup ;
15. Sumber Kebisingan adalah setiap kegiatan yang menimbulkan kebisingan di media udara ;
16. Baku Mutu Limbah Cair adalah batas kadar atau cita mutu yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar yang dapat dibuang dari sumber pencemar ke dalam air pada badan air dan atau ke dalam tanah sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu air sesuai dengan peruntukannya ;
17. Baku Mutu Emisi Gas dan Partikel Buang adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar yang dapat dikeluarkan dari sumber pencemar ke udara, sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya mutu udara ambien ;
18. Menteri adalah menteri yang ditugasi mengelola lingkungan hidup ;
19. Gubernur adalah Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta.

BAB II

BAKU MUTU AIR PADA BADAN AIR

Pasal 2

- (1). Air pada Badan Air menurut peruntukannya digolongkan menjadi :

- a. Golongan A, yaitu air yang diperuntukkan bagi air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu ;
 - b. Golongan B, yaitu air yang diperuntukkan bagi air baku untuk diolah menjadi air minum dan keperluan rumah tangga dan tidak memenuhi syarat golongan A ;
 - c. Golongan C, yaitu air yang diperuntukkan bagi keperluan pertanian dan peternakan dan tidak memenuhi syarat Golongan A dan Golongan B ;
 - d. Golongan D, yaitu air yang dapat diperuntukkan bagi pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, listrik tenaga air, dan tidak memenuhi syarat Golongan C, Golongan B, dan Golongan A.
- (2). Baku Mutu Air bagi golongan air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) pasal ini adalah sebagaimana tercantum dalam **Lampiran I** Keputusan ini.
- (3). Apabila terdapat hal-hal yang bersifat khusus dalam penetapan baku mutu untuk peruntukan yang menyimpang dari ayat (1) pasal ini, akan ditetapkan lebih lanjut setelah mendapat petunjuk Menteri.

Pasal 3

Gubernur menetapkan peruntukan air pada badan air dengan memperhatikan daya dukung air pada Badan Air.

BAB III

BAKU MUTU AIR LAUT

Pasal 4

- (1). Pemanfaatan air laut menurut peruntukannya adalah :
 - a. Peruntukan kehidupan biota laut (taman laut dan konservasi) ;
 - b. Peruntukan Pariwisata dan Rekreasi khusus renang dan selam di laut ;
 - c. Peruntukan Pariwisata dan Rekreasi di laut ;
 - d. Peruntukan budidaya laut.

(2). Baku Mutu Air Laut guna penuntukan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) pasal ini ditetapkan sebagaimana tercantum dalam **Lampiran II** Keputusan ini.

(3). Gubernur menetapkan peruntukan air laut dengan mempertimbangkan daya dukung air laut.

(4). Apabila terdapat hal-hal yang bersifat khusus dalam penetapan mutu air laut untuk penuntukan sebagaimana dimaksud ayat (1) pasal ini akan ditetapkan lebih lanjut setelah mendapat petunjuk Menteri.

BAB IV

BAKU MUTU UDARA AMBIEN

Pasal 5

Baku Mutu Udara Ambien adalah sebagaimana dimaksud dalam **Lampiran III** Keputusan ini.

BAB V

BAKU TINGKAT KEBISINGAN

Pasal 6

(1) Penetapan Tingkat Kebisingan didasarkan pada peruntukan lahan atau tata ruang sebagai berikut :

- a. Fasilitas Umum A. adalah fasilitas umum yang meliputi rumah sakit, tempat perawatan kesehatan, sekolah, tempat ibadah dan yang sejenis ;
- b. Fasilitas Umum B. adalah fasilitas umum yang meliputi perumahan, pemukiman dan yang sejenis ;
- c. Fasilitas Umum C. adalah fasilitas umum yang meliputi perkantoran, pertokoan, perdagangan, pergudangan dan pasar ;
- d. Fasilitas Umum D. adalah fasilitas umum yang meliputi industri, terminal angkutan umum, stasiun kereta api dan yang sejenis, termasuk bandar udara, depo/pool dan pelabuhan laut.

(2). Baku Tingkat Kebisingan ditetapkan sebagaimana tercantum dalam **Lampiran IV** Keputusan ini.

(3). Apabila terdapat hal-hal yang bersifat khusus dalam penetapan tingkat kebisingan untuk peruntukan yang menyimpang dari ketentuan ayat (1) pasal ini, akan ditetapkan lebih lanjut setelah mendapat petunjuk Menteri.

BAB VI

BAKU MUTU LIMBAH CAIR

Pasal 7

(1). Untuk setiap kegiatan yang membuang limbah cair ke dalam air pada badan air ditetapkan mutu limbah cairnya sebagai berikut :

- a. Mutu limbah cair yang dibuang ke dalam air pada badan air tidak melampaui baku mutu limbah cair yang ditetapkan, dan
- b. Tidak mengakibatkan berubahnya mutu air pada badan air penerima limbah sesuai peruntukannya.

(2). Mutu dan jumlah limbah cair yang dibuang ke dalam air pada badan air harus dicantumkan secara jelas dalam ijin pembuangan limbah cair.

Pasal 8

(1). Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan yang sudah beroperasi, pada saat ditetapkan Keputusan ini mengikuti ketentuan dalam Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor : Kep -03/MENKLUH/11/1991.

(2). Bagi kegiatan yang belum diatur dalam ayat (1) pasal ini Baku Mutu Limbah Cair diatur sebagaimana dalam **Lampiran V** Keputusan ini.

(3). Apabila terdapat hal-hal yang bersifat khusus dalam penetapan Baku Mutu Limbah Cair, akan ditetapkan lebih lanjut setelah mendapat petunjuk Menteri.

Pasal 9

Kegiatan pengenceran dalam pembuangan limbah cair dilarang.

Kegiatan membuang limbah cair ke tanah dilarang kecuali ada ijin dari Menteri.

Pasal 11

Penanggungjawab kegiatan wajib membuat saluran pembuangan limbah cair sehingga memudahkan pengambilan contoh dan pengukuran debit limbah cair di luar areal kegiatan.

BAB VII

BAKU MUTU EMISI GAS DAN PARTIKEL BUANG

Pasal 12

Baku Mutu Emisi Gas dan Partikel Buang adalah sebagaimana dimaksud dalam **Lampiran VI** Keputusan ini.

Pasal 13

Setiap kegiatan yang membuang gas dan partikel ke udara ditetapkan sebagai berikut :

- (1). Mutu Emisi Gas dan Partikel yang dibuang ke udara tidak melampaui Baku Mutu Emisi sebagaimana dimaksud dalam **Lampiran VI** dan tidak mengakibatkan turunnya mutu udara ambien.
- (2). Apabila terdapat hal-hal yang bersifat khusus dalam penetapan Baku Mutu Emisi Gas dan Partikel Buang, akan ditetapkan lebih lanjut setelah mendapat petunjuk Menteri.

BAB VIII

KETENTUAN KHUSUS

Pasal 14

Metoda analisis dan peralatan untuk setiap parameter mutu lingkungan, limbah cair, dan emisi gas dan partikel buang adalah sebagaimana tercantum dalam masing-masing **Lampiran I** sampai dengan **VI** kecuali diatur lain oleh Menteri.

BAB IX
PENGAWASAN

Pasal 15.

- (1). Pengawasan terhadap pelaksanaan Keputusan ini dilakukan oleh instansi yang ditugasi mengelola lingkungan hidup.
- (2). Penanggungjawab kegiatan wajib memasang hasil pemeriksaan kualitas limbah pada tempat yang mudah untuk dilihat.
- (3). Pemeriksaan dan saran-saran teknis dilakukan oleh laboratorium yang ditunjuk Gubernur.

BAB X

KETENTUAN PERALIHAN

Pasal 16

- (1). Peraturan-peraturan yang telah ada sebelum ditetapkan Keputusan ini tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan dengan Keputusan ini.
- (2). Pentahapan pencapaian Baku Mutu Limbah Cair, Emisi Gas dan Partikel Buang ditetapkan dengan Keputusan Gubernur.

BAB XI

KETENTUAN PENUTUP

Pasal 17

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : Yogyakarta.
Pada tanggal : 25 Juni 1991.

PENJABAT GUBERNUR
KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA



PAKU ALAM VIII

SALINAN...
kepada Yth. :

1. Bapak Menteri Dalam Negeri di Jakarta.
2. Bapak Menteri Negara KLH di Jakarta.
3. Bapak Menteri Pertanian di Jakarta.
4. Bapak Menteri Perindustrian di Jakarta.
5. Bapak Menteri Perhubungan di Jakarta.
6. Bapak Menteri PARPOSTEL di Jakarta.
7. Bapak Menteri Kesehatan di Jakarta.
8. Bapak Menteri Pekerjaan Umum di Jakarta.
9. Bapak Dirjen PUOD Depdagri di Jakarta.
10. Saudara Pimpinan DPRD Tingkat I Propinsi DIY.
11. Saudara Bupati/Walikota madya KDH Tk. II se DIY.
12. Saudara Kepala Kantor Wilayah Departemen se Propinsi DIY.
13. Saudara Kepala Inspektorat Wilayah Propinsi DIY.
14. Saudara Kepala Dinas/Direktorat/Badan dalam lingkungan Peme-
rintah Propinsi DIY.
15. Saudara Kepala PPLH UGM Yogyakarta.
16. Saudara Kepala BTKL Yogyakarta.
17. Saudara Kepala Biro di lingkungan Setwil da Propinsi DIY.
18. Arsip.

Untuk diketahui dan atau dipergunakan seperlunya.

LAMPIRAN I
KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
NOMOR : 214/KPTS/1991
TENTANG
BAKU MUTU LINGKUNGAN DAERAH UNTUK WILAYAH
PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
B A G I
BAKU MUTU AIR BADAN AIR GOLONGAN A

| No. | Parameter | Satuan | Maks. yang dianjurkan | Maks. yang diperbolehkan | Metoda Analisa | Peraturan | Keterangan |
|-----|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 | 1. Temperatur | °C | Temp. an normal | Temp. an normal | Pemuaian | Termometer | Termometer |
| 2 | 2. Warna | Unit PCo Standar Skaia TCU | Tidak berbau | Tidak berbau | Kolorimetri/Spektrofotometri | Kolorimeter/Spektrofotometer | Kolorimeter/Spektrofotometer |
| 3 | 3. Bau | Tidak berbau | Tidak berbau | Tidak berbau | Organoleptik | | |
| 4 | 4. Rasa | Tidak berbau | Tidak berbau | Tidak berbau | Id e m | | |
| 5 | 5. Kekeruhan | mg/l SiO ₂ | 500 | 1000 | Turbidimetri | Turbidimeter | Turbidimeter |
| 6 | 6. Residu klorau | mg/l | | | Gravimetri | | Timbangan analitik dan kertas saring 0,45 um |
| 1 | 1. pH | | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 8,5 | Potensiometri | | pH meter |
| 2 | 2. Kalsium (Ca) | mg/l | 75 | 200 | Titrimetri-EDTA & Spektrofotometri Serapan Atom | | Buret & AAS |
| | | | | | | | Nilai antara (Rangec) |

KETERANGAN:
 - Tidak dipertanyakan
 TCU = True Colour Units
 mg/l = Miligram per liter

| | | | | | | | |
|---|----|-------------------------------|-------|------------|-------|-------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1 | 29 | Perak (Ag) | Nihil | mg/l | 0,05 | Nihil | Spektrofotometrik & AAS |
| 1 | 30 | Klor Bebas (Cl ₂) | Nihil | mg/l | Nihil | Spektrofotometrik | Spektrofotometer & AAS |
| 2 | 1 | BAKTERIOLOGI | Nihil | MPN/100 ml | Nihil | MPN atau Filtrasi | Label MPN |
| 2 | 2 | Kuman Parasit | Nihil | | Nihil | Spektroskopis | Mikroskop |
| 2 | 3 | Kuman Patogen | Nihil | | Nihil | Kultur & Isolasi | Selektif Media |
| 2 | 1 | KADIAKTIVITAS | | | | | |
| 2 | 1 | Aktivitas Beta Total | | pCi/l | 100 | | |
| 2 | 2 | Kadmium - 226 | | pCi/l | 1 | | |
| 2 | 3 | PESTISIDA | | | | | |
| 2 | 1 | Pestisida | Nihil | mg/l | Nihil | Kromatografi | Kromatografi Gas (GC) HPLC & Kromatografi Lapis Tipis (TLC) |

| | | | | | | | |
|---|----|--------------------------------------|-------|--------------------------|-------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | 3 | Magnesium (Mg) | Nihil | mg/l | 30 | | id e m |
| 1 | 4 | Barium (Ba) | Nihil | mg/l | 150 | | id e m |
| 1 | 5 | Besi terlarut (Fe) | Nihil | mg/l | 0,3 | Spektrofotometrik & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS |
| 1 | 6 | Mangan Terlarut (Mn) | Nihil | mg/l | 0,1 | id e m | id e m |
| 1 | 7 | Tembaga (Cu) | Nihil | mg/l | 1 | id e m | id e m |
| 1 | 8 | Seng (Zn) | Nihil | mg/l | 3,0 | id e m | id e m |
| 1 | 9 | (ron) Ioksalaten (Cr ₆₊) | Nihil | mg/l | 0,05 | id e m | id e m |
| 1 | 10 | Kadmium (Cd) | Nihil | mg/l | 0,005 | id e m | id e m |
| 1 | 11 | Raksa (Hg) | Nihil | mg/l | 0,001 | id e m | id e m |
| 1 | 12 | Timbel (Pb) | Nihil | mg/l | 0,05 | id e m | id e m |
| 1 | 13 | Ar sen (As) | Nihil | mg/l | 0,05 | id e m | id e m |
| 1 | 14 | Selenium (Se) | Nihil | mg/l | 0,01 | id e m | id e m |
| 1 | 15 | Standa (CN) | Nihil | mg/l | 0,05 | Spektrofotometrik | Spektrofotometer |
| 1 | 16 | Sulfida (S) | Nihil | mg/l | 0,05 | Spektrofotometrik | Buret, Spektrofotometer |
| 1 | 17 | Fluorida (F) | Nihil | mg/l | 0,5 | Spektrofotometrik | Spektrofotometer |
| 1 | 18 | Sulfat (SO ₄) | 50 | mg/l | 300 | Gravimetrik | Timbangan Analitik & Kertas saring 0,45 um. |
| 1 | 19 | Klorida (Cl) | 25 | mg/l | 250 | Titrimetrik | Buret Spektrofotometer |
| 1 | 20 | Amoniak bebas (NH ₃) | Nihil | mg/l | 0,25 | Spektrofotometrik | Spektrofotometer |
| 1 | 21 | Nitrat (NO ₃) | 5 | mg/l | 10 | id e m | id e m |
| 1 | 22 | Nitrit (NO ₂) | Nihil | mg/l | 0,1 | id e m | id e m |
| 1 | 23 | Nitri Permgangan | Nihil | mg/l - KMnO ₄ | 10 | id e m | id e m |
| 1 | 24 | Senyawa Aktif Biji | Nihil | mg/l | 0,05 | Spektrofotometrik | Spektrofotometer |
| 1 | 25 | Fenol | Nihil | mg/l | 0,002 | Spektrofotometrik | Spektrofotometer |
| 1 | 26 | Minyak & Lemak | Nihil | mg/l | 0,002 | Spektrofotometrik | Kromatografi Gas (GC) & HPLC |
| 1 | 27 | Karbon Kloroform | 0,04 | mg/l | 0,5 | Spektrofotometrik | Spektrofotometer |
| 1 | 28 | P C H Ekstrak | Nihil | mg/l | Nihil | Kromatografi Gas (GC) HPLC | Kromatografi Gas (GC) HPLC |

Minimal 0,5

BAKU MUTU AIR BADAN AIR GOLONGAN B

| No. | Parameter | Satuan | Maks. yang diijinkan | Maks. yang diperbolehkan | Metode Analisa | Perluasan | Keterng |
|-----|-----------------------|-----------|----------------------|--------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|
| 1 | FISIKA | Temp. air | Temp. air normal | Temp. air normal | Pemuaian | | |
| 2 | Residu kawat | mg/l | 500 | 1000 | Gravimetri | Timbangan analitik dan kertas saring 0,45 um. | |
| 1 | KIMIA | pH | 5 - 9 | 5 - 9 | Potensiometri | pH meter Timbangan analitik dan kertas saring 0,45 um. | |
| 2 | Barium (Ba) | mg/l | Nihil | 0,05 | Spektrofotometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 3 | Besi terlarut (Fe) | mg/l | Nihil | 1 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 4 | Mangan Terlarut (Mn) | mg/l | Nihil | 0,5 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 5 | Tembaga (Cu) | mg/l | Nihil | 1 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 6 | Seng (Zn) | mg/l | Nihil | 5,0 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 7 | Crom Hexavalen (Cr6+) | mg/l | Nihil | 0,05 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 8 | Kadmium (Cd) | mg/l | Nihil | 0,005 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 9 | Kalsium (Ca) | mg/l | Nihil | 0,005 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 10 | Kalsium (Mg) | mg/l | 0,0005 | 0,001 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 11 | Timbal (Pb) | mg/l | Nihil | 0,05 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 12 | Arsen (As) | mg/l | Nihil | 0,05 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 13 | Selenium (Se) | mg/l | Nihil | 0,01 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 14 | Sulfida (S) | mg/l | Nihil | 0,05 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 15 | Sulfida (S) | mg/l | Nihil | 1,5 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 16 | Sulfida (S) | mg/l | 50 | 300 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |

| | | | | | | | |
|----|-------------------------|------------|-------|-------|-------------------|------------------------|--|
| 1 | Klorida (Cl) | mg/l | 25 | 500 | Titrimetri | Buret Spektrofotometer | |
| 18 | Amoniak bebas (NH3) | mg/l | 0,01 | 0,5 | Titrimetri | Buret Spektrofotometer | |
| 19 | Nitrit (NO2) | mg/l | Nihil | 10 | Titrimetri | Buret Spektrofotometer | |
| 20 | Nitrat (NO3) | mg/l | Nihil | 10 | Titrimetri | Buret Spektrofotometer | |
| 21 | Oksigen terlarut (DO) | mg/l | > 6 | 0,5 | Titrimetri | Buret Spektrofotometer | |
| 22 | Kebutuhan Oksigen (BOD) | mg/l | 3 | 5 | Potensiometri | Buret Spektrofotometer | |
| 23 | Kebutuhan Oksigen (KOD) | mg/l | 3 | 5 | Potensiometri | Buret Spektrofotometer | |
| 24 | Kimia (COD) | mg/l | 3 | 10 | Titrimetri | Buret Spektrofotometer | |
| 25 | Senyawa Atrif Bina | mg/l | Nihil | 0,5 | Spektrofotometri | Buret Spektrofotometer | |
| 26 | Medusen | mg/l | Nihil | 0,5 | Spektrofotometri | Buret Spektrofotometer | |
| 27 | Menyak & Lemak | mg/l | Nihil | 0,2 | Spektrofotometri | Buret Spektrofotometer | |
| 28 | Karbon Kloroform | mg/l | Nihil | 0,05 | Spektrofotometri | Buret Spektrofotometer | |
| 29 | P C B | mg/l | 0,01 | 0,05 | Spektrofotometri | Buret Spektrofotometer | |
| 30 | BAKTERIOLOGI | mg/l | Nihil | Nihil | Spektrofotometri | Buret Spektrofotometer | |
| 31 | Coliform Group | MPN/100 ml | 5000 | 10000 | MPN atau Filisasi | MPN atau Filisasi | |
| 32 | Coliform Tinja | MPN/100 ml | 400 | 2000 | MPN atau Filisasi | MPN atau Filisasi | |
| 33 | KADIAKTIVITAS | Bq/l | Nihil | 0,1 | H Counting | H Counting | |
| 34 | Radium - 226 | Bq/l | Nihil | 0,1 | H Counting | H Counting | |
| 35 | Strontium - 90 | Bq/l | Nihil | 0,1 | H Counting | H Counting | |
| 36 | Adnan & Dieldrin | mg/l | Nihil | 0,010 | Kromatografi | Kromatografi | |
| 37 | PESTISIDA | mg/l | Nihil | 0,010 | Kromatografi | Kromatografi | |

BAKU MUTU AIR BAHAN AIR GOLONGAN C

| No. | Parameter | Satuan | Kadar Maksimum | Metoda Analisa | Peralatan | Keterangan |
|-----|-------------------------|--------|------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------|
| 1. | FISIKA | °C | Temp. air normal | Pemerian | Termometer | |
| 2. | Residu larut | mg/l | 1000 | Gravimetrik | Timbangan analitik dan kemas saring 0,45 um | |
| 1. | KIMIA | | | | | |
| 2. | pH | | 5 - 9 | Potensiometri | pH meter | |
| 3. | Tembaga (Cu) | mg/l | 0,02 | Spektrofotometri & AAS | Spektrofotometer & AAS | |
| 4. | Crom Hexavalen (Cr6 +) | mg/l | 0,05 | Spektrofotometri Serapan Atom | id e m | |
| 5. | Kadmium (Cd) | mg/l | 0,01 | Spektrofotometri Serapan Atom | id e m | |
| 6. | Raksa (Hg) | mg/l | 0,002 | id e m | AAS | |
| 7. | Timbal (Pb) | mg/l | 0,03 | id e m | AAS | |
| 8. | Arsen (As) | mg/l | 0,5 | Spektrofotometri & Spektrofotometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 9. | Selenium (Se) | mg/l | 0,05 | Spektrofotometri & Spektrofotometri Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | |
| 10. | Sianida (CN) | mg/l | 0,02 | Spektrofotometri | Spektrofotometer | |
| 11. | Sulfida (S) | mg/l | 0,002 | Titrimetri, Spektrofotometri | Buret, Spektrofotometer | |
| 12. | Fluorida (F) | mg/l | 1,5 | Spektrofotometri | Spektrofotometer | |
| 13. | Klorin Bebas (Cl2) | mg/l | 0,003 | id e m | id e m | |
| 14. | Amoniak bebas (NH3) | mg/l | 1 | id e m | id e m | |
| 15. | Nitrit (NO2) | mg/l | 1 | id e m | id e m | |
| 16. | Oksigen terlarut (DO) | mg/l | > 3 | Titrimetri | Buret | |
| 17. | Senyawa Aktif Bina | mg/l | 0,5 | Potensiometri | Spektrofotometer | |
| 18. | Fenol | mg/l | 0,001 | Spektrofotometri | Spektrofotometer | |
| 19. | Minyak & Lemak | mg/l | 1 | Spektrofotometri | Spektrofotometri Infra Red, Timbangan Analitik | |

Minimum

KETERANGAN
 - tidak dipersyaratkan
 MN - Most Probable Number
 Hg - Heptrel

| | | | | | | |
|---|-------------------------|------|-------|--------|--|--|
| 1 | Chlordane | mg/l | Nihil | id e m | | |
| 2 | D D T | mg/l | 0,012 | id e m | | |
| 3 | Endrin | mg/l | 0,001 | id e m | | |
| 4 | Heptachlor | mg/l | 0,001 | id e m | | |
| 5 | Lindane | mg/l | 0,018 | id e m | | |
| 6 | Mitoxyl Chlor | mg/l | 0,056 | id e m | | |
| 7 | Organofosfat & Karbonat | mg/l | 0,035 | id e m | | |
| 8 | Toxaphene | mg/l | 0,050 | id e m | | |

BAKU MUTU AIR BADAN AIR GOLONGAN D

| No | Parameter | Satuan | Kadar Maksimum | Metode Analisa | Peralatan | Keterangan |
|----|---------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | FISIKA | °C | Temp air normal | Pemilihan | Termometer | Sesuai dengan kondisi setempat |
| 2 | Kimia | mg/l | 2000 | Gravimetri | Timbangan analitik dan gelas sangg 0,45 um | 1750 utk tanaman peka |
| 3 | Daya Hantar Listrik | umhos/cm (25°C) | 1750 - 2250 | Potensiometri | Conductivitymeter | 2250 utk tanaman peka |
| 4 | Kadar Maksimum | mg/l | 6 - 9 | Potensiometri | pH meter | peka |
| 5 | Metode Analisa | mg/l | 1 | Spektrofotometri Serapan Atom | Spektrofotometer & gas AAS | |
| 6 | Peralatan | mg/l | 1 | Spektrofotometri & AAS | Spektrofotometer & gas AAS | |
| 7 | Ketahanan | mg/l | 1 | Spektrofotometri & AAS | Spektrofotometer | |
| 10 | Selenium (Se) | mg/l | 0,05 | Kromatografi Serapan Atom | Spektrofotometer & AAS | maksimum 10 untuk tanaman peka |
| 11 | Ni (Ni) | mg/l | 0,5 | Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom | Spektrofotometer | maksimum 18 untuk tanaman kebun peka |
| 12 | Cobalt (Co) | mg/l | 0,2 | Spektrofotometri | id e m | |
| 13 | Boron (B) | mg/l | 1 | Spektrofotometri | id e m | |
| 14 | Na (Sodium) | mg/l | 60 | Flame Fotometer | id e m | |
| 15 | Sodium Amortium | mg/l | 10 - 18 | Perhitungan | Kalkulator | |

KEDIRI PT CAKI

| No | Parameter | Satuan | Kadar Maksimum | Metode Analisa | Peralatan | Keterangan |
|----|-----------------|--------|----------------|----------------|--------------------------------------------------------------|------------|
| 1 | Radioaktivitas | Bq/l | 1 | Spektrometri | Geiger Muller Counter | |
| 2 | Strontium - 90 | pCi/l | 10 | Spektrometri | Geiger Muller Counter | |
| 3 | Radium - 226 | pCi/l | 3 | Spektrometri | Geiger Muller Counter | |
| 4 | Actinium Alfa | Bq/l | 0,1 | Spektrometri | Geiger Muller Counter | |
| 5 | PESTISIDA | mg/l | 0,002 | Kromatografi | Kromatografi Gas (GC), HPLC & Kromatografi Lapis Tipis (TLC) | |
| 6 | Endrin | mg/l | 0,004 | Kromatografi | Kromatografi Gas (GC), HPLC & Kromatografi Lapis Tipis (TLC) | |
| 7 | Methy Parathion | mg/l | 0,21 | Kromatografi | Kromatografi Gas (GC), HPLC & Kromatografi Lapis Tipis (TLC) | |
| 8 | Malathion | mg/l | 0,03 | Kromatografi | Kromatografi Gas (GC), HPLC & Kromatografi Lapis Tipis (TLC) | |

AKAF

REKORD GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
 NOMOR : 214/KPTS/1991

T E N T A N G

BAKU MUTU LINGKUNGAN DAERAH UNTUK WILAYAH
 PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
 BAGI BAKU MUTU LIMBAH CAIR


| No. | Parameter | Satuan | Golongan Baku Mutu Air Limbah | | | |
|--------------------|-----------------------|--------|-------------------------------|-------|-------|------|
| | | | I | II | III | IV |
| F I S I K A | | | | | | |
| 1. | Temperatur | °C | 35 | 40 | 45 | 45 |
| 2. | Zat padat terlarut | mg/l | 1500 | 2000 | 4000 | 5000 |
| 3. | Zat padat tersuspensi | mg/l | 100 | 200 | 300 | 400 |
| K I M I A | | | | | | |
| 1. | pH | | 6-9 | 6-9 | 6-9 | 6-9 |
| 2. | Besi terlarut (Fe)- | mg/l | 1 | 5 | 10 | 20 |
| 3. | Mangan (Mn)- | mg/l | 0.5 | 2 | 5 | 10 |
| 4. | Barium (Ba) | mg/l | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 5. | Tembaga (Cu)- | mg/l | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 6. | Seng (Zn)- | mg/l | 2 | 5 | 10 | 15 |
| 7. | Krom Heksavalen (Cr) | mg/l | 0.05 | 0.1 | 0.25 | 0.6 |
| 8. | Krom Total (Cr) | mg/l | 0.1 | 0.5 | 1 | 2 |
| 9. | Cadmium (Cd) | mg/l | 0.01 | 0.05 | 0.1 | 0.5 |
| 10. | Raksa (Hg) | mg/l | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.01 |
| 11. | Timbal (Pb) | mg/l | 0.03 | 0.1 | 1 | 2 |
| 12. | Stannum (Sn) | mg/l | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 13. | Arsen (As) | mg/l | 0.05 | 0.1 | 0.5 | 1 |
| 14. | Selenium (Se) | mg/l | 0.01 | 0.05 | 0.5 | 1 |
| 15. | Nikel (Ni) | mg/l | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 1 |
| 16. | Cobalt (Co) | mg/l | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1 |
| 17. | Sianida (CN) | mg/l | 0.02 | 0.05 | 0.1 | 0.5 |
| 18. | Sulfida (H2S) | mg/l | 0.01 | 0.05 | 0.1 | 0.5 |
| 19. | Fluorida (F) | mg/l | 1.5 | 2 | 3 | 5 |
| 20. | Klorin bebas (Cl2) | mg/l | 0.5 | 1 | 2 | 5 |
| 21. | Amoniak bebas (NH3-N) | mg/l | 0.02 | 1 | 5 | 20 |
| 22. | Nitrat (NO3-N) | mg/l | 10 | 20 | 30 | 50 |
| 23. | Nitrit (NO2-N) | mg/l | 0.06 | 1 | 3 | 5 |

| No. | Parameter | Satuan | Golongan Baku Mutu Air Limbah | | | |
|-----|----------------------------|--------|-------------------------------|-----|------|------|
| | | | I | II | III | IV |
| 24. | Klorida (Cl) | mg/l | 600 | 800 | 1000 | 1200 |
| 25. | BOD5 | mg/l | 30 | 50 | 150 | 300 |
| 26. | COD | mg/l | 60 | 100 | 300 | 600 |
| 27. | Senyawa aktif biru metilen | mg/l | 0.5 | 5 | 10 | 15 |
| 28. | Fenol | mg/l | 0.01 | 0.5 | 1 | 2 |
| 29. | Minyak nabati | mg/l | 1 | 5 | 10 | 20 |
| 30. | Minyak mineral **) | mg/l | 1 | 10 | 50 | 100 |
| 31. | Radioaktivitas **) | mg/l | | | | |
| 32. | Pestisida termasuk PCB***) | mg/l | | | | |

Catatan :

- I) Kadar bahan limbah yang memenuhi persyaratan buku mutu air limbah tersebut tidak diperbolehkan dengan cara pengenceran yang airnya langsung diambil dari sumber air. Kadar bahan limbah tersebut adalah kadar maksimal yang diperbolehkan kecuali pH yang meliputi juga kadar yang minimal.
- II) Kadar radioaktivitas mengikuti peraturan yang berlaku.
- III) Limbah pestisida yang berasal dari industri yang memformulasi atau memproduksi dan dari konsumen yang menggunakan untuk pertanian dan lain-lain tidak boleh menyebabkan pencemaran air yang mengganggu pemanfaatannya.

Yogyakarta, 25 Juni 1991.

KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
 PENJABAT GUBERNUR

 PAKU ALAM VIII

**SURAT KETERANGAN IJIN
DARI DISKIMPRASWIL DIY**



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
(DISKIMPRASWIL)

Jl. Bumijo No. 5 Telepon : (0274) 589074, 589091, Fax. (0274) 550320
Yogyakarta 55213

Nomor : 070/1765/c.
Lampiran :
Perihal : Permohonan Mencari Data

Yogyakarta, 7 Juli 2006

Kepada Yth.
Kepala Unit IPAL
Sewon, Bantul
Di Bantul

Menunjuk surat keterangan/ijin dari BAPEDA Nomor : 070/3446 Tanggal 7 Juli 2006 Perihal : Ijin Mencari Data maka diijinkan kepada :

N a m a : NAZULA NUTYLA dkk (3 orang)
No MHS /NIM : 02513110

Alamat Instansi : Jl. Kaliurang Km14.4 Yogyakarta
Judul : MENCARI DATA
Lokasi : IPAL Sewon Kabupaten Bantul
Waktunya : Mulai tanggal 7 Juli 2006 s/d 7 Agustus 2006

Sehubungan hal tersebut diatas, agar yang bersangkutan dapat dibantu dalam mendapatkan informasi untuk keperluan penelitian tersebut

Demikian atas perhatian dan kerja samanya diucapkan terima kasih.

An. Kepala Dinas
Kepala Bidang Cipta Karya

Ir. M. Natsir Basuki, MM
NIP. 4170020171.

Tembusan Kepada Yth.:

1. Kepala Dinas KIMPRASWIL Prop.DIY (sebagai laporan)
2. Yang bersangkutan.
3. Arsip

ANALISA LABORATORIUM

3.5.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu total} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(4)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu dalam mg

B = Berat cawan kosong dalam mg

3.6 Residu Tersuspensi

3.6.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu tersuspensi dilakukan dengan cara menimbang berat residu di dalam contoh yang tertahan pada kertas saring yang berpori 0,45 μm dan telah dikeringkan pada suhu 103-105°C hingga diperoleh berat tetap.

3.6.2 Gangguan

Gangguan yang terdapat dalam analisis ialah :

- 1) partikel yang besar, partikel yang mengapung, dan zat-zat menggumpal yang tidak dapat tercampur dalam air terlebih dahulu dipisahkan sebelum pengujian;
- 2) contoh yang mengandung kadar garam tinggi untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pembilasan yang sempurna dengan air suling setelah contoh disaring.

3.6.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan ialah:

- 1) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 2) kertas saring yang berpori 0,45 μm misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 3) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja nirkarat atau aluminium;

- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) penjepit.

3.6.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penimbangan kertas saring kosong dilakukan dengan urutan :
 - (1) taruh kertas saringan ke dalam alat penyaring;
 - (2) bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 20 mL dan operasikan alat penyaring;
 - (3) ulangi pembilasan hingga bersih dari partikel-partikel halus pada kertas saring;
 - (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus kertas saring;
 - (5) keringkan kertas saring tersebut di dalam oven pada temperatur 103 - 105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan dalam desikator selama 10 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4 %) misalnya B mg;
 - (9) taruh kertas saring tersebut di dalam desikator;
- 2) penyaringan contoh dan penimbangan residu tersuspensi dilakukan dengan urutan :
 - (1) siapkan kertas saring yang telah diketahui beratnya pada alat penyaring;
 - (2) contoh dikocok hingga merata dan masukkan ke dalam alat penyaring; banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu tersuspensi sehingga berat residu tersuspensi antara 2,5 mg sampai 200 mg;
 - (3) saring contoh, kemudian residu tersuspensi dibilas dengan air suling sebanyak 10 mL dan dilakukan 3 kali pembilasan;
 - (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus;
 - (5) keringkan di dalam alat pengering pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan di dalam desikator selama 10 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5),(6) dan (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg;
 - (9) hasil tersebut dapat dilanjutkan untuk penetapan residu tersuspensi terurai;

(10) air saringan yang diperoleh dapat digunakan untuk penetapan residu terlarut.

3.6.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu tersuspensi} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(5)$$

dengan penjelasan :

A = Berat kertas saring berisi residu tersuspensi, dalam mg

B = Berat kertas saring kosong, dalam mg

3.7 Residu Terlarut

3.7.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu terlarut dilakukan dengan cara menimbang berat residu yang lolos melalui kertas saring yang berpori $< 0,45 \mu\text{m}$ dan telah dikeringkan pada suhu 103-105 °C.

3.7.2 Gangguan

Beberapa gangguan pengujian antara lain :

- 1) kadar residu terlarut yang lebih besar dari 200 mg; untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pengenceran atau pengurangan volume contoh;
- 2) contoh yang mengandung kalsium, magnesium, klorida dan atau sulfat dengan kadar yang tinggi, mengganggu penimbangan karena bersifat mudah menyerap air (higroskopis);
- 3) contoh yang mengandung bikarbonat dalam kadar tinggi memerlukan pengeringan yang lebih lama.

3.7.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan ber diameter 90 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu $550 \pm 50 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) penangas air;

- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 8) kertas saring yang bernori 0,45 μ m misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 9) tempat khusus untuk meletakkan kertas saring yang terbuat dari baja nir karat atau aluminium;
- 10) penjepit cawan.

3.7.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penimbangan cawan kosong dikerjakan dengan urutan :
 - (1) panaskan cawan kosong dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 1 jam, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
 - (2) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (3) timbang dengan neraca analitik;
 - (4) panaskan kembali cawan kosong dalam oven pada suhu 103 - 105 °C selama 1 jam;
 - (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (6) timbang kembali dengan neraca analitik;
 - (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya B mg.

- 2) penyaringan contoh dilakukan dengan urutan :
 - (1) siapkan kertas saring pada alat penyaring;
 - (2) saring contoh sebanyak 250 mL;
 - (3) ambil filtrat sebanyak 100 mL kemudian tuangkan kedalam cawan yang telah diketahui beratnya dan banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu terlarut di dalam contoh uji sehingga berat residu terlarut yang diperoleh antara 2,5 mg sampai 200 mg;
 - (4) keringkan di dalam oven pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (6) timbang cawan berisi residu terlarut tersebut dengan neraca analitik;
 - (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg.

3.7.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu terlarut} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL Contoh}} \dots \dots \dots (6)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu terlarut, dalam mg
B = Berat cawan kosong, dalam mg

3.8 Residu Terurai dan Residu Terikat

3.8.1 Prinsip Kerja

Residu total atau residu tersuspensi dipijarkan pada suhu 550 °C selama 15 menit. Kehilangan residu total atau residu tersuspensi disebut residu terurai dan sisa dari residu total atau residu tersuspensi disebut residu terikat.

3.8.2 Gangguan

Gangguan yang ada pada residu terurai dan residu terikat sama dengan residu total dan residu tersuspensi (lihat 3.5.2 dan 3.6.2).

3.8.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan sama dengan pemeriksaan residu terlarut (lihat 3.7.3).

3.8.4 Cara Kerja.

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penetapan residu total terurai dan residu total terikat dilakukan dengan urutan:
 - (1) tetapkan residu total dari contoh sesuai dengan cara residu total, lihat 3.5 di atas;
 - (2) pijarkan cawan yang berisi residu total di dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 15 menit, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
 - (3) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (4) timbang dengan neraca analitik;

- (5) ulangi pemanasan dalam alat pengering pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya C mg.
- 2) penetapan residu tersuspensi terurai dan residu tersuspensi terikat dilakukan dengan urutan :
- (1) tetapkan residu tersuspensi dari contoh sesuai dengan cara residu tersuspensi lihat 3.6 di atas;
 - (2) masukkan residu tersuspensi ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya (lihat 3.5.4 (1));
 - (3) pijarkan dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 15 menit, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
 - (4) lanjutkan pendinginan dalam desikator selama 15 menit;
 - (5) timbang dengan neraca analitik;
 - (6) panaskan dalam alat pemanas pada suhu 103-105 °C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik, ulangi pemanasan dan pendinginan seperti pada langkah (6) sampai diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya C' mg.

3.8.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

$$\text{mg/L residu total terurai} = \frac{(A - C) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{mg/L residu total terikat} = \frac{(C - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(8)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu total dalam mg

B = Berat cawan berisi residu total setelah pemijaran, dalam mg

B = Berat cawan kosong, dalam mg

$$\text{mg/L residu tersuspensi terurai} = \frac{(A' - C') \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(9)$$

$$\text{mg/L residu tersuspensi terikat} = \frac{(C - B') \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(10)$$

dengan penjelasan :

A' = Berat cawan berisi residu tersuspensi, dalam mg

C' = Berat cawan berisi residu tersuspensi setelah pemijaran, dalam mg

B' = Berat cawan kosong, dalam mg

3.9 Residu Mengendap

3.9.1 Prinsip Kerja

Contoh yang serba sama diendapkan di dalam kerucut pengendap selama waktu tertentu, kemudian diukur banyak endapannya dalam mL/L atau mg/L.

3.9.2 Gangguan

Gangguan dalam pemeriksaan ini adalah zat yang mengapung, harus dipisahkan terlebih dahulu.

3.9.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan ber diameter 90 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu 550 ± 50 °C;
- 3) penangas air;
- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 8) kertas saring berpori 0,45 μm misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 9) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja nirkarat atau aluminium;
- 10) penjepit cawan;
- 11) kerucut Imhoff;
- 12) batang pengaduk yang dilengkapi dengan karet pembersih;
- 13) gelas ukur berdiameter ± 9 cm.

3.9.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah :

- 1) pemeriksaan dengan cara volumetri dikerjakan sebagai berikut :
 - (1) contoh dikocok hingga serba sama, kemudian diambil 1 Liter dan dimasukkan ke dalam kerucut Imhoff, biarkan selama 45 menit;
 - (2) suspensi yang melekat pada dinding dilepaskan dengan batang pengaduk, biarkan lagi selama 15 menit;
 - (3) baca volume dari suspensi yang mengendap pada kerucut Imhoff.
- 2) pemeriksaan dengan cara gravimetri dikerjakan sebagai berikut :
 - (1) tetapkan kadar residu tersuspensi sesuai dengan penetapan kadar suspensi (lihat 3.6), sehingga diperoleh residu suspensi mengendap dan tidak mengendap;
 - (2) ambil contoh 1 Liter yang telah dikocok hingga serba sama dan masukkan ke dalam gelas ukur (tinggi air ± 20 cm);
 - (3) biarkan contoh tersebut selama 1 jam;
 - (4) pisahkan lapisan air dengan endapan dengan menggunakan pipa pindah (sipon), dengan cara ujung selang diletakkan ditengah-tengah antara permukaan zat cair dan endapan, kemudian tampung sebanyak 250 mL;
 - (5) tetapkan kadar residu tersuspensi dari air yang ditampung tadi, seperti pada residu tersuspensi (lihat 3.6), sehingga diperoleh residu suspensi yang tidak mengendap.

3.9.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

- 1) cara volumetri;

$$\text{mL/L residu mengendap} = \frac{\text{mL pembacaan endapan pada kerucut Imhoff}}{1 \text{ L}} \dots\dots(11)$$

- 2) cara gravimetri;

$$\text{mg/L residu mengendap} = A - B \dots\dots\dots(12)$$

dengan penjelasan :

A = residu tersuspensi (mg/L)

B = residu tidak mengendap (mg/L)

3.10 Derajat Keasaman

3.10.1 Prinsip Kerja

Aktivitas ion hidrogen dalam air diukur secara potensiometri dengan elektroda gelas. Elektroda ini akan menghasilkan perubahan tegangan yang disebabkan oleh aktivitas ion hidrogen sebesar 59,1 mv/pH unit pada suhu 25 °C.

3.10.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengukuran adalah :

- 1) air suling;
- 2) larutan buffer pH 4,004;
- 3) larutan buffer pH 7,415;
- 4) larutan buffer pH 9,183.

3.10.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam analisis ialah :

- 1) pH meter;
- 2) labu ukur 1 Liter;
- 3) termometer;
- 4) gelas piala;

3.10.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja analisis adalah sebagai berikut :

- 1) kalibrasi alat dilakukan sebagai berikut :
 - (1) perlu diikuti petunjuk pemakaian alat dari pabriknya;
 - (2) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 7,415 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH larutan buffer dan atur alat sehingga skala pH menunjukkan angka 7,415;
 - (3) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 4,004 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH

PERCOBAAN I. PENGUJIAN KADAR COD LIMBAH CAIR

1. Ruang Lingkup

Metode ini digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dalam air dan air limbah dengan reduksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ secara spektrofotometri pada kisaran nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L pada panjang gelombang ± 600 nm.

2. Istilah dan Definisi

2.1. larutan induk

adalah larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah.

2.2. larutan baku

larutan induk yang diencerkan dengan air suling bebas organik, dengan kadar lebih rendah dari larutan induk

2.3. larutan kerja

adalah larutan baku yang diencerkan dengan air suling bebas organik digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dan mempunyai kisaran nilai tertentu (contoh : 0,0 mg/L; 100 mg/L; 150 mg/L dan seterusnya)

2.4. larutan blanko atau air suling bebas organik

adalah air suling (aquades) yang tidak mengandung organik atau mengandung organik dengan kadar yang lebih rendah dari batas deteksi.

2.5. kurva kalibrasi

adalah grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan kerja dengan hasil pembacaan absorbansi yang merupakan garis lurus

2.6. blind sample

adalah larutan baku dengan kadar tertentu

2.7. spike matrix

adalah contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku kadar tertentu

2.8. SRM (Standard Reference Material)

adalah bahan standar tertelusur ke sistem nasional.

2.9. CRM (Certified Reference Material)

adalah bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional.

3. Cara Uji

3.1. Prinsip

KOK (Chemical Oxygen Demand = COD) adalah jumlah oksidan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai mg O_2 untuk setiap 1000 ml contoh uji.

Senyawa organik dan an organik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{+3} . jumlah oksidan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg/L) diukur secara spektrofotometer sinar tampak, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ kuat mengabsorpsi pada panjang

gelombang 400 nm dan Cr^{+3} kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 600 nm.

Untuk nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L ditentukan kenaikan Cr^{3+} pada panjang gelombang 600 nm. Pada contoh uji yang lebih tinggi dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum pengujian. Untuk nilai KOK yang lebih rendah atau sama dengan 90 mg/L ditentukan dengan pengurangan konsentrasi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ pada panjang gelombang 420 nm.

3.2. Reagen (Bahan Pereaksi)

a. Air suling bebas organik

b. Larutan pencerna (digestion solution) pada kisaran konsentrasi tinggi
Tambahkan 10.216 gr $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150 C selama 2 jam kedalam 500 ml aquades. Tambahkan 167 ml H_2SO_4 pekat dan 33.3 gr HgSO_4 . Larutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai suhu 1000 ml.

c. Larutan pencerna (digestion solution) pada kisaran konsentrasi rendah
Tambahkan 1.022 gr $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150 C selama 2 jam kedalam 500 ml aquades. Tambahkan 167 ml H_2SO_4 pekat dan 33.3 gr HgSO_4 . Larutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai suhu 1000 ml.

d. Larutan pereaksi Asam Sulfat

Tambahkan serbuk atau kristal Ag_2SO_4 teknis ke dalam H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 gr Ag_2SO_4 untuk setiap satu kg H_2SO_4 pekat atau 10,12 gr Ag_2SO_4 tiap 1000 ml H_2SO_4 pekat. Biarkan 1 sampai 2 jam sampai larut dan aduk.

e. Asam Sulfamat

f. Larutan standar Kalium Hidrogen Phtalat $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$ (KHP)

Gerus perlahan KHP lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu 110 C. larutkan 425 mg KHP ke dalam air suling, encerkan sampai 1000 ml. Secara teori, KHP mempunyai nilai COD 1,176 mg O_2 /mg KHP, secara teori mempunyai nilai KOK 500 mg O_2 / L. Larutan stabil dalam kondisi dingin, hati-hati dengan pertumbuhan biologi. Siapkan dan pindahkan larutan dalam kondisi steril. Ganti setiap minggu.

3.3. Peralatan

a. Spektrofotometri

b. Kuvet

c. Tujuh tabung pencerna ukuran 16 mm x 100 mm.

d. Thermo Reaktor.

e. Pipet ukur (5 ml, dan 10 ml)

f. Enam labu ukur 25 ml

g. Pipet volume (1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, 5 ml ,10 ml)

h. Timbangan Analitik.

3.4. Keselamatan Kerja

Harus memakai jas lab, sepatu, masker, pelindung tangan.

3.5. Persiapan dan Pengawetan Contoh Uji

3.5.1. Persiapan contoh uji

- Homogenkan contoh uji
- Cuci tabung refluk dengan H_2SO_4 20 % sebelum digunakan.
- Pipet volume contoh uji dan tambahkan larutan pencerna dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang sesuai dengan tabung atau ampul pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Contoh uji dan larutan pereaksi untuk macam-macam tabung pencerna.

| Tabung pencerna | Contoh Uji (ml) | Larutan pencerna (ml) | Larutan pereaksi sulfat (ml) | Total Volume (ml) |
|---------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------|
| Tabung kultur | | | | |
| 16 X 100 mm | 2,50 | 1,50 | 3,50 | 7,50 |
| 20 X 150 mm | 5,00 | 3,00 | 7,00 | 15,00 |
| 25 X 150 mm | 10,00 | 6,00 | 14,00 | 30,00 |
| Standar ampul 10 ml | 2,5 | 1,5 | 3,5 | 7,5 |

- Tutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen
- Letakkan tabung di thermo reaktor yang sudah dipanaskan pada suhu 147-150 C , lakukan refluks tertutup.

3.5.2. Pengawetan contoh uji

contoh uji diawetkan dengan menambahkan H_2SO_4 sampai pH kurang dari 2 dan disimpan pada pendingin 4 C, sampai 7 hari.

3.6. Prosedur Pengujian

Penentuan panjang gelombang optimum

- Optimalkan alat uji spektrofotometri, sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian KOK.
- Ukur serapan salah satu standar KHP (ambil saja yang paling besar) mulai dari panjang gelombang 650 nm sampai dengan 550 nm.
- catat masing masing absarban pada tiap-tiap pengukiran.
- Buat grafik antara panjang gelombang (X) dan Absorbansi (Y).
- Tentukan panjang gelombang optimumnya.
- Hasil panjang gelombang ini untuk menentukan kadar COD selanjutnya.

Pembuatan kurva kalibrasi

- Optimalkan alat uji spektrofotometri, sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian KOK.
- Siapkan setidaknya 5 larutan standar KHP, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm dari larutan induk 500 ppm KHP.
- Gunakan volume pereaksi yang sama antara contoh dan standar KHP.

4. Tambahkan masing-masing larutan pencerna dan pereaksi sulfat sesuai dengan volume sampel.
5. Tutup tabung dan kocok perlahan – lahan sampai homogen
6. Letakkan tabung di thermo reaktor yang sudah dipanaskan pada suhu 147-150 C , lakukan reflus tertutup.
7. Baca absorbansinya pada panjang gelombang ± 600 nm
8. Buat kurva kalibrasinya.

Prosedur Pengujian

1. Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direflus sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas.
2. Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih.
3. Ukur contoh pada panjang gelombang ± 600 nm, gunakan blanko yang tidak direflus.
4. Catat hasil pengujian tersebut untuk menghitung konsentrasi COD dalam larutan sampel.

3.7. Data Percobaan.

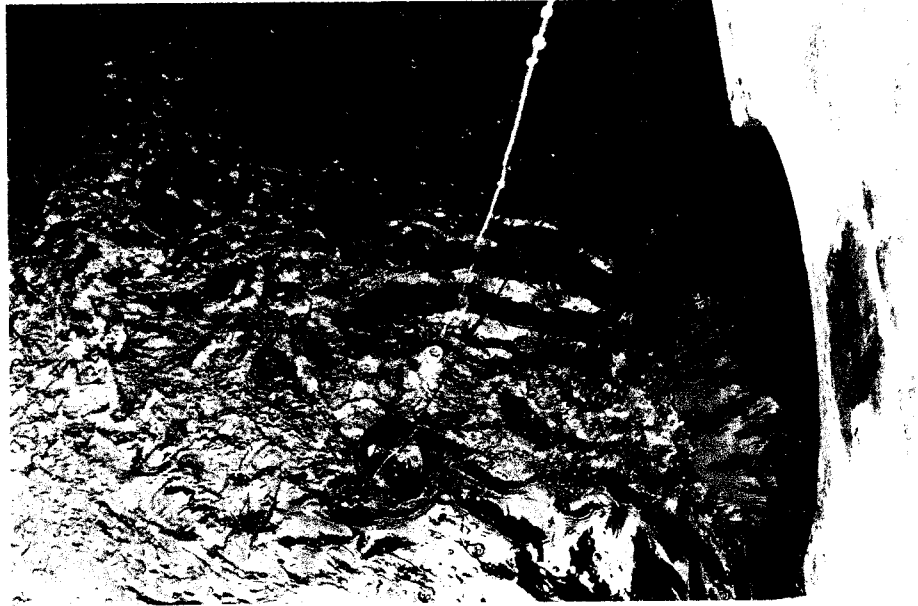
Data Penentuan Panjang Gelombang Optimum:

| No. | Panjang Gelombang (nm) | Absorbansi (Abs) |
|-----|--------------------------|--------------------|
| 1 | 650 | |
| 2 | 640 | |
| 3 | 630 | |
| 4 | 620 | |
| 5 | 610 | |
| 6 | 600 | |
| 7 | 590 | |
| 8 | 580 | |
| 9 | 570 | |
| 10 | 560 | |
| 11 | 550 | |

Data kurva kalibrasi , pada panjang gelombangnm

| No | Kons. (ppm) | Absorbansi |
|----|--------------|------------|
| 1 | 100 | |
| 2 | 200 | |
| 3 | 300 | |
| 4 | 400 | |
| 5 | 500 | |

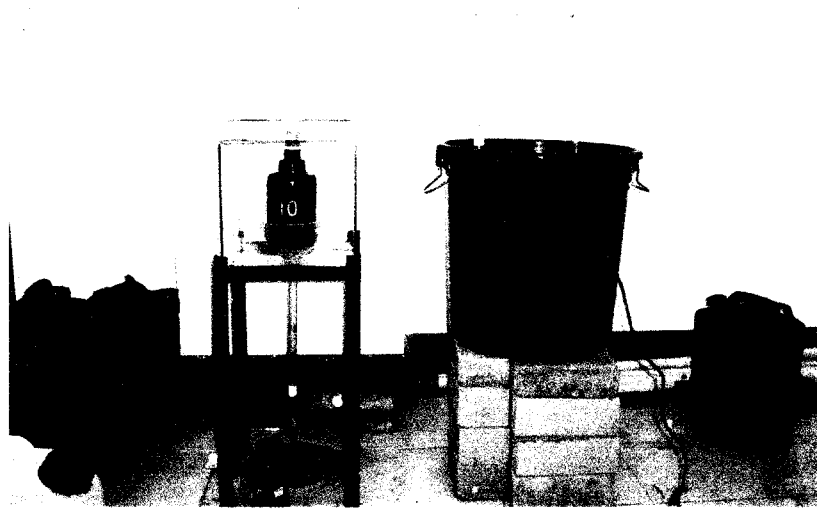
**FOTO-FOTO SAAT
PENELITIAN (PENGAMBILAN
SAMPSEL DAN PENGUJIAN DI
LABORATORIUM)**



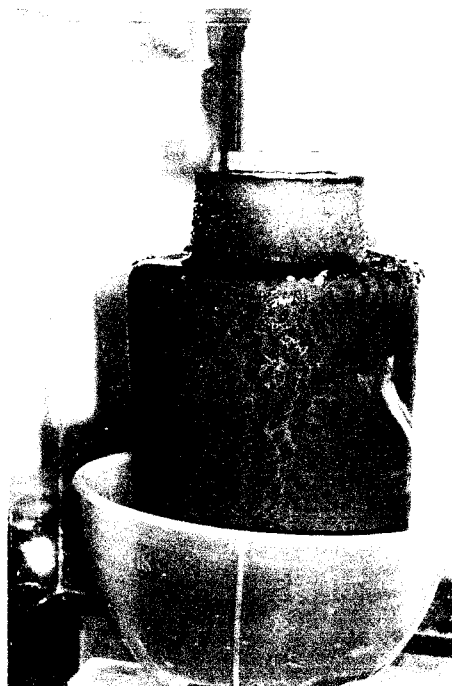
Gambar 1. Pengambilan sampel air limbah domestik di IPAL



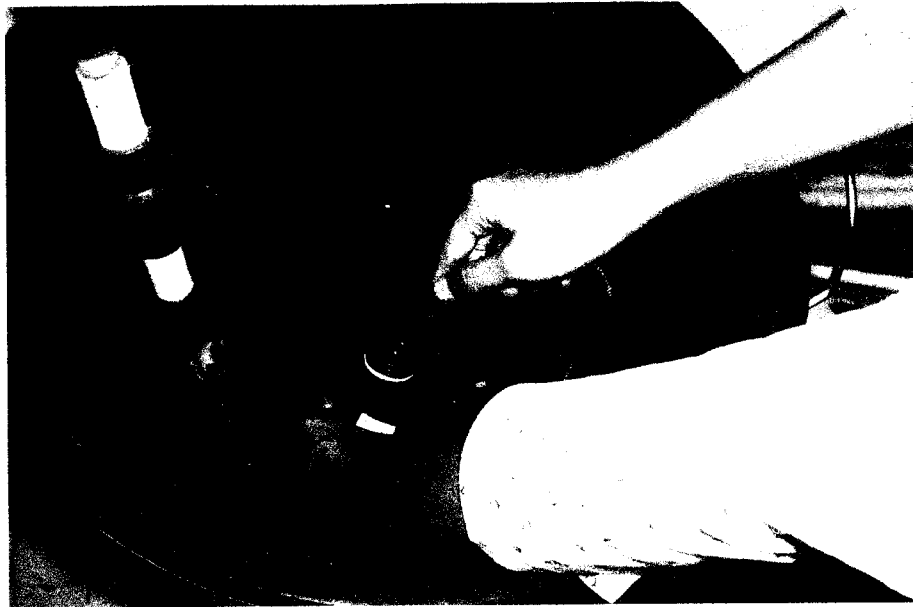
Gambar 2. Dirigen sampel



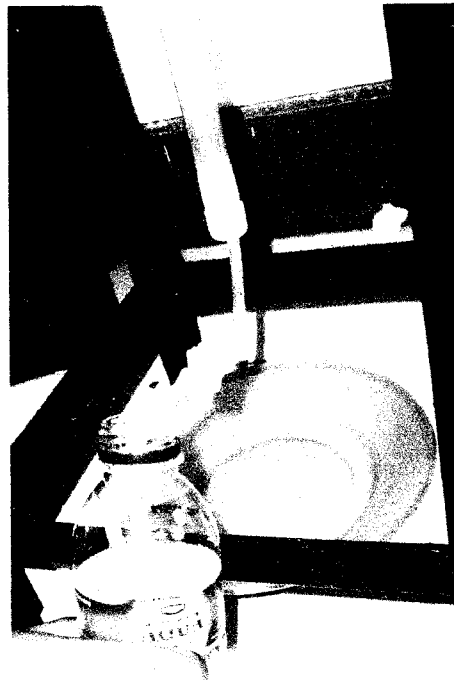
Gambar 3. Reaktor *membran* keramik



Gambar 4. Butiran-butiran seperti keringat pada *membran* keramik



Gambar 5. Pengambilan sampel inlet



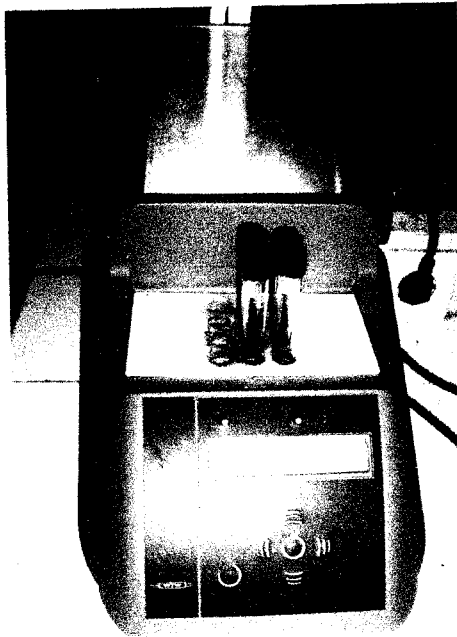
Gambar 6. Pengambilan sampel Outlet



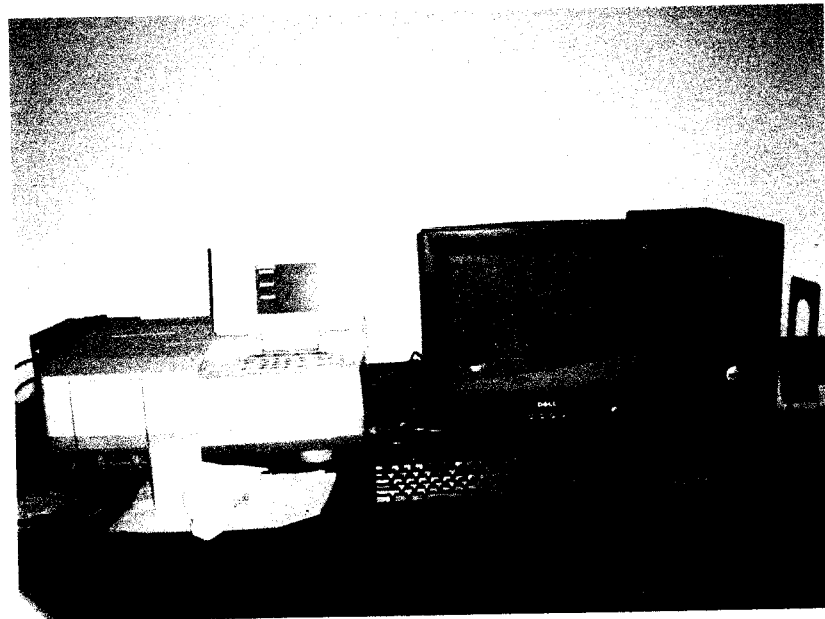
Gambar 7. Botol-botol sampel (inlet dan outlet)



Gambar 8. Bahan-bahan kimia untuk pengujian *Chemical Oxygen Demand*



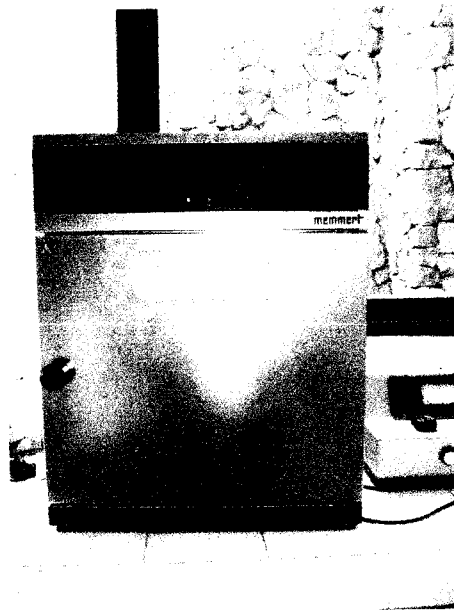
Gambar 9. Pengujian *Chemical Oxygen Demand*



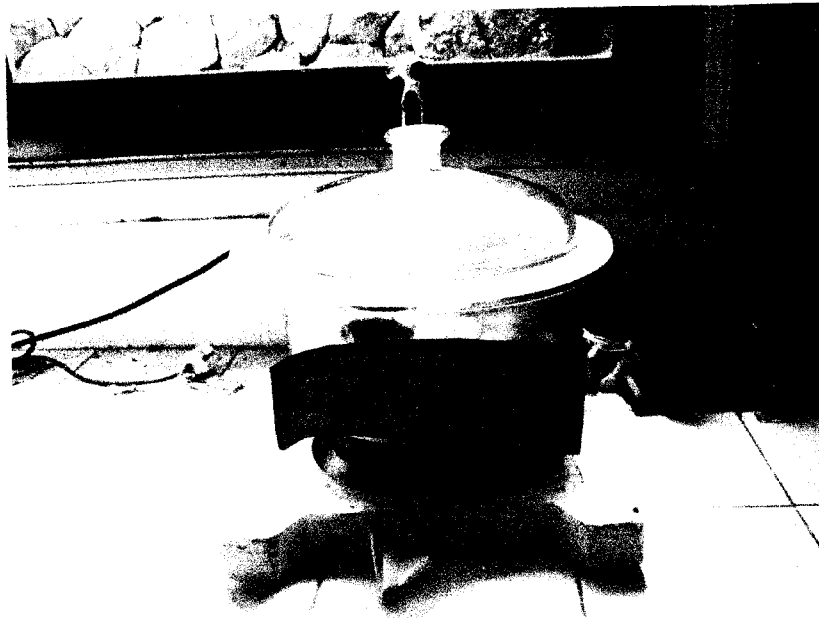
Gambar 10. Spektrofotometer



Gambar 12. Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS)



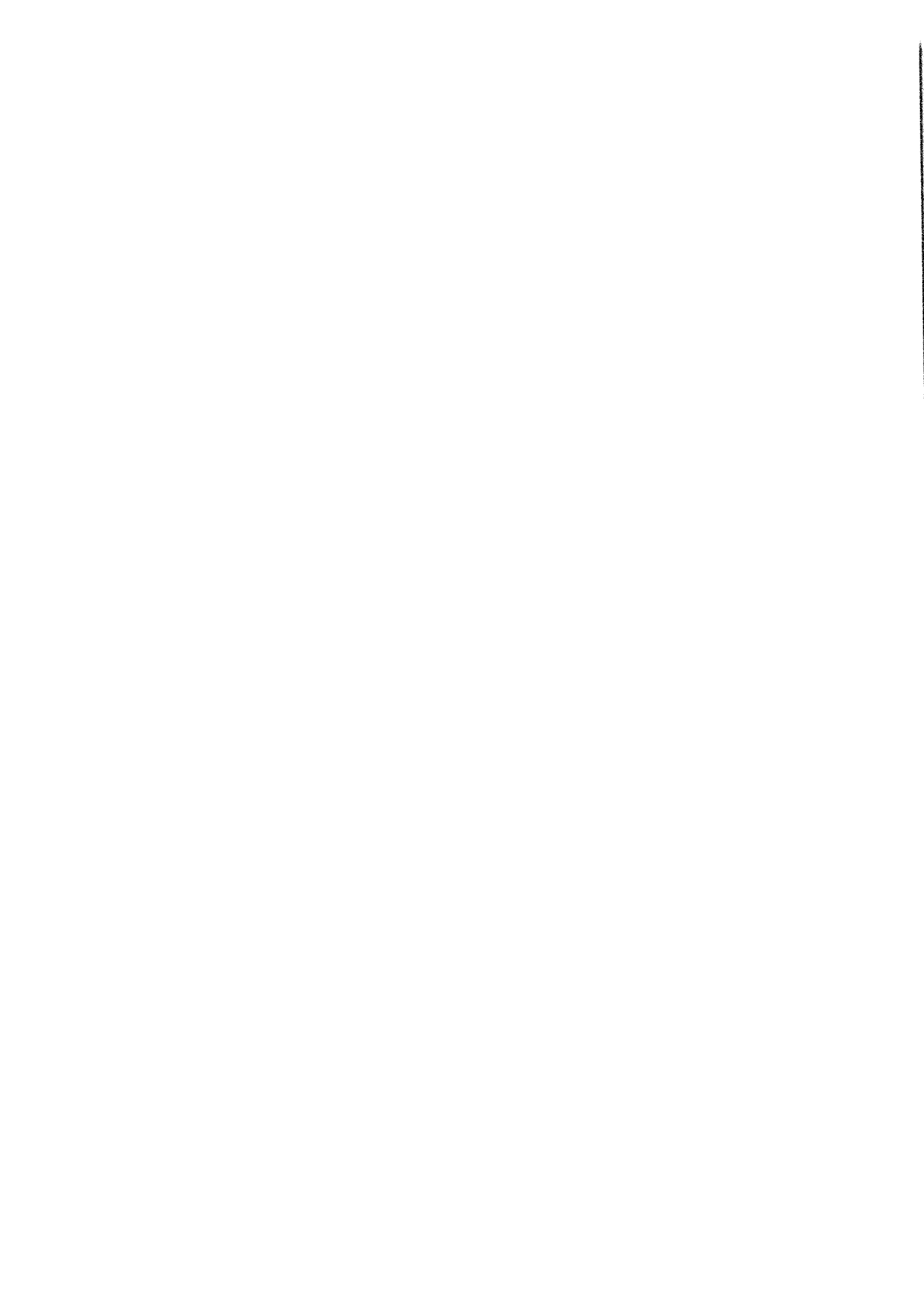
Gambar 13. Oven



Gambar 14. Desinkator



Gambar 15. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5%, 7,5% & 10%



**SURAT KETERANGAN IJIN
DARI BAPEDA DIY**



**PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
BADAN PERENCANAAN DAERAH
(B A P E D A)**

Kepatihan, Danurejan, Yogyakarta - 55213
Telepon : (0274) 589583, 562811 (Psw. : 209-219, 243-247) Fax. : (0274) 586712
Website <http://www.bapeda@pemda-diy.go.id>
E-mail : bapeda@bapeda.pemda-diy.go.id

SURAT KETERANGAN / IJIN

Nomor : 070 / 3446

Membaca Surat : Dekan FTSP - UII Yogyakarta No : 127/Kajur.TL/70/TL/2006
: Tanggal : 5 Juli 2006 Perihal : Ijin Mencari Data

Mengingat : 1. Keputusan Menteri Dalam Negeri No. 61 Tahun 1983 tentang Pedoman
Penyelenggaraan Pelaksanaan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan
Departemen Dalam Negeri.
2. Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 38 / I 2 /2004 tentang
Pemberian Izin Penelitian di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Dijijinkan kepada :

Nama : **NAZULA NUTYLA, dkk (3 Orang)** No. MHSW 02513110
Alamat Instansi : Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta
Judul : **MENCARI DATA**

Lokasi : **IPAL - SEWON**

Waktunya : Mulai tanggal **07 - 07 - 2006 s/d 07 - 08 - 2006**

1. Terlebih dahulu menemui / melaporkan diri Kepada Pejabat Pemerintah setempat (Bupati / Walikota)
untuk mendapat petunjuk seperlunya;
2. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat;
3. Wajib memberi laporan hasil penelitiannya kepada Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta
(Cq. Kepala Badan Perencanaan Daerah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta);
4. Ijin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah
dan hanya diperlukan untuk keperluan ilmiah;
5. Surat ijin ini dapat diajukan lagi untuk mendapat perpanjangan bila diperlukan;
6. Surat ijin
di atr