

# **SKRIPSI**

**POTENSI KARBON AKTIF DARI SAMPAH PLASTIK  
SEBAGAI MEDIA ADSORPSI DALAM PENGOLAHAN  
LIMBAH CAIR PENCUCIAN MOBIL *THE AUTO BRIDAL*  
KOTA MALANG**



**Disusun Oleh**

**YUVENTIUS F. BOIKLETES  
08.26.009**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2013**



**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**POTENSI KARBON AKTIF DARI SAMPAH PLASTIK  
SEBAGAI MEDIA ADSORPSI DALAM PENGOLAHAN  
LIMBAH CAIR PENCUCIAN MOBIL THE AUTO BRIDAL  
KOTA MALANG**

Oleh:

**YUVENTIUS F. BOIKLETES**

**08.26.009**

**Menyetujui**

**Tim Pembimbing**

**Dosen Pembimbing I**



**Evy Hendrianianti, ST. MMT**

**NIP. P. 1030300382**

**Dosen Pembimbing II**



**Anis Artiyani, ST. MT**

**NIP. P. 1030300384**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Lingkungan**



**Candra Dwi Ratna, ST. MT**

**NIP. Y. 1030000349**



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : YUVENTIUS F. BOIKLETES  
NIM : 08.26.009  
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN  
JUDUL : **POTENSI KARBON AKTIF DARI SAMPAH PLASTIK  
SEBAGAI MEDIA ADSORPSI DALAM PENGOLAHAN  
LIMBAH CAIR PENCUCIAN MOBIL "THE AUTO  
BRIDAL" KOTA MALANG**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi Jurusan  
Teknik Lingkungan/Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S-1)

Pada Hari : Kamis

Tanggal : 21 Februari 2013

Dengan Nilai : B (70,45)

**Panitia Ujian Komprehensif Skripsi**

**Ketua**

**Sekretaris**

Candra Dwiratna, ST. MT

Evy Hendriarianti, ST. MMT

NIP. Y. 1030000349

NIP. P. 1030300382

**Dewan Penguji**

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**

Candra Dwiratna, ST. MT

Sudiro, ST. MT

NIP. Y. 1030000349

NIP. Y. 1039900327

---

---

Boikletes, Yuventius F. Hendriarianti, E. Artiyani, A. **Potensi Karbon Aktif dari Sampah Plastik sebagai Media Adsorpsi dalam Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil *The Auto Bridal* Kota Malang.** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

---

---

## ABSTRAKSI

Jumlah kendaraan bermotor terutama mobil yang semakin meningkat memberikan peluang munculnya jasa pencucian mobil. Jasa pencucian mobil berpotensi memperburuk kualitas lingkungan karena limbah yang dihasilkan mengandung kadar pencemar yang relatif tinggi, dan kebanyakan dari usaha tersebut tidak mengolah limbahnya terlebih dahulu, melainkan langsung dibuang ke badan air yang ada. Pada umumnya limbah cair pencucian mobil mengandung lumpur, oli dan deterjen yang menyebabkan tingginya konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dan fosfat, sehingga apabila dibuang di badan air dalam jumlah yang besar dapat mencemari kualitas lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar potensi karbon aktif dari sampah plastik dalam menurunkan kandungan TSS dan fosfat, penurunan kandungan TSS dan fosfat limbah cair pencucian mobil dengan adsorpsi karbon aktif sampah plastik dan berat optimum karbon aktif sampah plastik dalam menurunkan TSS dan fosfat pada limbah pencucian mobil.

Penelitian ini menggunakan peralatan jart test sistem batch dengan variasi berat karbon aktif (3 g; 4 g dan 5 g). Kecepatan putaran yang digunakan adalah 150 rpm dengan waktu 1 jam dan waktu pengendapan 30 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif dari sampah plastik jenis *polyethylene* mampu menurunkan TSS dan Fosfat pada limbah cair pencucian mobil sesuai dengan baku mutu. Persentase penurunan tertinggi pada perlakuan berat karbon akrif 5 gr yang dapat menurunkan konsentrasi TSS sebesar 56,67 mg/l atau 73,43% dan Fosfat sebesar 2,41 mg/l atau 60,16%.

---

---

**Kata Kunci :** Adsorpsi, Fosfat, Limbah Cair Pencucian Mobil, Sampah Plastik Jenis *Polyethylene*, TSS.

---

---

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Potensi Karbon Aktif dari Sampah Plastik sebagai Media Adsorpsi dalam Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil *The Auto Bridal* Kota Malang”**

Skripsi disusun setelah melalui penelitian, analisa data dan pembahasan yang diperoleh dari hasil penelitian. Dalam kesempatan ini saya berterima kasih kepada:

1. Ibu Evy Hendriarianti, ST. MMT selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memotivasi dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Anis Artiyani, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membantu dan memotivasi dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Candra Dwi Ratna, ST. MT selaku Dosen Pembahas I dan Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang yang telah banyak membantu demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini..
4. Bapak Sudiro, ST. MT selaku Dosen Pembahas II yang telah banyak membantu demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.
5. Dosen-dosen pengajar dan staf Teknik Lingkungan ITN Malang.
6. Rekan-rekan teknik lingkungan yang selalu memberi dukungan dan semangat tanpa kenal lelah.

Kesadaran bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna membuat penyusun berharap akan masukan dan saran bersifat mambangun demin kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Malang, Februari 2013

Penyusun

## DAFTAR ISI

### LEMBAR PERSETUJUAN

### ABSTRAKSI

### ABSTRACT

KATA PENGANTAR.....i

DAFTAR ISI .....ii

DAFTAR GAMBAR.....iii

DAFTAR TABEL ..... iv

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....1

1.2. Rumusan Masalah .....3

1.3. Tujuan Penelitian.....3

1.4. Manfaat Penelitian.....3

1.5. Ruang Lingkup.....3

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair .....4

2.2 Pencucian Mobil.....4

2.3. Limbah Cair Pencucian Mobil .....6

2.4. Baku Mutu Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor.....7

2.5. Adsorpsi.....9

2.6 Karbon Aktif .....11

2.7 Sampah Plastik Jenis *Polyethylene*.....12

2.8 Metode Pengolahan Data.....14

2.8.1 Statika Deskriptif dan Inferensi.....14

2.8.2 Analisa Korelasi .....14

2.8.3 Analisa Regresi .....15

2.8.4 Pengantar Desain Eksperimen.....16

2.8.5 Langkah-Langkah dalam Desain Eksperimen .....16

2.9 Analisis of Variance .....16

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1.	Waktu Dan Tempat Penelitian .....	18
3.2.	Bahan dan Peralatan Penelitian .....	18
3.2.1	Sampel Limbah .....	18
3.2.2	Peralatan.....	21
3.3.	Pembuatan Karbon Aktif dari Sampah Plastik.....	23
3.4.	Variabel Penelitian .....	23
3.5.	Tahapan Penelitian .....	24
3.5.1	Penelitian Pendahuluan.....	24
3.5.2.	Proses Adsorpsi dengan Sistem <i>Batch</i> .....	24
3.6.	Analisa Parameter Uji.....	25
3.6.1.	Analisis TSS.....	25
3.6.2.	Analisis Fosfat.....	25
3.7.	Analisis Data .....	26
3.8.	Kerangka Penelitian.....	27

### **BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1	Karakteristik Limbah Cair Pencucian Mobil .....	29
4.2	Hasil Penelitian .....	30
4.3	Analisis Penyisihan TSS.....	30
4.3.1	Analisis Korelasi % Penyisihan TSS.....	32
4.3.2	Analisis Regresi % Penyisihan TSS .....	33
4.3.3	Analisis ANOVA % Penyisihan TSS.....	36
4.3.4	Pembahasan Penyisihan TSS .....	37
4.4	Analisis Akhir Konsentrasi Fosfat .....	40
4.4.1	Analisis Korelasi % Penyisihan Fosfat.....	42
4.4.2	Analisis Regresi % Penyisihan Fosfat.....	44
4.4.3	Analisis ANOVA % Penyisihan Fosfat.....	45
4.4.4	Pembahasan Penyisihan Fosfat .....	47

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....50

5.2 Saran .....51

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Saluran dari Selasar menuju Outlet .....	19
Gambar 3.2 <i>Outlet</i> Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor.....	19
Gambar 3.3 Proses Pencucian Kendaraan dan Titik Pengambilan Sampel .....	20
Gambar 3.4 Sketsa Proses Adsorpsi dengan Sistem Batch menggunakan Alat Pengaduk Mekanis.....	22
Gambar 3.5 Kerangka Penelitian.....	27
Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Akhir TSS .....	31
Gambar 4.2 Grafik Persentase Penurunan TSS.....	32
Gambar 4.3 Hubungan Korelasi antara Berat Karbon Aktif terhadap % Penurunan Konsentrasi TSS .....	33
Gambar 4.4 Hubungan Regresi antara Berat Karbon Aktif terhadap % Penyisihan Konsentrasi TSS.....	34
Gambar 4.5 Hasil Uji ANOVA Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS terhadap Berat Karbon Aktif.....	36
Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi Akhir Fosfat .....	39
Gambar 4.7 Grafik Persentase Penyisihan Fosfat .....	41
Gambar 4.8 Hubungan Korelasi antara Berat Karbon Aktif terhadap % Penyisihan Konsentrasi Fosfat .....	42
Gambar 4.9 Hubungan Regresi antara Berat Karbon Aktif terhadap % Penyisihan Konsentrasi Fosfat.....	43
Gambar 4.10 Hasil Uji ANOVA Persentase Penyisihan Konsentrasi Fosfat terhadap Berat Karbon Aktif.....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor.....	7
Tabel 4.1 Karakteristik Limbah Pencucian Mobil The Auto Bridal Kota Malang.....	29
Tabel 4.2 Hasil Akhir Konsentrasi TSS.....	30
Tabel 4.3 Hasil Akhir Konsentrasi Fosfat.....	30
Tabel 4.4 Persentase Penyisihan TSS .....	31
Tabel 4.5 Persentase Penyisihan Fosfat .....	40

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jumlah kendaraan bermotor terutama mobil yang semakin meningkat memberikan peluang munculnya jasa pencucian mobil. Jasa pencucian mobil berpotensi memperburuk kualitas lingkungan karena limbah yang dihasilkan mengandung kadar pencemar yang relatif tinggi, dan kebanyakan dari usaha tersebut tidak mengolah limbahnya terlebih dahulu, melainkan langsung dibuang ke badan air yang ada. Limbah cair pencucian mobil yang dihasilkan oleh pihak *The Auto Bridal*, langsung dibuang ke badan air penerima tanpa pengolahan terlebih dahulu. Pada umumnya limbah cair pencucian mobil mengandung lumpur, oli dan deterjen yang menyebabkan tingginya konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan fosfat, sehingga apabila dibuang di badan air dalam jumlah yang besar dapat mencemari kualitas lingkungan.

Berdasarkan analisis awal diketahui limbah cair pencucian kendaraan bermotor, mengandung TSS sebesar 700 mg/L, dan fosfat sebesar 15,56 mg/l. Parameter tersebut jelas melebihi standar baku mutu limbah cair untuk pencucian kendaraan bermotor sesuai dengan Kep. Gubernur Jawa Timur No 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur, yaitu untuk TSS sebesar 100 mg/l dan Fosfat sebesar 10 mg/l. Analisis awal ini hanya sebatas mengetahui parameter pencemar yang terdapat pada limbah cair pencucian mobil khususnya kandungan TSS dan fosfat,

Beberapa model pengolahan yang telah disarankan antara lain Funan, (2012) dengan judul “Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil *The Auto Bridal* Malang dengan Adsorpsi Zeolit Alam melalui *Pretreatment* Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi” dengan analisa awal 700 mg/l, persen penyisihan *Total Suspended Solid* (TSS) adalah 85,24% pada proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi, sedangkan pada proses adsorpsi dengan zeolit adalah 100% atau 0 mg/l. Penelitian ini telah memenuhi standar baku mutu limbah cair pencucian kendaraan bermotor

di Jawa Timur berdasarkan Kep. Gubernur Jawa Timur No. 45 tahun 2002 sebesar 100 mg/l

Pengolahan dengan model lain juga dilakukan oleh Wardhana, dkk (2009) dengan judul “Penurunan Kandungan Fosfat pada Limbah Cair Pencucian Pakaian (*Laundry*) menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik dengan Metode Batch dan Kontinyu” dengan analisa awal 10,21 mg/l, persen penyisihan fosfat dengan metode *batch* adalah 45,45% menggunakan berat karbon aktif 3 gr, sedangkan persen penyisihan fosfat pada metode kontinyu adalah 54,75% pada jam ke 15 tetapi makin lama makin menurun sampai 0,0% pada jam ke 0. Hal ini dikarenakan karbon aktif sampah plastik telah mencapai titik jenuh karena waktu operasinya lebih lama dalam menyerap kandungan fosfat limbah cair *laundry*. Penelitian ini belum memenuhi standar baku mutu limbah cair yang ditetapkan Perda Jateng Nomor 10 Tahun 2004 tentang baku mutu air limbah, kandungan fosfat yang diijinkan adalah sebesar 2 mg/l.

Oleh karena itu, diperlukan pengolahan terhadap limbah cair pencucian mobil tersebut yang sederhana. Salah satu metode pengolahan yang digunakan adalah dengan adsorpsi menggunakan karbon aktif dari sampah plastik jenis *polyethilene*.

Plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa di mana terdiri dari unit molekul yang disebut monomer (Mujiarto, 2005). Umumnya, partikel-partikel organik dan koloid dalam buangan bersifat negatif (anion). Ion-ion atau koloid bermuatan positif (kation) ditambahkan ke dalam koloid target, maka kation tersebut akan masuk ke dalam lapisan difusi karena tertarik oleh muatan negatif yang ada pada permukaan partikel koloid. Dalam mekanisme ini, kation yang digunakan bersumber dari polimer yang terdapat dalam plastik. Polimer ini memiliki banyak tempat aktif sepanjang rantainya dimana partikel koloid terdapat dalam air buangan dapat berinteraksi dan teradsorpsi (Farooq dan Velioglu, dalam Bernard, 2008).

Bertolak dari hal tersebut diatas maka muncul ide studi untuk memperbesar berat karbon aktif dan kemampuan adsorpsi karbon aktif dari sampah plastik dalam proses penurunan kandungan TSS dan Fosfat pada limbah cair pencucian mobil.

## **1.2. Rumusan Masalah**

- 1) Bagaimana potensi karbon aktif dari sampah plastik dalam menurunkan TSS dan fosfat pada limbah cair pencucian mobil dengan proses adsorpsi?
- 2) Bagaimana berat optimum karbon aktif dari sampah plastik dalam menurunkan TSS dan fosfat pada limbah pencucian mobil?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

- 1) Untuk mengetahui seberapa besar potensi karbon aktif dari sampah plastik dalam menurunkan kandungan TSS dan fosfat.
- 2) Untuk mengetahui penurunan kandungan TSS dan fosfat limbah cair pencucian mobil dengan adsorpsi karbon aktif sampah plastik.
- 3) Untuk mengetahui berat optimum karbon aktif sampah plastik dalam menurunkan TSS dan fosfat pada limbah pencucian mobil.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian Potensi Karbon Aktif dari Sampah Plastik sebagai Media Adsorpsi dalam Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil adalah :

- 1) Mengurangi bahan pencemaran TSS dan fosfat yang berlebihan pada limbah cair pencucian mobil.
- 2) Memanfaatkan sampah plastik sebagai karbon aktif untuk mengadsorpsi kandungan TSS dan fosfat limbah pencucian mobil.
- 3) Membantu proses reduksi sampah dalam rangka penerapan 5 R.

## **1.5. Ruang Lingkup**

- 1) Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium.
- 2) Sampel limbah yang digunakan adalah limbah cair pencucian mobil.
- 3) Metode yang digunakan dalam proses adalah metode *batch*.
- 4) Adsorben yang digunakan adalah karbon aktif dari sampah plastik.
- 5) Parameter yang dianalisis adalah TSS dan fosfat.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Cair**

Secara umum pengertian limbah cair (air limbah) adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini yang bersifat kotoran umum (Sugiharto, 2008). Menurut Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya, limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri atau kegiatan lainnya yang dibuang ke lingkungan yang diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan.

#### **2.2 Pencucian Mobil**

The Auto Bridal memiliki 2 bentuk pencucian kendaraan bermotor yaitu The Original Snow Car Wash/ Ice Cream Wash adalah layanan pencucian kendaraan bermotor dengan teknologi baru yaitu “wax 100%” dengan kadar pH 7 balance, yang memungkinkan pencucian dengan tingkat kebersihan optimal di mana dengan snow wax (busa salju) bertahan 3 hari dan ice crem bertahan 7 hari dan Cuci Poles adalah layanan pencucian kendaraan bermotor ditambah dengan poles body satu lapis menggunakan obat wax untuk menghilangkan flak dan noda jamur.

Untuk layanan pencucian kendaraan bermotormeliputi beberapa bagian yaitu:

- ❖ Body luar kendaraan bermotor
- ❖ Bagian bawah kendaraan bermotor
- ❖ Bagian dalam kendaraan bermotor (vacum interior, bersihkan interior)
- ❖ Semir mesin kendaraan bermotor

❖ Semir ban kendaraan bermotor

Proses Pencucian kendaraan bermotor yang dilakukan di Auto Bridal, Jl. Bondowoso, Kota Malang adalah sebagai berikut:

- 1) Parkirkan kendaraan bermotor dengan pas di posisi *hydrolic*, angkat ban serep dan karpet plastic atau karet untuk dibersihkan, dicuci lalu dikeringkan. Lindungi saluran-saluran udara masuk distributor cap dan bagian-bagian elektronik yang mungkin terkena air.
- 2) Angkat kendaraan bermotor dengan *hydrolic* sampai posisi ban di atas dada, lalu bilas seluruh kolong kendaraan bermotor dengan mesin *high pressure* secara merata dan urut dari depan sampai belakang, bersihkan semua kotoran yang ada di dalam kolong kendaraan bermotor semaksimal mungkin. Tahap berikutnya semprotkan snow/ ice cream wash ke seluruh kolong kendaraan bermotor sampai merata, bersihkan keempat ban, kolong ban, semua bagian logam /besi, plastic dengan shampoo snow , lalu bilas dengan air bertekanan tinggi ( $\pm 120$  bar) . Catatan : perhatikan besarnya tekanan untuk kendaraan bermotor tua dan cat ulang—ulang untuk membersihkan velg harus memakai busa dilarang memakai sikat atau membuat gores pada body.
- 3) Turunkan kendaraan bermotor perlahan-lahan , pastikan posisi kendaraan bermotor pas pada posisi semula
- 4) Bilas body pada saat kendaraan bermotor turun perlahan-lahan atau semprotkan air dari atas ke bawah yaitu dari atap, kap mesin lalu body.
- 5) Semprotkan shampoo snow ke seluruh badan kendaraan bermotor secara merata lalu lap dengan spon secara detail dari atas ke bawah.
- 6) Teliti ulang kemudian bilas dengan air bertekanan lembut (menggunakan selang air) secara sistematis, mulai dari bagian bawah samping perlahan-lahan menuju ke atas. Penyemprotan  $\pm 30$  cm dari ban kendaraan bermotor. Berikan perhatian khusus pada bagian grill, belakang bumper, celah-celah dan bagian bawah dek mesin untuk memaksimalkan *finishing*.

- 7) Buka kap mesin, bersihkan bagian mesin lalu bilas (khusus kendaraan bermotor buatan jepang)
- 8) Bersihkan karpet dan cuci ban serep bila dilakukan.
- 9) Selesai dilakukan proses pengerjaan, kendaraan bermotor dibawa ke daerah yang kering.

Untuk pengerjaan Cuci Poles prosesnya sama , didioleskan lagi Radian Wax Polishatau Super Resin Polisa pada permukaan cat, untuk mengkilapkan warna asli cat kendaraan bermotor. Pengerjaan poles dilakukan secara manual (*Standart Operating Procedure Automotive Branded Hauz, 2007*).

### **2.3 Limbah Cair Pencucian Mobil**

Dalam aktivitas pencucian mobil, tentu saja dibutuhkan bahan pembersih berupa cairan pembersih berupa deterjen dan surfaktan lain. Bahan ini dibutuhkan untuk melarutkan kotoran-kotoran yang menempel di permukaan bodi, dan bagian kendaraan lainnya seperti ban, mesin dan rangka bawah, termasuk juga karpet/karet alas di bagian dalam kendaraan bermotor. Oleh karena itu air yang sudah digunakan jelas mengandung bahan kimia pembersih dan kotoran.

Secara fisik ditandai dengan terdapat gelembung busa yang sangat banyak yang menunjukkan keberadaan bahan deterjen atau surfaktan ionik. Akumulasi bahan ini akan menurunkan kualitas air, sehingga berakibat kenaikan nilai parameter BOD, COD dan TSS dalam air. Akibat penurunan kualitas air ini maka dimungkinkan bahwa air tidak bisa digunakan untuk kepentingan manusia. Hal ini tentu saja dapat menimbulkan resiko kesehatan bagi warga yang mengkonsumsi air tersebut (Tahir, 2008 dalam Titaheluw 2011).

#### 2.4 Baku Mutu Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor

Baku Mutu Limbah Cair adalah batas maksimal yang tidak boleh dilampaui dari limbah cair tentang volume limbah per satuan produk atau per satuan bahan baku, kadar zat pencemar. Limbah cair pencucian kendaraan bermotor termasuk dalam kegiatan usaha lainnya, di mana telah ditetapkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No.45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Untuk Pencucian Kendaraan Bermotor sebagai berikut.

**Tabel 2.1.**  
**Baku Mutu Limbah Cair untuk Pencucian Kendaraan Bermotor**

<b>BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR</b>	
Volume Limbah Cair Maximum Per Satuan Produk 1,5 m <sup>3</sup> / Kendaraan Besar 0,5 m <sup>3</sup> / Kendaraan Kecil 0,1 m <sup>3</sup> / Sepeda Motor	
<b>Parameter</b>	<b>Kadar Maximum (mg/l)</b>
BOD <sub>5</sub>	100
COD	250
TSS	100
Minyak dan Lemak	10
MBAS (Detergent)	10
Fosfat (sebagai P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	10
<b>pH</b>	<b>6 – 9</b>

Keterangan :

Kendaraan Besar adalah : Jenis Truk, Bus, Trailer, dsb

Kendaraan Kecil adalah : Jenis Sedan, Mini Bus, Pickup, Jeep, Station Wagon, dsb

Sepeda Motor adalah : Jenis Sepeda Motor dan Skuter

(Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45, 2002)

Parameter-parameter pencemar yang terdapat dalam limbah cair pencucian kendaran bermotor antara lain:

#### 1. Biological Oxygen Demand (BOD)

Merupakan banyaknya kebutuhan oksigen terlarut dalam air limbah. Bila jumlah oksigen dalam air limbah cukup maka pembusukan secara aerobik dari limbah organik akan terus berlangsung sampai semua limbah teroksidasi menjadi zat-zat yang lebih sederhana, antara lain sebagai berikut :

- Oksidasi sebagian limbah menjadi produk akhir untuk mendapatkan energi guna pemeliharaan sel serta pembentukan serat-serat sel baru.
- Pada saat organik dipajai sel-sel yang baru mulai memakan serat selnya sendiri untuk mendapatkan energi guna pemeliharaan sel, proses ini sering disebut pernafasan atau respirasi.

BOD<sub>5</sub> adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram/liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali. Untuk itu semua diperlukan 100 hari pada suhu 20° C. Akan tetapi di laboratorium dipergunakan waktu 5 hari sehingga dikenal dengan BOD<sub>5</sub>.

#### 2. Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)

Pengujian COD digunakan untuk keadaan oksigen dari bahan organik dalam air limbah yang dapat dioksidasi secara kimiawi dengan menggunakan dikroma pada larutan asam. Jika nilai COD tinggi menunjukkan adanya zat-zat pengganggu.

#### 3. TSS (Total Suspended Solid) adalah jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membrane berukuran 0,45 mikron

#### 4. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak adalah salah satu kelompok yang termasuk dalam golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>), Kloroform (CHCl<sub>3</sub>), benzene dan hidrokarbon

lainnya. Minyak dan lemak dapat larut dalam pelarut tersebut karena minyak dan lemak mempunyai polaritas yang sama dengan pelarut tersebut.

5. MBAS (detergent) adalah golongan dari molekul organik yang dipergunakan sebagai pengganti sabun untuk pembersih supaya mendapatkan hasil yang lebih baik. Di dalam air zat ini menimbulkan buih dan selama proses aerasi buih tersebut berada di atas permukaan gelembung udara dan biasanya relatif tetap.
6. Fosfat merupakan senyawa yang tersusun atas unsur P (phosphorus) yang berikatan dengan oksigen. Di alam unsur fosfat tidak terdapat dalam bentuk bebas melainkan dalam bentuk terikat yaitu polifosfat, orthofosfat, fosfat organik dan setiap senyawa fosfat tersebut dalam bentuk terlarut dan tersuspensi, ataupun terikat di dalam sel organisme air
7. pH

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun dari air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar di mana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam (Sugiharto, 1987).

## **2.5 Adsorpsi**

Adsorpsi adalah serangkaian proses yang terdiri atas reaksi-reaksi permukaan zat padat (disebut adsorben) dengan zat pencemar (disebut adsorbat), baik pada fase cair maupun gas. Karena adsorpsi adalah fenomena permukaan, maka kapasitas adsorpsi dari suatu adsorben merupakan fungsi luas permukaan spesifik. Adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi:

### **➤ Adsorpsi Fisik**

Adsorpsi fisik relatif tidak spesifik dan disebabkan oleh gaya van der Waal's atau gaya tarik yang lemah antar molekul. Molekul yang

teradsorpsi bebas bergerak di sekitar permukaan adsorben dan tidak hanya menetap disatu titik.

➤ **Adsorpsi Kimiawi**

Adsorpsi kimiawi merupakan hasil dari gaya yang lebih besar dibandingkan dengan pembentukan senyawa kimia. Secara normal bahan yang teradsorpsi membentuk lapisan diatas permukaan berupa molekul-molekul yang tidak bebas bergerak dari permukaan satu ke permukaan lainnya.

➤ **Adsorpsi Pertukaran**

Adsorpsi pertukaran adalah adsorpsi yang diperankan oleh tarikan listrik antara adsorbat dan permukaan adsorben. Ion dari suatu substansi banyak berperan dalam adsorpsi ini. Ion akan terkonsentrasi di permukaan adsorben sebagai hasil tarikan elektrostatis ke tempat yang bermuatan berlawanan di permukaan (Slamet dan Masduqi, 2000).

➤ **Sistem Aliran dalam Proses Adsorpsi**

Setiap bahan yang dipakai sebagai adsorben harus diuji terlebih dahulu kapasitas adsorpsinya terhadap adsorpsi tertentu. Untuk mendapatkan kapasitas optimum dari suatu bahan adsorben, perlu dilakukan studi laboratorium dengan cara *batch* atau kontinyu dalam suatu kolom adsorpsi.

❖ **Sistem Batch**

Studi adsorpsi menggunakan sistem *batch* dilakukan dalam sejumlah gelas erlenmeyer yang berisi larutan yang mengandung zat tertentu yang akan diadsorpsi pada konsentrasi dan volume tertentu. Pada tiap-tiap tabung dibubuhkan sejumlah adsorben dengan berat yang bervariasi. Selanjutnya larutan dan adsorben dalam tabung tersebut dikocok dalam waktu tertentu (waktu tercapainya kesetimbangan) dan setelah itu konsentrasi larutan dianalisa.

Selisih konsentrasi adsorbat sebelum dan setelah adsorpsi dianggap sebagai konsentrasi adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben. Besarnya adsorbat yang teradsorpsi oleh tiap satuan berat adsorben dapat dihitung dari tiap gelas erlenmeyer (Slamet dan Masduqi, 2000).

#### ❖ **Sistem Kontinyu**

Studi adsorpsi dengan sistem kontinyu dilakukan dalam sebuah kolom adsorpsi skala laboratorium. Percobaan ini dapat dilakukan untuk menentukan:

- Waktu operasi adsorpsi
- Volume air terolah sebelum tercapainya *breathrough*
- Kehilangan tekanan (head loss) melalui kolom
- Bentuk kurva *exhaustion*

Prosedur studi kolom adsorpsi dilakukan sebagai berikut:

- a) Pilih satu atau lebih karbon dengan karakteristik fisik dan kimia yang sesuai.
- b) Lakukan percobaan adsorpsi pendahuluan secara batch untuk menentukan tingkat keterolahan air dengan variasi karbon. Hasil studi ini dapat digunakan sebagai dasar perbandingan kinerja berbagai karbon dan memilih karbon yang paling efektif.
- c) Lakukan uji kolom adsorpsi untuk mendapatkan data yang akan digunakan dalam desain sistem
- d) Lakukan analisis data laboratorium menggunakan model desain yang sesuai (Slamet dan Masduqi, 2000).

## **2.6 Karbon Aktif**

Bahan baku karbon aktif dapat berasal dari bahan nabati atau turunannya dan bahan hewani. Mutu karbon aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa mempunyai daya serap tinggi, karena arang ini berpori-pori dengan diameter yang kecil, sehingga mempunyai internal yang luas. Luas permukaan arang adalah  $2 \times 10^4$  cm<sup>2</sup> per gram, tetapi sesudah pengaktifan dengan bahan kimia mempunyai luas sebesar  $5 \times 10^6$  sampai  $15 \times 10^7$  cm<sup>2</sup> per gram .

Ada 2 tahap utama proses pembuatan karbon aktif yakni proses karbonasi dan proses aktivasi. Proses aktivasi bertujuan untuk meningkatkan volume dan memperbesar diameter pori setelah mengalami proses karbonisasi, dan meningkatkan penyerapan. Pada umumnya karbon aktif dapat di aktivasi dengan 2 (dua) cara, yaitu dengan cara aktivasi kimia dan aktivasi fisika.

1. Aktivasi kimia, arang hasil karbonisasi direndam dalam larutan aktivasi sebelum dipanaskan. Pada proses aktivasi kimia, arang direndam dalam larutan pengaktifasi selama 24 jam lalu ditiriskan dan dipanaskan pada suhu 600 – 9000C selama 1 – 2 jam.
2. Aktivasi fisika, yaitu proses menggunakan gas aktivasi misalnya uap air atau CO<sub>2</sub> yang dialirkan pada arang hasil karbonisasi. Proses ini biasanya berlangsung pada temperatur 800 – 11000°C.  
(<http://www.purewatercare.com>).

## 2.7 Sampah Plastik Jenis *Polyethylene*

Poliethilen adalah polimer dari monomer etilen yang dibuat dengan proses polimerisasi adisi dari gas etilen yang diperoleh dari hasil samping industri minyak dan batubara. Proses polimerisasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu polimerisasi dalam bejana bertekanan tinggi (1000-300 atm) menghasilkan molekul makro dengan banyak percabangan yakni campuran dari rantai lurus dan bercabang. Cara kedua, polimerisasi dengan bejana bertekanan rendah (10-40 atm) menghasilkan molekul makro berantai lurus dan tersusun paralel.

Plastik poliethilen termasuk golongan termoplastik sehingga dapat dibentuk menjadi kantung dengan derajat kerapatan yang baik. Berdasarkan densitasnya, maka plastik poliethilen dibedakan atas :

### ➤ Poliethilen densitas rendah (LDPE= *Low Density Polyethylene*)

LDPE dihasilkan dengan cara polimerisasi pada tekanan tinggi, mudah dikelim dan harganya murah. Dalam perdagangan dikenal dengan nama alathon, dylan dan fortiflex. Kekakuan dan kuat tarik dari LDPE lebih rendah daripada HDPE (modulus Young 20.000-30000 psi, dan kuat tarik 1200-2000 psi), tapi karena LDPE memiliki derajat elongasi yang tinggi

(400-800%) maka plastik ini mempunyai kekuatan terhadap kerusakan dan ketahanan untuk putus yang tinggi. Titik lelehnya berkisar antara 105-115°C. Digunakan untuk film, mangkuk, botol dan wadah/kemasan.

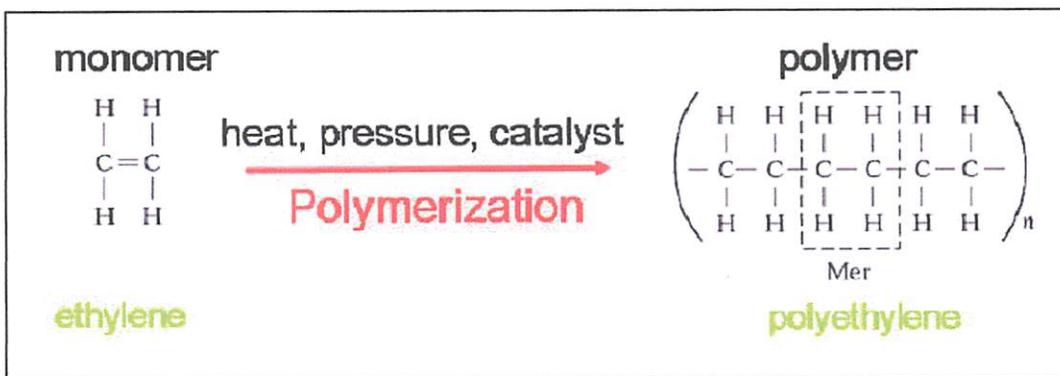
- **Polietilen Densitas Menengah (MDPE = *Medium Density Polyethylene*)**  
MDPE lebih kaku dari LDPE dan titik lelehnya lebih tinggi dari LDPE, yaitu antara 115-125°C, mempunyai densitas 0.927-0.940 g/cm<sup>3</sup>.
- **Polietilen Densitas Tinggi (HDPE = *High Density Polyethylene*)**  
HDPE dihasilkan dengan cara polimerisasi pada tekanan dan suhu yang rendah (10 atm, 50-70°C). HDPE lebih kaku dibanding LDPE dan MDPE, tahan terhadap suhu tinggi sehingga dapat digunakan untuk produk yang akan disterilisasi. Dalam perdagangan dikenal dengan nama alathon, alkahtene, blapol, carag, fi-fax, hostalon.
- ***Linear-low-density polyethylene* (LLDPE)**  
yaitu kopolimer etilen dengan sejumlah kecil butana, heksana atau oktana, sehingga mempunyai cabang pada rantai utama dengan interval (jarak) yang teratur. LLDPE lebih kuat daripada LDPE dan sifat heat sealing-nya juga lebih baik.

Plastik juga merupakan bagian dari molekul hidrokarbon yang penyusun dasarnya adalah karbon dan hidrogen. Plastik juga terdiri dari ikatan kovalen diantaranya: Ikatan tunggal C-C, ikatan ganda C=C, atau ikatan rangkap 3 C≡C. Karbon mempunyai kemampuan untuk berikatan membentuk rantai yang panjang seperti oktane: CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>.

Umumnya susunan molekul dari plastik jenis Polyethylene terdiri dari sekitar 1000 atom karbon didalamnya dan mempunyai jumlah pori yang sangat banyak. Molekul dari plastik sering disebut dengan makro molekul karena ukurannya sangat besar dilihat dari panjang rantai karbonnya. Untuk menyederhanakan struktur kimia dari macro molekul, maka digunakan penyingkatan. Bagian terkecil dari rantai karbon yang panjang disebut dengan mer atau monomer. Sering dituliskan seperti berikut  $-\text{[CH}_2\text{-CH}_2\text{]}_n$  dimana n adalah jumlah atau derajat dari polimerisasi. Polimerisasi berarti penggabungan bersama

monomer. Sekarang ini ada ribuan jenis plastik, tapi pada dasarnya, atom-atom penyusun inti plastik adalah Karbon (C), Hidrogen (H) (Domininghaus. 1993)

Karbon aktif dari plastik jenis *polyethylene* ini merupakan padatan berpori-pori yang sebagian besar porinya masih tertutup (Wardhana dkk, 2009), oleh karena itu diaktivasi dengan cara pemanasan, yaitu dengan suhu 200 °C selama 4 jam didalam oven, hal ini bertujuan untuk membuka pori-pori dari bahan-bahan yang menutupinya.



Gambar 2.1 Proses Pembentukan Polyethylene

(Sumber: Rahmat Saptono, 2008)

## 2.8 Metode Pengolahan Data

### 2.8.1 Statistika Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu fenomena berdasarkan sampel yang diambil. Analisis tersebut dinamakan statistika inferensi. Statistika inferensi sering disebut statistika induktif. Statistika inferensi memerlukan pengetahuan lebih mengenai konsep probabilitas yang biasa dikenal sebagai ilmu peluang. Ilmu peluang tidak lepas

dari statistika karena membantu pengambilan keputusan statistik suatu data (Iriawan dan Astuti, 2006).

### 2.8.2 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi Pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. sebaliknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol) (Iriawan dan Astuti, 2006).

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana  $\rho$  adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

$$p\text{-Value} < \alpha.$$

Untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat, yaitu (Iriawan dan Astuti, 2006) :

1. Koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. Koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. Kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

### 2.8.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

- Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel predictor
- Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel predictor terhadap variabel respon.
- Model regresi berguna untuk memperediksikan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal variabel dependen karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel independent karena peneliti bebas mengendalikannya (Iriawan dan Astuti, 2006).

Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika. Secara umum, bentuk persamaan regresi dinyatakan sebagai berikut :

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k + \epsilon$$

### 2.8.4 Pengantar Desain Eksperimen

Desain eksperimen berperan penting dalam mengembangkan proses dan dapat digunakn untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam proses agar kinerja proses meningkat. Desain eksperimen dapat didefinisikan sebagai suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah-ubah variabel input (faktor) suatu proses sehingga bisa diketahui penyebab perubahan output (respon).

### 2.8.5 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

Desain eksperimen memerlukan tahap-tahap penting yang berguna agar desain mengarah pada hasil yang diinginkan. Berikut adalah langkah-langkah melakukan desain eksperimen (Iriawan dan Astuti, 2006) :

1. Mengenali permasalahan
2. Memilih faktor dan level

3. Menentukan faktor dan level
4. Memilih metode desain eksperimen
5. Melaksanakan eksperimen
6. Analisa Data
7. Membuat suatu keputusan

## 2.9 Analisis of Variance

*Analysis of Variance* atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal. Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal (Iriawan dan Astuti, 2006).

Desain faktorial digunakan apabila eksperimen terdiri atas 2 faktor atau lebih, desain faktorial memungkinkan kita melakukan kombinasi antar level faktor. Kita memerlukan desain faktorial apabila interaksi antarfaktor mempengaruhi respon dan apabila menghilangkan interaksi antarfaktor mungkin mempengaruhi kesimpulan, kemudian kita mengetahui bahwa desain faktorial lebih efisien dibandingkan desain n faktor karena bisa mendeteksi pengaruh perbedaan antarlevel faktor pada saat bersamaan, berbeda dengan desain n faktor pengaruh interaksi tidak bisa dideteksi (Iriawan, 2006).

Dalam Analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = 0$$

(rata-rata sampel tiap perlakuan sama)

$$H_1 = \tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4 \neq \tau_5 \neq 0$$

(ada perlakuan yang rata-ratanya tidak sama)

Sementara dalam pengambilan keputusan akan didasarkan pada nilai probabilitas dan nilai F hitung, yaitu :

Nilai probabilitas,

Jika probabilitas  $\geq 0,05$  ,  $H_0$  diterima

Jika probabilitas  $< 0,05$  ,  $H_0$  ditolak

Nilai F hitung,

F hitung output > F tabel, H0 ditolak

F hitung output < F tabel, H0 diterima

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, ITN Malang.

#### **3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian**

##### **3.2.1 Sampel Limbah**

Sampel limbah yang digunakan adalah limbah cair murni yang berasal dari limbah pencucian mobil *The Auto Bridal* di Jln Bondowoso No.18, Kota Malang.

Proses pencucian mobil di Jalan Bondowoso No. 18 Kota Malang mempunyai saluran yang langsung menuju ke saluran pembuangan akhir. Di bagian pembersihan dan pencucian kendaraan bermotor terdapat saluran menuju pembuangan (Gambar 3.1). Sedangkan titik pengambilan sampel langsung pada saluran pembuangan (Gambar 3.2).

Dibawah ini adalah gambar pada kondisi eksisting saluran pembawa limbah cair pencucian mobil *The Auto Bridal* di Jalan Bondowoso No. 18, Kota Malang.



(Gambar 3.1 Saluran dari Selasar menuju *Outlet*)

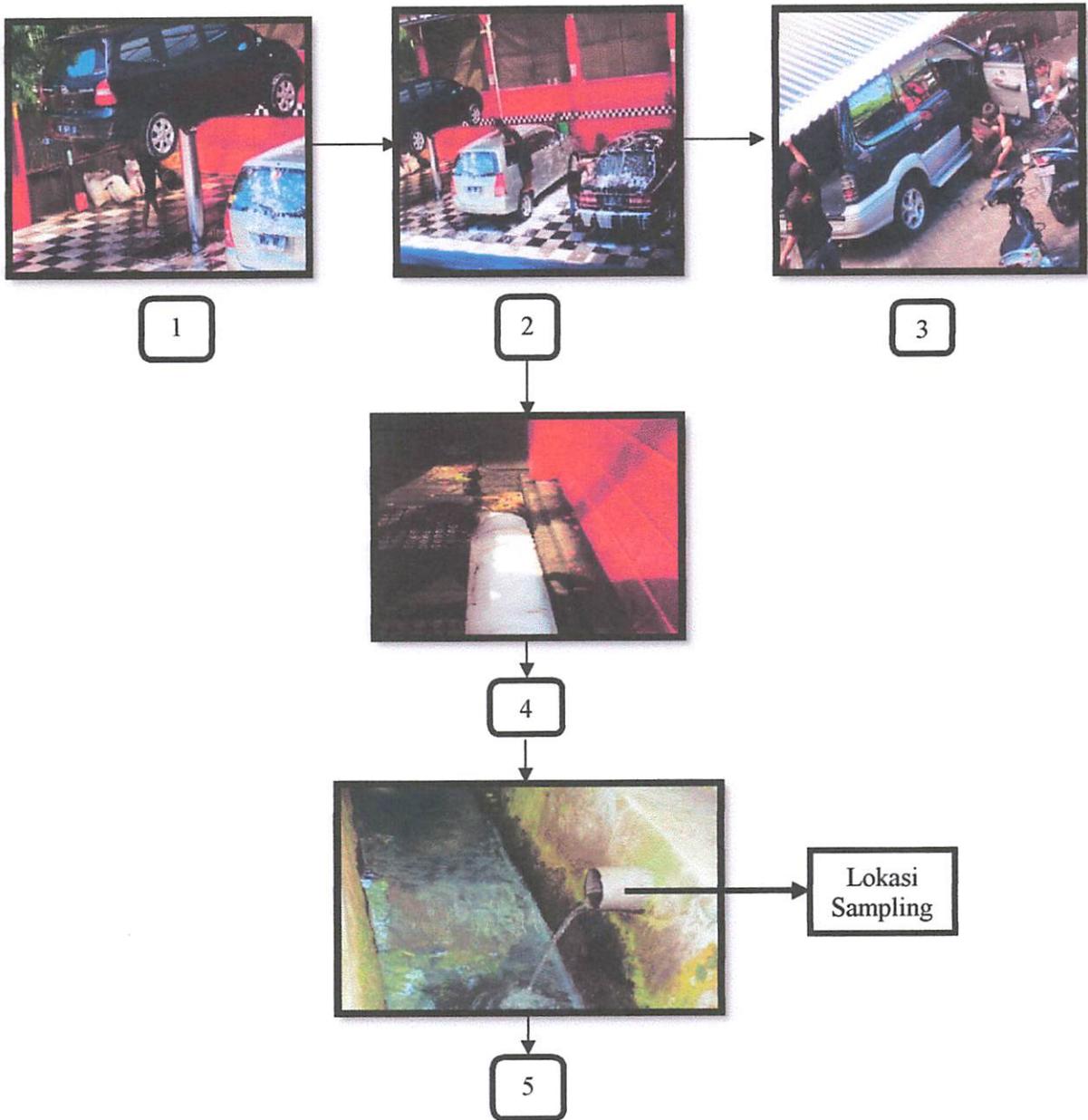


(Gambar 3.2 Outlet Limbah Cair Pencucian Mobil)

(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Proses pencucian mobil dan titik pengambilan sampel dapat dilihat pada denah dibawah ini (Gambar 3.3), dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Proses pembersihan bodi dan rangka bagian bawah mobil.
2. Proses pencucian mobil (menghasilkan limbah cair).
3. Setelah dicuci mobil tersebut dibawa ke tempat yang kering untuk dilanjutkan dengan proses pengkilapan.
4. Kendaraan yang di cuci di selasar (2) akan menghasilkan limbah cair, dan seterusnya dialirkan melalui saluran pembuangan.
5. Limbah cair yang dihasilkan akan menuju pembuangan akhir (*outlet*), dan langsung dibuang diselokan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Pada *outlet* dilakukan *sampling*



(Gambar 3.3 Proses Pencucian Mobil dan Titik Pengambilan Sampel)

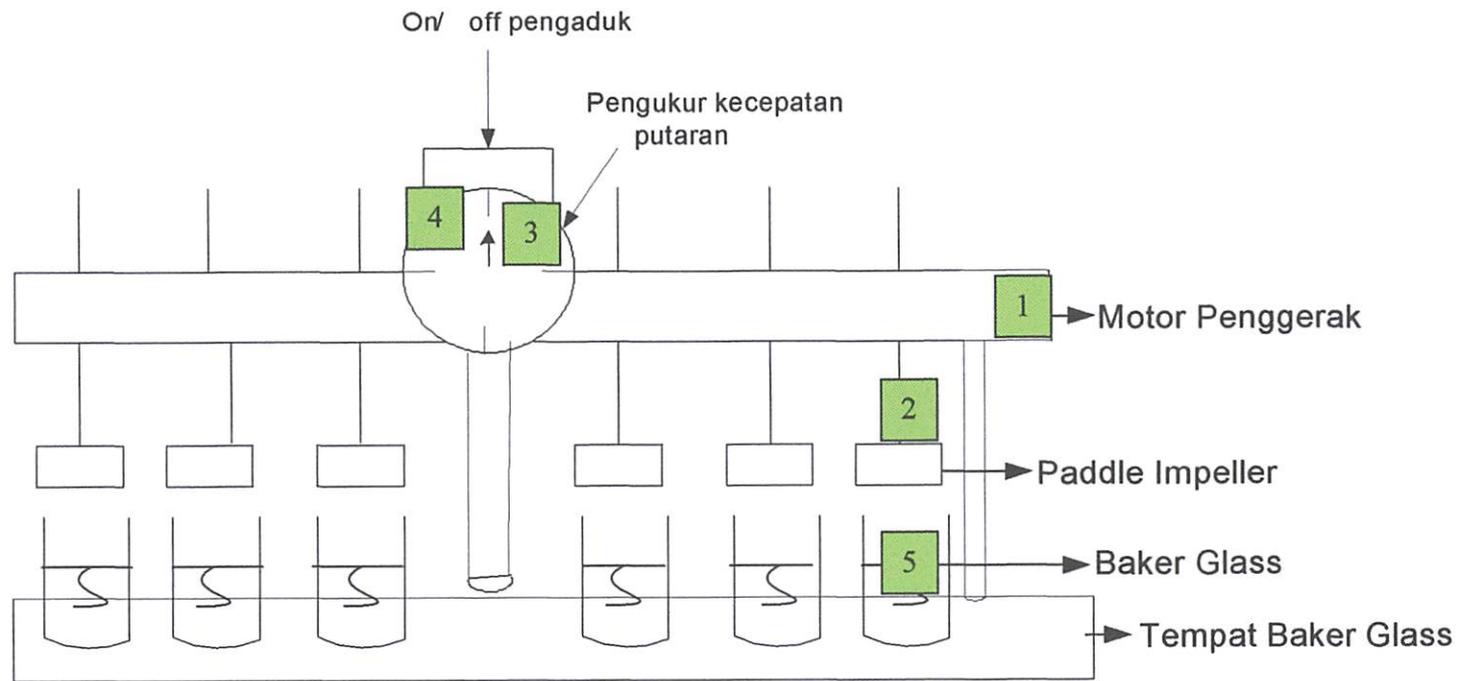
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

### 3.2.2 Peralatan

Pada penelitian ini menggunakan alat pengaduk mekanis berupa *paddle impeller* yang digerakkan oleh motor bertenaga listrik (peralatan jar test), (Gambar 3.4). Dibawah ini merupakan keterangan dari gambar 3.4.

1. Motor Penggerak, (Berfungsi Untuk Menggerakkan *Paddle*).
2. 6 buah *paddle impeller* jenis *two blade*, (Berfungsi Sebagai Pengaduk)
3. Alat pengukur putaran dalam satuan rpm, (sebagai alat pengatur putaran (20-200 rpm))
4. Alat pengukur waktu, (sebagai pengatur waktu pengadukan).
5. *Beaker glass*, (sebagai wadah penampung).

Dibawah ini adalah gambar sketsa proses adsorpsi dengan sistem *batch* dengan motor pengaduk mekanis.



Gambar 3.4  
 (Sketsa Proses Adsorpsi dengan Sistem Batch menggunakan Alat Pengaduk Mekanis)

### 3.3 Pembuatan Karbon Aktif dari Sampah Plastik

Sampah plastik yang akan digunakan untuk membuat karbon aktif, berasal dari jenis *polyethylene*. Cara membuatnya juga terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

1. Persiapan pembuatan karbon aktif yaitu dengan membersihkan plastik dari kotoran yang menempel pada permukaan dengan cara mencuci dengan air.
2. Kemudian plastik dipotong –potong menjadi kecil, hal ini bertujuan untuk memudahkan pengoperasian saat dimasukkan kedalam *muffle furnace* pada proses karbonasi.
3. Plastik yang telah dipotong –potong, dijemur dibawah terik matahari sehingga menjadi kering.
4. Berikutnya adalah proses karbonasi, dimana potongan– potongan plastik tersebut dimasukkan kedalam cawan-cawan porselen, untuk kemudian dipanaskan dalam alat *muffle furnace* pada suhu  $450^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam.
5. Didalam *muffle furnace* tersebut akan terjadi degradasi termal terhadap plastik *polyethylene* dengan suhu tinggi tanpa oksigen
6. Setelah menjadi karbon, selanjutnya karbon tersebut direndam dalam larutan HCl 1 M selama 2 jam, bertujuan untuk menghasilkan adsorben yang bersifat asam, sebab limbah cair pencucian kendaraan bermotor bersifat basa.
7. Selanjutnya diaktivasi dengan cara pemanasan, yaitu dioven dengan suhu  $200^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam (Wardana, Handayani, Rahmawati, 2009)

### 3.4 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini digunakan beberapa variabel, variabel tersebut adalah sebagai berikut:

- Variabel Respon : - TSS  
- Fosfat  
(Parameter penting sesuai Kep. Gubernur Jawa Timur No 45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu

## Limbah Cair Bagi Industri Atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur)

- Variabel Prediktor : - Kecepatan Pengadukan : 150 rpm( Jar Test 20-150 rpm, Masduqi A dan Slamet A, 2000)
  - Waktu Pengadukan: 1 Jam (Waktu Pengadukan, Masduqi dan Slamet, 2000)
  - Waktu Pengendapan : 30 menit
  - Berat Adsorben 3 g; 4 g; 5 g. Berat adsorben pada penelitian Wardhana, Handayani, Rahmawati (2009) menggunakan variasi berat adsorben 1; 2; 3; g didapatkan berat optimum 3 g. Oleh karena itu, dalam penelitian ini mengambil range berat yang lebih besar untuk dapat mengetahui apakah berat 5 g dapat menyisihkan polutan lebih banyak dari pada berat 3 g.

### **3.5 Tahapan Penelitian**

#### **3.5.1 Penelitian Pendahuluan**

Pada awal penelitian dilakukan analisis pendahuluan untuk mengetahui kondisi awal limbah cair yang akan diolah. Parameter yang dianalisis adalah TSS dan fosfat.

#### **3.5.2 Proses Adsorpsi dengan Sistem Batch**

Pada penelitian ini menggunakan peralatan jar test sebagai alat bantu dalam proses adsorpsi di mana salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah kecepatan pengadukan (Suhartono, dkk,2011). Selain itu, bahan pada permukaan padatan bersifat jenuh, maka diusahakan untuk membawa cairan tidak jenuh secara terus-menerus ke permukaan padatan dengan memberikan gerakan pada cairan (Cheremisinoff, Ellerbusch, F. 1980, dalam Soemargono, 2008). Pada proses ini bertujuan untuk menentukan hasil penyisihan bahan pencemar dengan adsorpsi karbon aktif dari sampah plastik.

Langkah – langkah kerja proses adsorpsi dengan sistem *batch* adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan sampel limbah cair pencucian kendaraan bermotor.
2. Menyiapkan karbon aktif sampah plastik yang telah diaktivasi sebanyak 3, 4, 5 gram.
3. Memasukkan masing – masing 250 ml sampel limbah cair kedalam 3 buah *beaker glass* kemudian menambahkan adsorben.
4. Melakukan pengadukan dengan menggunakan alat pengaduk mekanis (kecepatan putaran 150 rpm) selama 60 menit.
5. Mengendapkan sampel selama 30 menit.
6. Menganalisa parameter TSS, fosfat.

### **3.6 Analisis Parameter Uji**

#### **3.6.1 Analisis TSS**

Metode yang digunakan dalam menganalisis TSS adalah metode gravimetri. Prinsip metode gravimetri adalah bila zat padat dalam sampel dipisahkan dengan menggunakan filter kertas atau filter-fiber glass (serabut kaca) dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$ . Maka berat residu sesudah pengeringan adalah zat padat tersuspensi (TSS) (Alaerts dan Santika, 1984).

#### **3.6.2 Analisis Fosfat**

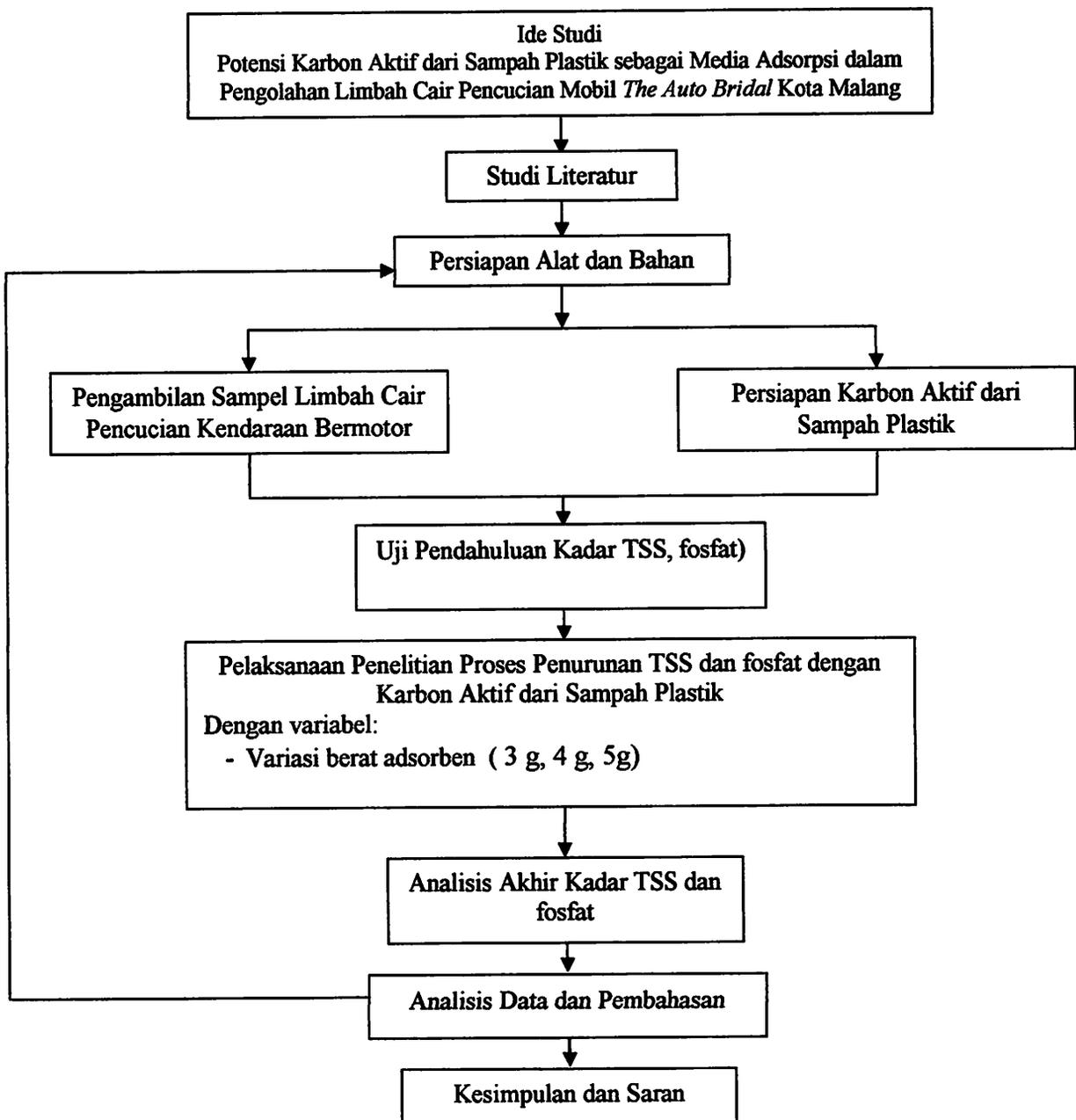
Keberadaan senyawa fosfat dalam air sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Bila kadar fosfat dalam air rendah, seperti pada air alam ( $< 0,01$  mg P/L), pertumbuhan tanaman ganggang akan terhalang. Keadaan ini disebut oligotrop. Sebaliknya bila kadar fosfat dalam air tinggi, pertumbuhan tanaman ganggang tidak terbatas lagi (keadaan eutrop), sehingga dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut air. Batas optimum fosfat untuk pertumbuhan plankton adalah  $0,27 - 5,51$  mg/liter (Alaerts dan Santika 1984).

### **3.7 Analisis Data**

Data yang digunakan adalah dengan replikasi  $n = 3$ . Untuk mengetahui hubungan antara variabel respon (TSS dan fosfat) dan variabel prediktor (Kecepatan Pengadukan 150 rpm, Waktu Pengadukan 1 jam, Waktu Pengendapan 30 menit dan Berat Adsorben 3 g, 4 g, 5 g) digunakan uji korelasi pearson. Data-data interval yang diperoleh, diolah dengan analisis of varians (ANOVA) untuk menguji apakah terdapat perbedaan rata-rata hitung yang signifikan antara persentase penurunan TSS dan fosfat pada perlakuan variasi berat adsorben. Setelah diketahui terdapat hubungan yang signifikan antar variabel yang bersangkutan (perlakuan variabel respon terhadap variabel prediktor) diperlukan uji analisis regresi untuk mengetahui ketepatan dan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data.

### 3.8 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian skripsi Penurunan Kandungan TSS dan fosfat menggunakan Karbon Aktif Sampah Plastik dengan Sistem *Batch* adalah :



Gambar 3.5 Kerangka Penelitian

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Limbah Cair Pencucian Mobil

Sampel limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah yang berasal dari *The Auto Biridal* yang terletak di Jl. Bondowoso Kota Malang. Selanjutnya dianalisis untuk mengetahui karakteristik awal dari limbah, yang bertujuan untuk mengetahui kualitas limbah cair tersebut serta sebagai tolak ukur dalam proses pengolahan limbah selanjutnya. Berdasarkan analisa laboratorium diperoleh karakteristik air limbah pencucian mobil sbb:

**Tabel 4.1 Karakteristik Limbah Cair Pencucian Mobil The Auto Bridal Kota Malang**

<b>Paremeter</b>	<b>Hasil</b>	<b>Baku Mutu Limbah Cair, berdasarkan SK Gubernur Jawa Timur No 45. Tahun 2002</b>
pH	8.83	6-9
TSS	213.33 mg/l	100 mg/l
Fosfat	15.14 mg/l	10 mg/l

(Sumber: Hasil Penelitian, 2012)

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan karakteristik limbah cair pencucian mobil belum memenuhi standar baku mutu yang diperbolehkan untuk parameter TSS dan fosfat. Untuk itu perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan sehingga tidak mencemari lingkungan dan sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan.

## 4.2 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan peralatan jart test sebagai alat bantu dalam proses adsorpsi di mana salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah kecepatan pengadukan (Suhartono, dkk,2011). Dengan varaiasi berat karbon aktif 3 gr, 4 gr, dan 5 gr.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka data TSS dan fosfat setelah pengolahan dengan adsorpsi karbon aktif dari sampah plastik dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3 sbb:

**Tabel 4.2 Hasil Akhir Konsentrasi TSS (mg/l)**

Berat Karbon Aktif (gr)	Konsentrasi awal TSS (mg/l)	Konsentrasi akhir TSS (mg/l)
3	213.33	120
4	213.33	83.33
5	213.33	56.67

(Sumber: Hasil Penelitian, 2012)

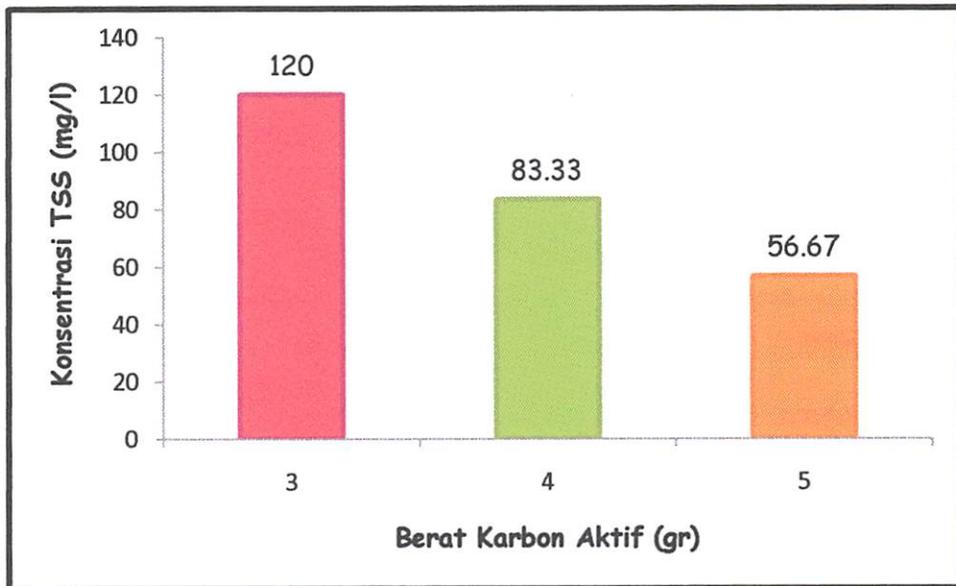
**Tabel 4.3 Hasil Akhir Konsentrasi Fosfat (mg/l)**

Berat Karbon Aktif (gr)	Konsentrasi awal Fosfat (mg/l)	Konsentrasi akhir Fosfat (mg/l)
3	15.14	11.44
4	15.14	6.06
5	15.14	2.41

(Sumber: Hasil Penelitian, 2012)

## 4.3 Analisis Akhir Konsentrasi TSS

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada ketiga variasi berat adsorben yaitu 3 gr, 4 gr, dan 5 gr ternyata mempunyai kemampuan menurunkan TSS dan tingkat penyisihan yang bervariasi. Nilai akhir TSS pada tabel 4.2 diplotkan pada gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)

Berdasarkan data hasil akhir konsentrasi TSS pada tabel 4.2 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa, nilai konsentrasi akhir TSS pada masing-masing berat adsorben berbeda-beda. Penyisihan konsentrasi TSS terendah terjadi pada berat karbon aktif sebanyak 5 gr yaitu 56,67 mg/l, sedangkan nilai konsentrasi TSS terbesar terjadi pada berat karbon aktif sebanyak 3 gr yaitu 120 mg/l.

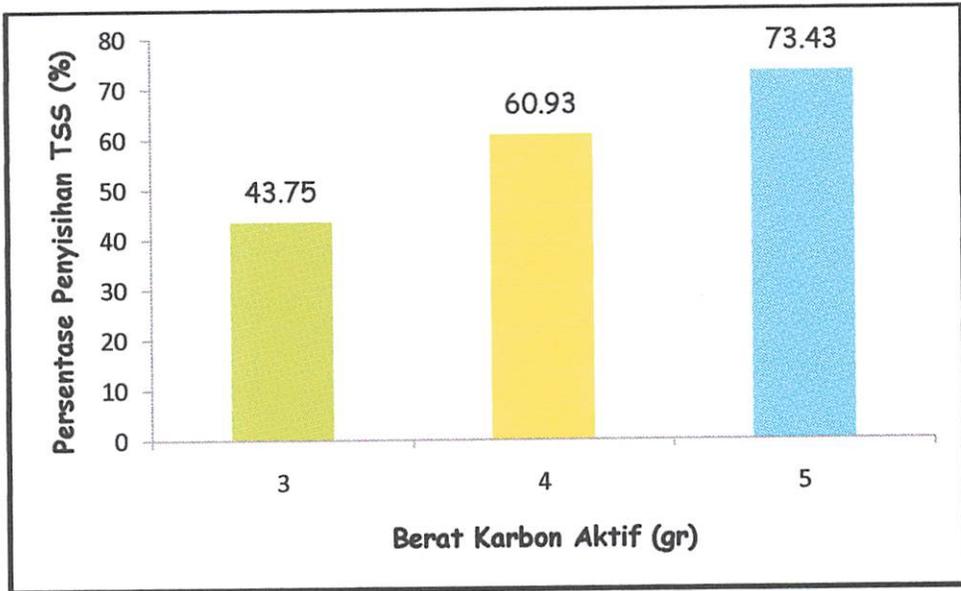
Berdasarkan data hasil akhir konsentrasi TSS pada tabel 4.2 maka dapat dicari besar persentase penyisihannya pada tiap-tiap berat adsorben. Untuk mengetahui persentase penyisihan konsentrasi TSS pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.4

**Tabel 4.4 Persentase Penyisihan TSS (%)**

Berat Karbon Aktif	% Penyisihan
3	43.75
4	60.93
5	73.43



Gambar 4.2 Grafik Persentase Penyisihan TSS (%)

Berdasarkan data persentase penyisihan TSS pada tabel 4.4 dan gambar 4.2 menunjukkan bahwa, nilai persentase penyisihan TSS pada masing-masing berat adsorben berbeda-beda. Persentase penyisihan TSS terendah terjadi pada berat karbon aktif sebanyak 3 gr yaitu 43,75%, sedangkan nilai persentase penyisihan TSS tertinggi terjadi pada berat karbon aktif sebanyak 5 gr yaitu 73,43%.

#### 4.3.1 Analisis Korelasi % Penyisihan TSS

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variable yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Dalam analisis korelasi terdapat :

##### Hipotesis

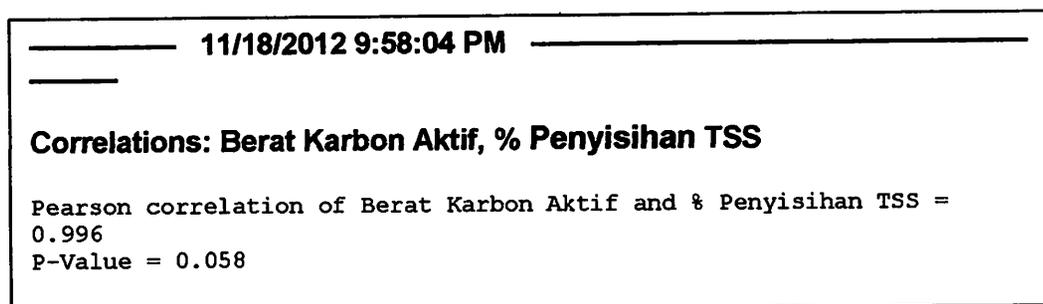
- $H_0$  : Tidak ada korelasi antara dua variabel yakni berat karbon aktif (gr) dan persentase penyisihan TSS (%)
- $H_1$  : Ada korelasi antara dua variabel yakni berat karbon aktif (gr) dan persentase penyisihan TSS (%)

##### Pengambilan Keputusan

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

Untuk mengetahui kuat lemahnya korelasi :

Apabila nilai korelasi semakin mendekati 1 atau (-1), berarti hubungan antara 2 variabel semakin erat (Iriawan dan Astuti, 2006).



(Gambar 4.3 Hubungan Korelasi antara Berat Karbon Aktif terhadap % Penyisihan Konsentrasi TSS)

### Keputusan

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.2. menunjukkan bahwa :

- Korelasi antara persen penyisihan TSS dengan variasi berat karbon aktif adalah 0.996. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena nilai korelasinya mendekati 1. Nilai korelasi positif menunjukkan bahwa apabila variabel berat karbon aktif yang digunakan semakin banyak maka persentase penyisihan TSS akan semakin besar. Tingkat signifikan persentase penyisihan TSS dan variasi berat karbon aktif ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya  $0.058 > 0,05$  maka korelasinya tidak signifikan.

### **4.3.2 Analisis Regresi % Penyisihan TSS**

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel prediktor dan variable respon digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan / korelasi data. Pada analisis regresi terdapat uji kelinieran dan uji t, dalam uji t terdapat :

### Hipotesis

- $H_0$  : Koefisien regresi tidak signifikan.
- $H_1$  : Koefisien regresi signifikan.

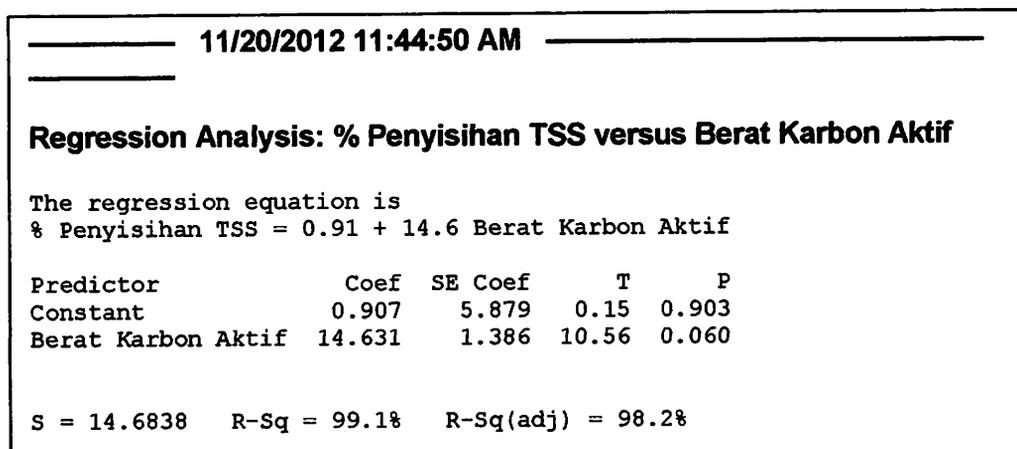
### Pengambilan Keputusan

Untuk nilai t, berdasarkan pada perbandingan t hitung dengan tabel t tabel

- Jika t hitung > t tabel,  $H_0$  ditolak.
- Jika t hitung < t tabel,  $H_0$  diterima.

### Untuk Nilai Probabilitas

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



(Gambar 4.4 Hubungan Regresi antara Berat Karbon Aktif terhadap % Penyisihan konsentrasi TSS)

- Keterangan :
- S = Standar deviasi model.
  - R-Sq ( $R^2$ ) = Koefisien determinasi.
  - R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
  - T = Nilai statistik.
  - P = Nilai probabilitas
  - DF = Derajat bebas
  - SS = Variasi residual
  - MS = Mean Square
  - F = Nilai statistik Uji
  - P = Nilai probabilitas

Pada gambar 4.4 dapat diketahui :

1. Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 0.91 + 14.6 X$$

Dimana :

Y = % Penyisihan TSS

X<sub>1</sub> = Berat Karbon Aktif

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel berat karbon aktif bertanda positif. Jika melihat tanda pada koefisien korelasi berat karbon aktif dengan persentase penyisihan TSS dalam output korelasi, menunjukkan bahwa koefisien korelasi antara berat karbon aktif dengan persentase penyisihan TSS bertanda positif.

2. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi ( R Square =  $r^2$  ) sebesar 99,1%. Hal ini berarti 99,1%, persentase penyisihan TSS dapat dijelaskan oleh variasi berat karbon aktif. Sedangkan sisanya 9% dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain yang tidak masuk ke dalam model.
3. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas.

#### Keputusan

- ❖ Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel

Jika statistik t hitung < t tabel (0,25, 1), maka H<sub>0</sub> diterima dan H<sub>1</sub> ditolak.

Jika statistik t hitung > t tabel (0,25, 1), maka H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima.

Berdasarkan gambar 4.4 statistik t hitung untuk variasi berat karbon aktif adalah 10,56 sedangkan t tabel 12,706. Untuk variasi berat karbon aktif t hitung < t tabel maka H<sub>0</sub> diterima dan H<sub>1</sub> ditolak yang berarti koefisien regresi tidak signifikan.

- ❖ Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom P (gambar 4.4) adalah 0,060 untuk variasi berat karbon aktif. Nilai probabilitas untuk variasi berat karbon aktif berada di atas 0,05 yang berarti koefisien regresi tidak signifikan.

### 4.3.3 Analisis ANOVA % Penyisihan TSS

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berat karbon aktif terhadap persentase penyisihan TSS.

Dalam analisisn ANOVA terdapat hipotesis yaitu:

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6$  (identik)
- $H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5 \neq 6$  (tidak identik)

Sementara dalam pengambilan keputusan akan didasarkan pada nilai probabilitas dan nilai F hitung yaitu:

- a) Nilai Probabilitas
  - Jika probabilitas  $> 0,05$ ,  $H_0$  diterima
  - Jika probabilitas  $< 0,05$ ,  $H_0$  ditolak
- b) Nilai F Hitung
  - F hitung  $> F$  tabel,  $H_0$  ditolak
  - F hitung  $< F$  tabel,  $H_0$  diterima

Hasil analisis untuk persentase penyisihan TSS terhadap berat karbon aktif dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Berat Karbon Aktif					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	4599	4599	41.22	0.003
Error	4	446	112		
Total	5	5046			

S = 10.56    R-Sq = 91.15%    R-Sq(adj) = 88.94%

(Gambar 4.5 Hasil Uji ANOVA Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS terhadap Berat Karbon Aktif)

Keterangan:

- |    |                    |   |                       |
|----|--------------------|---|-----------------------|
| DF | = Derajat Bebas    | F | = Nilai Statistik Uji |
| SS | = Variasi Residual | P | = Nilai Probabilitas  |
| MS | = Mean Square      |   |                       |

## Keputusan

### 1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan Gambar 4.6, nilai probabilitas (P) sebesar 0,003. Karena nilai probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak. Artinya persentase penyisihan TSS memang tidak identik.

### 2. Nilai F

Berdasarkan gambar 4.6, nilai F hitung adalah 41,22. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 19,00. Karena nilai F hitung  $>$  dari F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_1$ ). Artinya persentase penyisihan TSS memang tidak identik.

#### **4.3.4 Pembahasan Penyisihan TSS (*Total Suspended Solid*)**

Hasil penelitian didapatkan persentase penyisihan TSS terbesar pada proses adsorpsi dengan berat adsorben 5 gr, yaitu 73,43%, sedangkan persentase penyisihan TSS terendah terdapat pada penggunaan berat adsorben 3 gr sebesar 43,75%.

Proses adsorpsi atau penyerapan, sangat dipengaruhi oleh ukuran pori adsorben, sehingga untuk meningkatkan penyisihan kandungan TSS, dibutuhkan ukuran pori adsorben yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran partikel koloid dalam air limbah (Arneli dan Hanani, 2006). Pada umumnya partikel koloid yang terdapat didalam air baku dan air permukaan berukuran 0,001 mikron ( $10^{-6}$  mm) sampai 1 mikron ( $10^{-3}$  mm) (Asmadi dkk, 2011), dan partikel koloid dalam air limbah berukuran 0,1 mm sampai dengan 0,001 mm (Ginting, 2008) dimana ukuran koloid pada air limbah lebih kecil dari ukuran pori adsorben yang digunakan yaitu 230 mesh (0,11 mm). Partikel koloid yang terkandung dalam air limbah pencucian mobil pada umumnya bermuatan listrik negatif karena kandungan deterjen yang tinggi, yang mengakibatkan limbah cair pencucian mobil menjadi basa (OH).

Pada penelitian ini menggunakan karbon aktif dari sampah plastik jenis *polyethylene*. Penggunaan karbon aktif ini berfungsi mengikat TSS yang tidak bisa mengendap secara alami karena adanya stabilitas suspensi koloid. Karbon aktif dari sampah plastik jenis *polyethylene* ini bermuatan positif yang bersumber dari polimer yang terdapat dalam plastik. Polimer ini juga memiliki banyak tempat aktif sepanjang rantainya ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ), dimana partikel koloid yang terdapat dalam air buangan dapat berinteraksi dan teradsorpsi (Farooq dan Velioglu, 1989).

Karbon aktif dari sampah plastik jenis *polyethylene* ini merupakan padatan berpori-pori (Wardhana dkk, 2009). Pori-pori karbon yang terbuka akan menyerap partikel koloid yang diameternya lebih kecil ukuran adsorben, sedangkan partikel koloid yang ukurannya lebih besar dari adsorben akan lolos dan mengendap (Funan, 2012).

Penelitian ini menggunakan berat karbon aktif yang bervariasi yaitu 3 gr, 4 gr, dan 5 gr. Hasil penelitian menunjukkan persentase penyisihan TSS optimum terjadi pada penggunaan berat karbon aktif 5 gr. Pada proses tersebut diperoleh efisiensi sebesar 73, 43%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar berat karbon aktif maka semakin besar pula persentase penyisihan TSS. Hasil analisis ini sejalan dengan penelitian (Cheremisinoff, Ellerbusch, F., 1980) menggunakan karbon aktif berbentuk bubuk, yang menyatakan semakin berat adsorben yang digunakan untuk mengadsorpsi, maka semakin baik pula daya adsorpsinya. Kondisi ini disebabkan karena semakin banyaknya jumlah butiran yang ditambahkan akan menambah jumlah pori penyerap, sehingga pori-pori tersebut akan menyerap partikel koloid, maka partikel koloid banyak berkurang pada karbon aktif plastik dengan berat 5 gr.

Hal ini didukung juga oleh analisis statistik, dimana korelasi antara persentase penyisihan TSS dan konsentrasi berat karbon aktif sangat kuat. Nilai positif pada *pearson correlation* menunjukkan hubungan yang searah yaitu 0,996 yang menunjukkan bahwa variasi berat karbon aktif mempengaruhi persentase penyisihan TSS. Hal tersebut juga didukung oleh koefisien regresi untuk berat karbon aktif sebesar 14,631. Artinya setiap penambahan berat karbon aktif 1 gr

akan meningkatkan persentase penyisihan TSS sebesar 14,631%, dengan demikian adanya penambahan berat karbon aktif maka persentase penyisihan TSS semakin besar.

Hal ini juga didukung dengan analisis regresi, didapatkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 99,1%. Koefisien tersebut menunjukkan hubungan yang kuat, pengaruh berat karbon aktif (variabel prediktor) terhadap persentase penyisihan TSS (variabel respon) dimana besarnya persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh berat karbon aktif. Sedangkan sisanya sebesar 0,9% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti pH, waktu pengendapan, dan konsentrasi kation dan anion yang terkandung dalam limbah pencucian mobil.

Hasil penelitian ini juga menggunakan alat pengaduk otomatis (jart test) sebagai alat bantu dalam proses adsorpsi, mampu menyisihkan konsentrasi TSS sebesar 73,43%. Hasil analisis ini juga semakin diperkuat oleh Suhartono, dkk 2011 yang menyatakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah kecepatan pengadukan. Selain itu, diperkuat juga oleh (Cheremisinoff, Ellerbusch, F. 1980) yang menyatakan bahan pada permukaan padatan bersifat jenuh, maka diusahakan untuk membawa cairan tidak jenuh secara terus-menerus ke permukaan padatan dengan memberikan gerakan pada cairan.

Kecepatan putaran untuk adsorpsi pada penelitian ini adalah 150 rpm dimana oleh (Slamet dan Masduqi, 2000) ditetapkan kecepatan putaran untuk *padlle impeller* adalah 20-150 rpm.

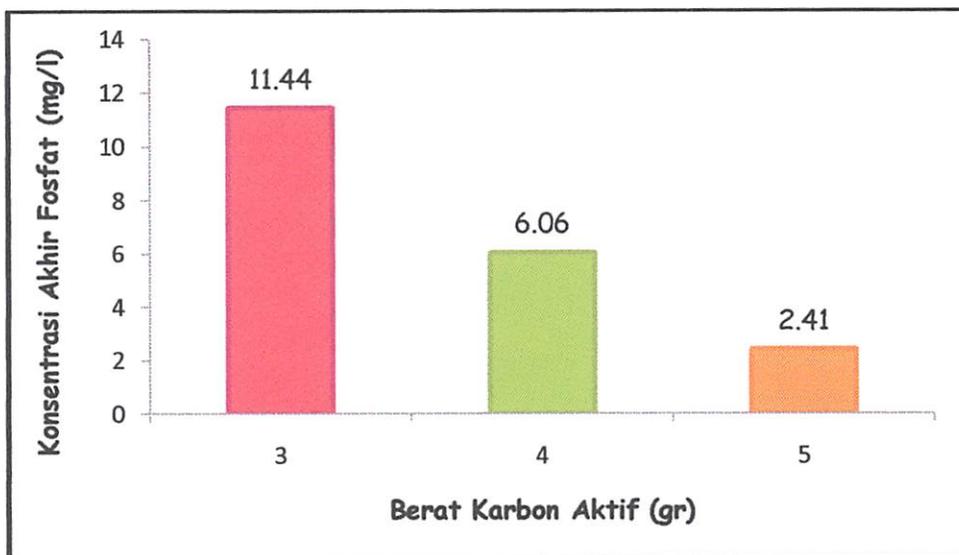
Pengadukan biasanya berlangsung secara turbulen berfungsi untuk menggerakkan bahan (cair, cair/padat, cair/cair, cair/gas, cair/padat/gas) dan untuk menghindari terbentuknya endapan. Pencampuran atau pengadukan akan semakin buruk, jika semakin banyak bahan yang bergerak dalam arah tangensial saja yaitu bahan berputar-putar bersama dengan pengaduk sehingga permukaan cairan membentuk kerucut (vortex) disekeliling sumbu pengaduk, akibat dari vortex itu sendiri akan menyebabkan adsorben dan partikel koloid tidak dapat bersatu, dalam hal ini proses penyerapan antara karbon aktif dan partikel koloid tidak akan terjadi dan membentuk inti flok, (Cheremisinoff, Ellerbusch, F., 1980).

Adapun efisiensi TSS dalam proses adsorpsi yang dipengaruhi oleh lamanya waktu pengadukan, dimana waktu pengadukan yang digunakan adalah 1 jam. Waktu pengadukan yang lama menyebabkan waktu kontak antara partikel koloid dan adsorben yang lama pula, sehingga adsorben dapat menyerap partikel koloid yang banyak (Funan, 2012).

Penyisihan TSS juga dipengaruhi oleh ukuran diameter adsorben, dimana semakin kecil ukuran diameter adsorben menyebabkan persentase penyisihan TSS pada air limbah semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran butirnya, akan menambah jumlah pori penyerap sehingga partikel koloid yang terserap semakin besar. Hal ini juga sejalan oleh penelitian (Cheremisinoff, Ellerbusch, F., 1980) yang menyatakan bahwa semakin kecil ukuran diameter karbon aktif berarti luas permukaan kontak antara karbon aktif dengan partikel koloid akan semakin besar.

#### 4.4 Analisis Akhir Konsentrasi Fosfat

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa pada ketiga variasi berat adsorben yaitu 3 gr, 4 gr, dan 5 gr ternyata mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi fosfat dan tingkat penyisihan yang bervariasi. Nilai konsentrasi akhir fosfat (mg/l) pada tabel 4.3 diplotkan pada gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi Akhir Fosfat (mg/l)

Berdasarkan data hasil akhir konsentrasi fosfat pada tabel 4.3 dan gambar 4.5 menunjukkan bahwa, nilai konsentrasi akhir Fosfat (mg/l) pada masing-masing berat adsorben berbeda-beda. Konsentrasi penyisihan fosfat terendah terjadi pada berat karbon aktif sebanyak 5 gr yaitu 2,41 mg/l, sedangkan nilai konsentrasi fosfat tertinggi terjadi pada berat karbon aktif sebanyak 3 gr yaitu 11,44 mg/l.

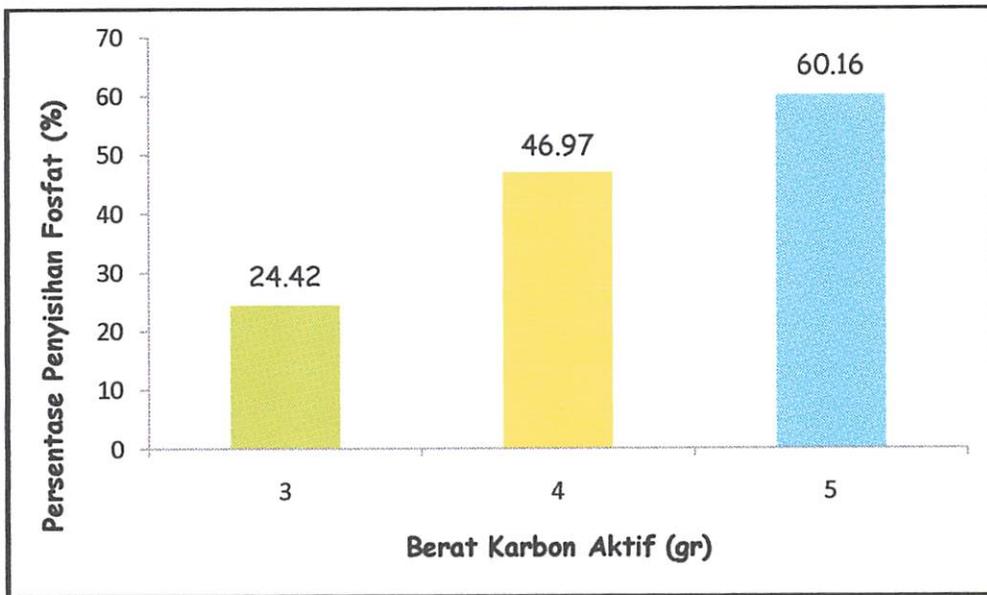
Berdasarkan data hasil akhir konsentrasi fosfat pada tabel 4.3 maka dapat dicari besar persentase penyisihannya pada tiap-tiap berat adsorben. Untuk mengetahui persentase penyisihan konsentrasi fosfat pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.5

**Tabel 4.5 Persentase Penyisihan Fosfat (%)**

Berat Karbon Aktif	% Penyisihan
3	24.42
4	46.97
5	60.16



Gambar 4.7 Grafik Persentase Penyisihan Fosfat (%)

Berdasarkan data persentase penyisihan fosfat (%) pada tabel 4.5 dan gambar 4.7 menunjukkan bahwa, nilai persentase penyisihan fosfat (%) pada masing-masing berat adsorben berbeda-beda. Persentase penyisihan fosfat (%) terendah terjadi pada berat karbon aktif sebanyak 3 gr yaitu 24,42%, sedangkan nilai persentase penyisihan fosfat tertinggi terjadi pada berat karbon aktif sebanyak 5 gr yaitu 60,16%.

#### 4.4.1 Analisis Korelasi % Penyisihan Fosfat

Ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variable yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Dalam analisis korelasi terdapat :

##### Hipotesis

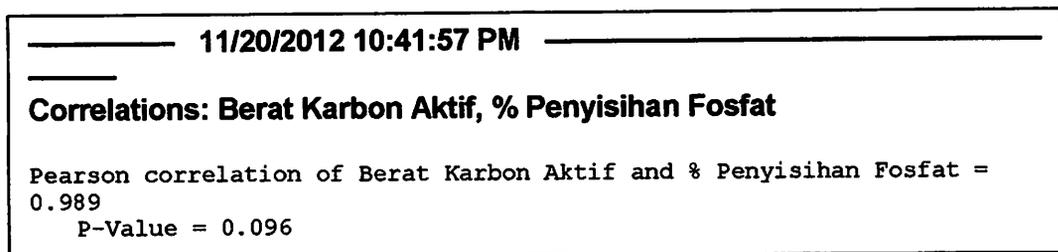
- $H_0$  : Tidak ada korelasi antara dua variabel yakni berat karbon aktif (gr) dan persentase penyisihan fosfat (%)
- $H_1$  : Ada korelasi antara dua variabel yakni berat karbon aktif (gr) dan persentase penyisihan fosfat (%)

### Pengambilan Keputusan

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

### Untuk mengetahui kuat lemahnya korelasi :

Apabila nilai korelasi semakin mendekati 1 atau (-1), berarti hubungan antara 2 variabel semakin erat (Iriawan dan Astuti, 2006).



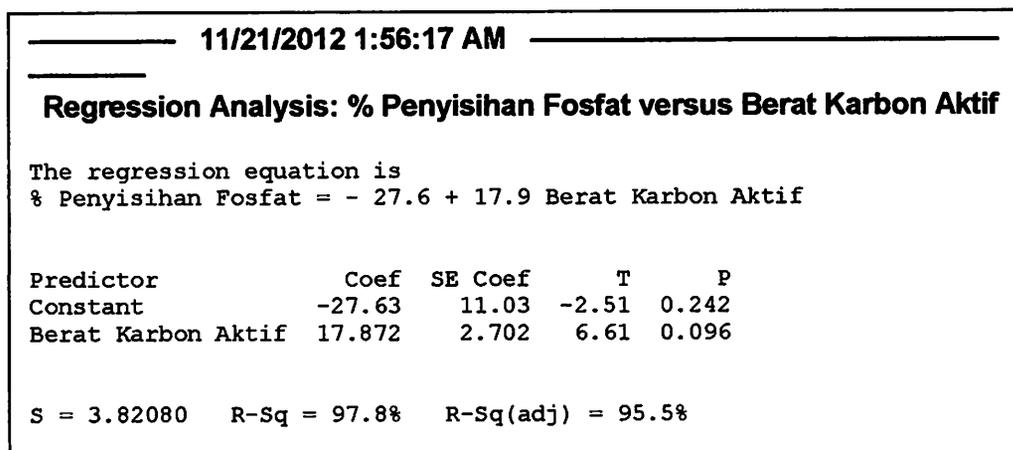
(Gambar 4.8 Hubungan Korelasi antara Berat Karbon Aktif terhadap % Penyisihan Konsentrasi Fosfat)

### Keputusan

Berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.8 menunjukkan bahwa :

- Korelasi antara persen penyisihan fosfat dengan variasi berat karbon aktif adalah 0.096. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena nilai korelasinya mendekati 1. Nilai korelasi positif menunjukkan bahwa apabila variabel berat karbon aktif yang digunakan semakin banyak maka persentase penyisihan fosfat akan semakin besar. Tingkat signifikan persentase penyisihan fosfat dan variasi berat karbon aktif ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya  $0.096 > 0,05$  maka korelasinya tidak ada korelasi antara dua variabel atau tidak signifikan.

#### 4.4.2 Analisis Regresi % Penyisihan Fosfat



(Gambar 4.9 Hubungan Regresi antara Berat Karbon Aktif terhadap % Penyisihan Konsentrasi Fosfat)

- Keterangan :
- S = Standar deviasi model.
  - R-Sq ( $R^2$ ) = Koefisien determinasi.
  - R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
  - T = Nilai statistik.
  - P = Nilai probabilitas
  - DF = Derajat bebas
  - SS = Variasi residual
  - MS = Mean Square
  - F = Nilai statistik Uji
  - P = Nilai probabilitas

Pada tabel 4.10 dapat diketahui :

1. Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = - 27,63 + 17,9 X$$

Dimana :

Y = % Penyisihan Fosfat

$X_1$  = Berat Karbon Aktif

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel berat karbon aktif bertanda negatif. Jika melihat tanda pada koefisien korelasi berat karbon aktif dengan persentase penyisihan fosfat dalam output korelasi, menunjukkan bahwa koefisien korelasi antara berat karbon aktif dengan persentase penyisihan fosfat bertanda positif.

2. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (  $R^2$  ) sebesar 97,8%. Hal ini berarti 97,8%, persentase penyisihan fosfat dapat dijelaskan oleh variasi berat karbon aktif. Sedangkan sisanya 2.2% dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain yang tidak masuk ke dalam model.
3. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas.

#### Keputusan

- ❖ Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel  
Jika statistik t hitung  $<$  t tabel, maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Jika statistik t hitung  $>$  t tabel, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Berdasarkan gambar 4.9 statistik t hitung untuk variasi berat karbon aktif 6,61 sedangkan t tabel 12,706. Untuk variasi berat karbon aktif t hitung  $<$  t tabel maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak yang berarti koefisien regresi tidak signifikan.
- ❖ Berdasarkan probabilitas  
Terlihat bahwa pada kolom P (gambar 4.5) adalah 0,096 untuk variasi berat karbon aktif. Nilai probabilitas untuk variasi berat karbon aktif berada di atas 0,025 yang berarti  $H_0$  diterima atau koefisien regresi tidak signifikan.

#### **4.4.3 Analisis ANOVA % Penyisihan Fosfat**

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berat karbon aktif terhadap persentase penyisihan fosfat.

Dalam analisisn ANOVA terdapat hipotesis yaitu:

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6$  (identik)
- $H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5 \neq 6$  (tidak identik)

Sementara dalam pengambilan keputusan akan didasarkan pada nilai probabilitas dan nilai F hitung yaitu:

- c) Nilai Probabilitas
  - Jika probabilitas  $>$  0,05,  $H_0$  diterima
  - Jika probabilitas  $<$  0,05,  $H_0$  ditolak

d) Nilai F Hitung

- F hitung > F tabel,  $H_0$  ditolak
- F hitung < F tabel,  $H_0$  diterima

Hasil analisis untuk persentase penyisihan fosfat terhadap berat karbon aktif dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

One-way ANOVA: % Penyisihan Fosfat, Berat Karbon Aktif					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	2383	2383	14.54	0.019
Error	4	655	164		
Total	5	3038			

S = 12.80    R-Sq = 78.43%    R-Sq(adj) = 73.03%

(Gambar 4.10 Hasil Uji ANOVA Persentase Penyisihan Konsentrasi Fosfat terhadap Berat Karbon Aktif)

Keterangan:

DF	=	Derajat Bebas	F	=	Nilai Statistik Uji
SS	=	Variasi Residual	P	=	Nilai Probabilitas
MS	=	Mean Square			

Keputusan

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan Gambar 4.10, nilai probabilitas (P) dari sebesar 0,019. Karena nilai probabilitas > 0,05, maka menerima hipotesa awal ( $H_0$ ). Artinya persentase penyisihan fosfat adalah identik.

2. Nilai F

Berdasarkan gambar 4.10, nilai F hitung adalah 14,54. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 19,00. Karena nilai F hitung < dari F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal ( $H_0$ ). Artinya persentase penyisihan konsentrasi fosfat adalah identik.

#### 4.4.4 Pembahasan Penyisihan Fosfat

Hasil penelitian didapatkan persentase penyisihan fosfat terbesar pada proses adsorpsi dengan berat adsorben 5 gr, yaitu 60,16%, sedangkan persentase penyisihan fosfat terendah terdapat pada penggunaan berat adsorben 3 gr sebesar 24,42%.

Pada penelitian ini menggunakan karbon aktif dari sampah plastik jenis *polyethylene*. Penggunaan karbon aktif ini berfungsi mengikat ion fosfat. Karbon aktif dari sampah plastik jenis *polyethylene* ini bermuatan positif yang bersumber dari polimer yang terdapat dalam plastik. Polimer ini juga memiliki banyak tempat aktif sepanjang rantainya ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ), dimana ion fosfat yang bermuatan negatif yang terdapat dalam air buangan dapat berinteraksi dan teradsorpsi (Farooq dan Velioglu, 1989). Karbon aktif dari plastik jenis *polyethylene* ini merupakan padatan berpori-pori (Wardhana dkk, 2009). Pori-pori karbon yang terbuka akan menyerap ion fosfat yang bermuatan negatif pada limbah cair pencucian mobil.

Penelitian ini menggunakan berat karbon aktif yang bervariasi yaitu 3 gr, 4 gr, dan 5 gr. Hasil penelitian menunjukkan persentase penyisihan fosfat optimum terjadi pada perlakuan berat karbon aktif 5 gr yaitu 60,16% pada proses adsorpsi. Penelitian sejenis dilakukan oleh (Wardhana dkk, 2009) yang menggunakan karbon aktif dari sampah plastik pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (*Laundry*) dengan variasi berat karbon aktif 1 gr, 2 gr dan 3 gr diperoleh berat optimum sebesar 3 gr yang mampu menurunkan fosfat sebesar 45,45%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar variasi berat karbon aktif maka semakin besar pula persentase penyisihan fosfat. Hasil analisis ini sejalan dengan penelitian (Cheremisinoff, Ellerbusch, F., 1980) menggunakan karbon aktif berbentuk bubuk, yang menyatakan semakin berat adsorben yang digunakan untuk mengadsorpsi, maka semakin baik pula daya adsorpsinya. Kondisi ini disebabkan karena semakin banyaknya jumlah butiran yang ditambahkan akan menambah jumlah pori penyerap, sehingga pori-pori tersebut akan menyerap ion fosfat, maka ion fosfat banyak berkurang pada karbon aktif plastik dengan berat 5 gr.

Hal ini didukung juga oleh analisis statistik, dimana korelasi antara persentase penyisihan fosfat dan konsentrasi berat karbon aktif sangat kuat. Nilai positif pada *pearson correlation* menunjukkan hubungan yang searah yaitu 0,096 yang menunjukkan bahwa variasi berat karbon aktif mempengaruhi persentase penyisihan fosfat. Hal tersebut juga didukung oleh koefisien regresi untuk berat karbon aktif sebesar 17,872. Artinya setiap penambahan berat karbon aktif 1 gr akan meningkatkan persentase penyisihan fosfat sebesar 17,872%, dengan demikian adanya penambahan berat karbon aktif maka persentase penyisihan fosfat semakin besar.

Hal ini juga didukung dengan analisis regresi, didapatkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 97,8%. Koefisien tersebut menunjukkan hubungan yang kuat, pengaruh berat karbon aktif (variabel prediktor) terhadap persentase penyisihan fosfat (variabel respon) dimana besarnya persentase penyisihan fosfat dipengaruhi oleh berat karbon aktif. Sedangkan sisanya sebesar 2,2% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti pH, waktu pengendapan, dan konsentrasi kation dan anion yang terkandung dalam limbah pencucian mobil.

Penelitian ini menggunakan alat pengaduk otomatis (*jart test*) sebagai alat bantu dalam proses adsorpsi, mampu menyisihkan konsentrasi fosfat sebesar 60,16%. Hasil analisis ini juga semakin diperkuat oleh Suhartono, dkk 2011 yang menyatakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah kecepatan pengadukan. Selain itu, diperkuat juga oleh (Cheremisinoff, Ellerbusch, F. 1980) yang menyatakan bahan pada permukaan padatan bersifat jenuh, maka diusahakan untuk membawa cairan tidak jenuh secara terus-menerus ke permukaan padatan dengan memberikan gerakan pada cairan.

Kecepatan putaran untuk adsorpsi pada penelitian ini adalah 150 rpm dimana oleh (Slamet dan Masduqi, 2000) ditetapkan kecepatan putaran untuk *padlle impeller* adalah 20-150 rpm.

Penyisihan fosfat juga dipengaruhi oleh ukuran diameter adsorben, dimana semakin kecil ukuran diameter adsorben maka semakin banyak pula persentase penyisihan. Hal ini sejalan oleh penelitian (Wardhana dkk, 2009) menggunakan ukuran adsorben 0,12 mm, yang menyatakan bahwa semakin kecil ukuran

diameter karbon aktif berarti luas permukaan kontak antara karbon aktif dengan ion dalam fosfat semakin besar.

Senyawa fosfat yang terkandung dalam limbah berasal dari limbah penduduk, dan pertanian. Pada daerah pertanian ortofosfat berasal dari pupuk, yang masuk ke dalam sungai melalui drainase dan aliran air hujan. Polifosfat masuk kedalam air melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan detergen yang mengandung fosfat seperti industri logam dan industri pencucian, salah satunya adalah industri pencucian mobil (Alaerts dan Santika, 1984).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Karbon aktif dari sampah plastik berpotensi besar dalam menurunkan konsentrasi TSS dan fosfat, dikarenakan karbon aktif sampah plastik memiliki tempat aktif disepanjang rantainya ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ).
- 2) Penyisihan konsentrasi akhir TSS dengan menggunakan karbon aktif dari sampah plastik tertinggi terjadi pada berat karbon aktif 5 gr dengan konsentrasi akhir sebesar 56,67 mg/l atau persentase penyisihan sebesar 73,43% .
- 3) Penyisihan konsentrasi akhir fosfat dengan menggunakan karbon aktif dari sampah plastik tertinggi terjadi pada berat karbon aktif 5 gr dengan konsentrasi akhir 2,41 mg/l atau persentase penyisihan sebesar 60,16%.
- 4) Hasil dari penelitian ini sudah memenuhi Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No 45 Tahun 2002, yakni konsentrasi TSS sebesar 100 mg/l dan Fosfat sebesar 10 mg/l.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diusulkan sehubungan dengan penelitian ini adalah:

- 1) Perlu penelitian dengan menggunakan karbon aktif dari sampah plastik dengan jenis yang berbeda.
- 2) Perlu penelitian lebih lanjut dengan memperbesar berat karbon aktif untuk meningkatkan efisiensi penurunan TSS dan Fosfat dan juga analisis uji parameter lain pada limbah cair pencucian mobil.

- 3) Perlu adanya penelitian untuk desain reaktor dalam mengolah limbah menggunakan karbon aktif dari sampah plastik dengan proses adsorpsi.
- 4) Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan masukan bagi sistem pengolahan limbah cair pencucian mobil di *The Auto Bridal*, Kota Malang sebelum dibuang ke lingkungan sekitar, dimana proses pengolahan limbah dengan karbon aktif dari sampah plastik jenis *polyethylene* dapat dijadikan pengolahan alternatif karena effluent yang dihasilkan telah memenuhi baku mutu serta mudah dan ekonomis.

## DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, G dan Santika, S.S. 1984. **Metoda Penelitian Air**. Usaha Nasional. Surabaya.

Arneli dan Asti Hanani. 2006. **Perbaikan Mutu Fraksi Kerosin melalui Proses Adsorpsi oleh Karbon Aktif**. Jurnal FMIPA Teknik Kimia. Universitas Diponegoro.

Asmadi., Khayan., dan Kasjono Heru Subaris. 2011. **Teknologi Pengolahan Air Minum**. Yogyakarta.

Cheremisinoff P. N dan Ellerbusch F., 1980, "*Carbon Adsorption*". Handbook, Ann Arbor Science Publ Inc, Michigan.

Enrico Bernard. 2008. **Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu**. Tesis Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara.

Dominghaus. H. 1993. **Plastics foe Engineers**. Hanser Publishers. Munich. Vienna. New York. Barcelona

Farooq, S and S.G. Veliouglu. 1989. **Physico-Chemical Treatment Of Domestic Wastewater**. Dalam P.N Cheremisinoff (Editor). Encyclopedia Of Environmental Control Technology. Vol. 3. : Wastewater Treatment Technology. Gulf Publishing Company Book Division. Houston.

Funan, I.W. 2012. **Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil *The Auto Bridal* Malang dengan Adsorpsi Zeolit Alam melalui Pretreatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi**. Skripsi Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Nasional Malang.

Iriawan, N dan Astuti, S.P. 2006. **Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14**. Andi. Yogyakarta.

**Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002, Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri Atau Kegiatan Usaha Lainnya Di Jawa Timur**. Bapedal Propinsi Jawa Timur.

Masduqi, A dan Agus, S. 2000. **Satuan Operasi**. Jurusan Teknik Lingkungan – FTSP - ITS.

Masduqi, A dan Agus, S. 2000. **Satuan Proses**. Jurusan Teknik Lingkungan – FTSP – ITS

Mujiarto Iman. 2005. **Sifat dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif**. Jurnal tidak diterbitkan. AMNI. Semarang.

Saptono Rahmat. 2008. **Pengetahuan Bahan**. Departemen Metalurgi dan Material. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia

Soemargono, Sehfilda dan Saputro. 2008 **Kajian Penyerapan Logam Khrom Dari Limbah Industri Elektroplating Menggunakan Resin Dowex Sbr-P**. Jurnal Teknik Kimia. UPN Veteran Jawa Timur.

Sugiharto. 2008. **Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah**. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Suhartono, Noersalim, Mustari, Olivia 2011. **Pengaruh Kecepatan Pengadukan pada Bleaching Minyak Dedak Padi Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Arang Tulang Aktif**. Prosiding Seminar Jurusan Teknik Kimia “Kejuangan”, Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Nasional.

Sutrisno, C. Totok. 2006. **Teknologi Penyediaan Air Bersih**. Rineka Cipta. Jakarta.

Titaheluw Z. 2011. **Penggunaan Reaktor Aerokarbonbiofilter dalam Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Wardhana, I.W, Handayani, D.S, Rahmawati, D.I. 2009 **Penurunan Kandungan Phosphat Pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (*Laundry*) Menggunakan Karbon Aktif Dari Sampah Plastik Dengan Metode Batch Dan Kontinyu**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro.

**LAMPIRAN A**  
**HASIL ANALISA PENELITIAN**



# INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

## FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2  
Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187  
Malang 65145



### LAPORAN HASIL ANALISIS

#### 1. Data Konsumen

Nama Konsumen : Yuventius F. Boikletes  
Instansi : -  
Alamat : Jln. Bendungan Nawangan no. 10  
Telepon : 082332402158  
Status : Mahasiswa FTSP Teknik Lingkungan ITN Malang

2. Keperluan Analisis : Uji Kualitas Limbah Pencucian Mobil "The Auto Bridal" Kota Malang

3. Tanggal Analisis Sampel : 12-14 November 2012

4. Data Hasil Analisis :

#### 1) Analisis Konsentrasi Awal

Parameter	Satuan	Nilai				Metode Analisis
		1	2	3	R	
pH	-	8.8	8.9	8.8	8.83	
TSS	mg/l	210	200	230	213	Gravimetri

#### 2) Analisis Konsentrasi TSS

Kode Sampel	Konsentrasi TSS (mg/l)				Metode Analisis
	1	2	3	R	
T 3	100	140	120	120	Gravimetri
T 4	80	90	80	83,33	
T 5	60	50	60	56,67	



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**



Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2  
Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extention 187  
Malang 65145

K NIAGA MALANG

Hasil analisis ini hanya berlaku untuk konsumsi sampei pada saat itu.  
Pengambilan sampel dan proses analisis di laboratorium dilakukan sendiri oleh  
konsumen.

Asisten Laboratorium Pendamping

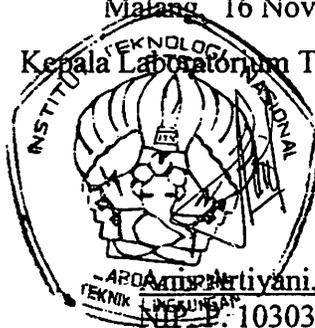
Noval Darma Risdian Hambajawa  
NIM. 1026028

Mahasiswa

Yuventius F. Boikletes  
NIM. 0826009

Malang, 16 November 2012

Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan



-ARCA Ariyanti, ST. MT  
NIP. 103030300384



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG  
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA  
JLN. VETERAN TELP. (0341) 575838 MALANG  
65145**

## **LAPORAN HASIL ANALISA**

NO : LP. 521/RT.5/T.1/R.O/TT.220811/2012

### **Data Konsumen**

Nama Konsumen : Yuventius F. Boikletes  
Instansi : -  
Alamat : Jln. Bendungan Nawangan 10  
Telepon : 082332402158  
Status : Mahasiswa FTSP Teknik Lingkungan ITN Malang  
Keperluan Analisis : Uji Kualitas Fosfat Limbah Pencucian Kend. Bermotor  
Tanggal Terima Sampel : November 2012

### **Data Hasil Analisa**

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa
Fosfat	mg/l	15,14	Spektrofotometer

Catatan :

Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 19 November 2012  
Kalab. Lingkungan



**Dr. H. Sasangka Prasetyawan, MS.**  
NIP. 19630404 198701 1 001

**Ir. Bambang Ismuyanto, MS.**  
NIP. 19600504 198603 1 003



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**  
**FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA**  
**JLN. VETERAN TELP. (0341) 575838 MALANG**  
**65145**

## **LAPORAN HASIL ANALISA**

NO : LP. 521/RT.5/T.1/R.O/TT.220811/2012

### **Data Konsumen**

**Nama Konsumen** : Yuventius F. Boikletes  
**Instansi** : -  
**Alamat** : Jln. Bendungan Nawangan 10  
**Telepon** : 082332402158  
**Status** : Mahasiswa FTSP Teknik Lingkungan ITN Malang  
**Keperluan Analisis** : Uji Kualitas PO<sub>4</sub> Limbah Pencucian Kend. Bermotor  
**Tanggal Terima Sampel** : November 2012

### **Hasil analisis Awal**

<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Hasil</b>	<b>Metode Analisa</b>
<b>Fosfat</b>	<b>mg/l</b>	<b>18.654 15.561 11.216</b>	<b>Spektrofotometri</b>

### Hasil Analisa Setelah Diberi Perlakuan

Parameter	Metode	Kode	Hasil (mg/L)	Standar Baku Mutu	Metode Analisa
Fosfat	Adsorbsi	PA I PA II PA III	11,445 6,068 2,417	10	Spektrofotometri

**LAMPIRAN B**  
**BAKU MUTU**



GUBERNUR JAWA TIMUR

KEPUTUSAN

GUBERNUR JAWA TIMUR

NOMOR 45 TAHUN 2002

TENTANG

BAKU MUTU LIMBAH CAIR BAGI INDUSTRI ATAU KEGIATAN  
USAHA LAINNYA DI JAWA TIMUR

GUBERNUR JAWA TIMUR

- nimbang:
- a. Bahwa air sebagai sumber daya alam harus dapat dimanfaatkan untuk memenuhi hajat hidup orang banyak, oleh karena itu perlu dipelihara kualitas, kuantitas dan kontinuitasnya agar tetap bermanfaat bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.
  - b. Bahwa sehubungan dengan maksud tersebut pada huruf a, maka perlu ditetapkan Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur, dengan Keputusan Gubernur Jawa Timur.
- ingat :
1. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan;
  2. Undang - Undang Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian
  3. Undang - Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup ;
  4. Undang - Undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintah Daerah ;
  5. Peraturan Pemerintah Nomor 25 tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Pemerintah Propinsi sebagai Daerah Otonom;

6. Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air;
7. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-51/MENLH/10 / 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri;
8. Peraturan Daerah Propinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun 2000 tentang Pengendalian Pencemaran Air di Propinsi Jawa Timur
9. Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 14 Tahun 2000 tentang Pengambilan Sample Air di Propinsi Jawa Timur
10. Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 28 Tahun 2000 tentang Petunjuk Pelaksanaan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun 2000 tentang Pengendalian Pencemaran Air di Propinsi Jawa Timur
11. Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 29 Tahun 2000 tentang Tata Cara Perijinan Pembuangan Limbah Cair ke Sumber-sumber Air di Propinsi Jawa Timur

menetapkan : **KEPUTUSAN GUBERNUR JAWA TIMUR TENTANG BAKU MUTU LIMBAH CAIR BAGI INDUSTRI ATAU KEGIATAN USAHA LAINNYA DI PROPINSI JAWA TIMUR.**

#### Pasal 1

alam keputusan ini yang dimaksud dengan :

Gubernur adalah Gubernur Propinsi Jawa Timur  
 Pejabat Berwenang adalah Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Propinsi Jawa Timur dan Bupati / Walikota di Jawa Timur  
 Dinas Perindustrian dan Perdagangan adalah Dinas Perindustrian dan Perdagangan Propinsi Jawa Timur  
 Bupati / Walikota adalah Bupati / Walikota di Jawa Timur  
 Penanggung Jawab Kegiatan adalah pengusaha atau pemilik perusahaan industri atau kegiatan usaha lainnya yang bersangkutan  
 Laboratorium yang ditunjuk adalah laboratorium lingkungan rujukan yang ditunjuk oleh Gubernur Jawa Timur  
 Industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi, dan/atau barang jadi menjadi

**BAKU MUTU LIMBAH CAIR  
UNTUK PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR**

Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk  
 1,5 m<sup>3</sup> / Kendaraan Besar  
 0,5 m<sup>3</sup> / Kendaraan Kecil  
 0,1 m<sup>3</sup> / Sepeda Motor

Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD <sub>5</sub>	100
COD	250
TSS	100
Minyak dan Lemak	10
MBAS (Detergent)	10
Fosfat (sebagai P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	10
pH	6 – 9

eterangan : Kendaraan Besar adalah : Jenis Truk, Bus, Trailer d

Kendaraan Kecil adalah : Jenis Sedan, Mini Bus,  
Pickup, Jeep, Station Wag  
dsb.

Sepeda Motor adalah : Jenis Sepeda Motor dan Sku

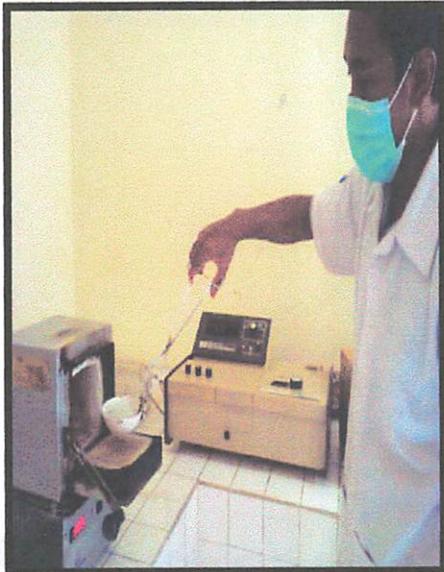
**LAMPIRAN C**  
**DOKUMENTASI PENELITIAN**



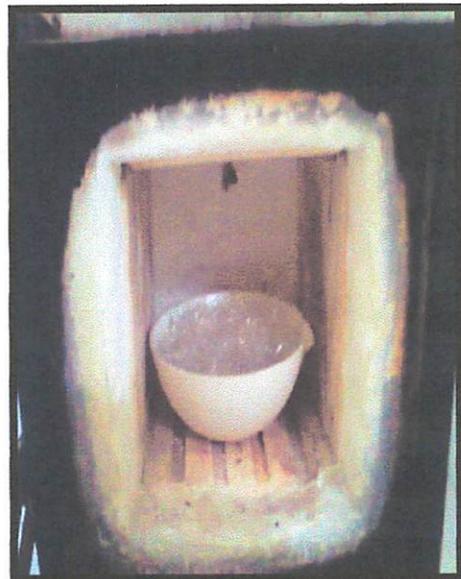
Plastik Jenis *Polyethilene*



Proses pencacahan plastik jenis *polyethilene*



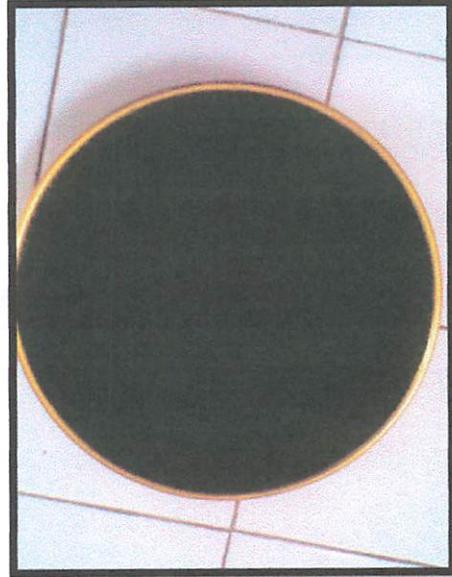
Plastik yang telah dicacah dibakar dengan suhu  $450^{\circ}\text{C}$



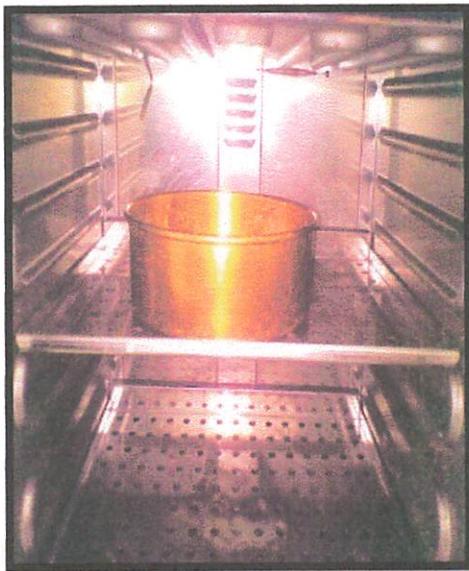
Kondisi plastik sebelum dibakar



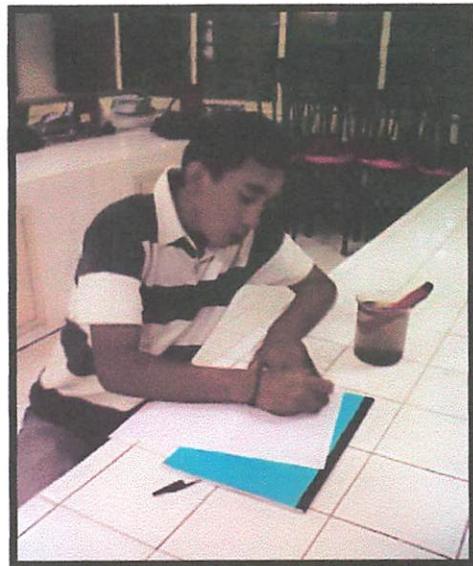
Hasil Pembakaran Plastik  
Berupa Arang



Arang yang telah selesai  
digerus dan lolos ayakan  
230 mesh



Arang yang telah selesai  
digerus, diaktivasi selama 4  
Jam dengan Suhu  $200^{\circ}C$



Analisa konsentrasi awal  
limbah dan pH



Kondisi Awal Limbah Cair  
Pencucian Mobil Tanpa  
Karbon Aktif



Proses pengadukan selama  
60 menit dengan  
kecepatan putaran 150



Proses pengendapan sampel  
selama 30 menit



Proses penyaringan  
sampel limbah

**LAMPIRAN D**  
**LEMBAR ASISTENSI**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
Jl. Bendungan Sigura - gura No. 2 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

NAMA : YUVENTIUS F. BOIKLETES  
NIM : 08.26.009  
PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN  
PEMBIMBING : EVY HENDRIANTI, ST. MMT

NO	TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	27/11/12	Hasil analisa konsentrasi (mg/l) revisi, bedakan dgn 2 parameter (0,2)	
2	29/11/12	(i) Lampirkan hasil analisa konsentrasi akhir & penampakan. (ii) Analisa Statistika utk variabel dan penelitian -> bentuk karbon aktif & parameter (awal dan akhir) (mg/l atau %)	
3	5/12/12	1) Car. analisa konsentrasi TSS 2) Pembahasan revisi -> form & volume dan nilai	
4	7/12/12	Revisi pembahasan	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
Jl. Bendungan Sigura - gura No. 2 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

POTENSI KARBON AKTIF DARI SAMPAH PLASTIK SEBAGAI MEDIA ADSORPSI DALAM  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN MOBIL *THE AUTO BRIDAL* KOTA MALANG

NAMA : YUVENTIUS F. BOIKLETES  
NIM : 08.26.009  
PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN  
PEMBIMBING : EVY HENDRIARIANTI, ST. MMT

NO	TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
5	8/12 <sup>1</sup>	Revisi pembahasan, menjelaskan hasil analisa statistik, dari teori / pembahasan peneliti sejenis	
6	12/12 <sup>1</sup>	Revisi ide	
7	13/12 <sup>1</sup>	Perbedaan karakteristik adsorpsi utk. ion $PCl_4$ & $SO_4^{2-}$ pada media plastik	
8	15/12 <sup>1</sup>	Revisi pembahasan	
9	17/12 <sup>1</sup>	Revisi kesimpulan & saran	
10	18/12 <sup>1</sup>	kesimpulan & saran sb.	
11	20/12 <sup>1</sup>	Siap seminar	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
Jl. Bendungan Sigura - gura No. 2 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

NAMA : YUVENTIUS F. BOIKLETES  
NIM : 08.26.009  
PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN  
PEMBIMBING : ANIS ARTIYANI, ST. MT

NO	TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1	05-11-12	Revisi Bab I	
2	06-11-12	Bab I ok lanjutan Bab III	
3	08-11-12	Revisi Bab III - Penelitian Perhitungan - Penulisan	
4	12-11-12	Bab III ok Lanjut penelitian	
5	28-11-2012	BAB <u>IV</u> lanjutan	
6	8-12-2012	BAB <u>IV</u> pembahasan - Perilaku yg benar	
7	12-12-2012	BAB <u>IV</u> Pembahasan faslul BAB <u>IV</u> ACC cek pembahasan	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
Jl. Bendungan Sigura – gura No. 2 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

POTENSI KARBON AKTIF DARI SAMPAH PLASTIK SEBAGAI MEDIA ADSORPSI DALAM  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN MOBIL *THE AUTO BRIDAL* KOTA MALANG

NAMA : YUVENTIUS F. BOIKLETES  
NIM : 08.26.009  
PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN  
PEMBIMBING : ANIS ARTIYANI, ST. MT

NO	TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
8	15-12-2012	BAB II tambahkan teori / literatur tentang K A & plastik Cat : BAB IV cek lg pembahasan penegasan & penguatan dr hasil.	
9	17-12-2012	BAB II ACC & BAB IV ACC. BAB V Kesimp → sebutkan angka penurunan Saran : penyusunan kalimat	
10	20-12-2012	BAB V ACC DP OK. foto cek Susun laporan siap seminar	

## "LEMBAR PERSEMBAHAN"



Saya persembahkan **KARYA SEDRHANA** ini kepada **TUHANKU YESUS, BUNDAKU MARIA, DAN SANTO YOSEPH** Terima kasih atas segala berkat dan rahmat serta perlindungan yang telah sy terima dari kecil hingga saat ini, secara khusus kepada "**BUNDA MARIA**" yang menyertai, serta memberi perlindungan yang tiada putus-putusnya kepada hambanya.

**"Dengan bantuan rahmat-Mu Tuhan, kupersembahkan diriku untuk segala sesuatu" (Beato Fransiskus Palau, OCD)**

**"Sebab barangsiapa meninggikan diri, ia akan direndahkan dan barangsiapa merendahkan diri, ia akan ditinggikan" (Lukas : 14:11)**



**Bapak** Siapapun dirimu apapun pangkatmu, bagaimanapun sikapmu, saya tetap anakmu yang selalu mengagungkanmu. Tiada pantas saya melukai hatimu. Engkau bagaikan lilin penerangan, Walau badan leleh termakan api penerangan itu sendiri. Engkau tetap terus menerangi dan menyinari. Sungguh Tuhan memberikan-Mu sebagai seorang Ayah. Dalam segala suasana dan peristiwa! Engakaulah pandu Pahlawan hidupku sesungguhnya!

**SAYA BANGGA PUNYA AYAH SEPERTIMU.**

**Mama** bagaimanapun engkau, apapun gaya dan sikapmu, saya tetap anakmu dan engkau Ibundaku. Tiada kata yang pantas terucap untuk mengungkapkan kasihmu padaku. Doamu tulus ikhlas menyertaiiku. Engkau kebanggaan dan pahlawan hidupku.

**MAMA KUSAYANG PADAMU.**

Karya ini juga kupersembahkan untuk kedua orangtuaku tercinta

**Bpk Yoseph Antonius Fio Boikletes**  
&  
**Mama Waldetrudis Babu**

Yang tak pernah lelah membanting tulang demi kelima buah hatinya yang tercinta (Yuven, Boni, Sely, Ori, dan Ronal) dan selalu memberikan kucuran dana, serta mendoakan kami agar kami selalu dalam lindungan Yang Maha Kuasa. Bapak dan Mama terima kasih.... ☺ ☺ ☺

Tak lupa pula bagi saudara/i saya, Bonifasius Fio Boikletes jgn talalu buat muka keram, stop dengan muka hitam tu,,, dan 1 hal cepat nyusul saya,,, Sessilia Fio Boikletes kau adalah saudariq satu2nya, buat yg baik2 sa ew... ingat u hanya sendiri sa!! Jgn talalu cerewet, nanti mama pukul hahahahaha.... cepat nyusul jg,,, tinggal itung bulan sa ni,, Viktorinus Fio Boikletes diantara kita 5 orang u ni orang yg paling pendiam su,, son mw repot dgn banyak hal, terima apa adanya, coba sesekali u beribut macam kami baik,,, hahahaha... biar rumah tambah rame, trims jg e... biar saya, boni, n sely, kuliah jg, u tetap bantu bpk n mama di rumah.... ☺ ☺ sekolah baik2!!! Julius Odo Ronaldo Fio Boikletes w bungsu stop tapaleuk su,,, badan su tinggal tulang hanya kulit yg bungkus, son ada isi ju ckckck,,, tpi biar u pu badan tinggal tulang u pung cerewet ju apa kabar, kasi kalah kami 2 sely ckckckck.... Sekolah baik2 e...

Kepada seluruh Keluarga Besar **BOIKLETES & BABU** terima kasih buat dukungannya terkhusus kupersembahkan kepada Alm. tercinta Nenek **Elisabeth Fuel**, Alm. **Tua Atolan**.

Keluarga di Gua Aplasi, Kakek **Yohanes Babu**, jaga kesehatan e... biar jgn sakit, Bpk Paulus Naif dan Ibu Maria Magdalena Babu, Bpk Frans Ceunfin dan Ibu Igniosa Babu, Bpk Ema Babu dan Ibu Maria Ani, Bpk Laurensius Babu dan Ibu Maria Goreti Amsikan, dan keluarga di Pekanbaru Bk Goris Babu dan Ibu, terima kasih untuk semua dukungan n kucuran dana bwt sy,

Keluarga di Manufui Kakek **Wilem Lalus** dan Nenek **Theresia Taeke** trmksh su kasi dukungan dan semangat n dananya buat cucu2nya... jaga kesehatan ew.... Sy tunggu janjinya hahahaee... Ibu Raimunda Kusi Boikletes, Bpk Goris Boikletes dan Ibu Maria Lakamnasi, Bpk Eduardus Boikletes dan Ibu Mia Talan, Bpk Geradus Boikletes dan Ibu Rin Foe, Bpk Yohanes Atitus dan Ibu Emi Manbait Boikletes, makasih bwt dukungan serta kucuran dananya,,

**Keluargaku T.L '08**

Bornes, Ferdy, Sofy, yg sudah duluan ST, Nely, farish, viny, tks su kasih semangat bwt sy.. miss u.. irul, uki, riza, dedi, reti, aduh bakalan kangen kalian smw org jawa hahaha,, tak lupa buat orang ternate reza, opan, irvan, kpn bisa kumpul lg?? pateng yang selalu baik hati dan tidak sombong,,, saiful tks su ajar sy jd BOLANG,, tony jgn lupa pesan BULE bwt sy e hehe,, endra kpn nikah?? Kalo nikah undang ya,, biar sy nyanyi hihhi,, mifta,, kita jd lamar nona ternate kah?? ☺ terimakasih untukmu semua yg telah menemani sy baik dlm suka maupun duka selama 4,5 tahun ini.

### SAHABAT YANG TERCANTIK

Sdri. Elisabeth Ratna, ST. nona maumere hitam manis yg su lulus duluan sy... tks su jd sahabat yg paling baik selama 4 tahun di malang city... tks bwt semua yg sudah diajarkan kpd sy,, selalu jd tempat curhat, u memang sahabat yg slalu ada ketika sy punya masalah. Bahkan terkadang memberi saran yg eror hanya tuk lihat sy tertawa. kita selalu berbagi dalam susah dan senang.. Sy selau ingat kalo kita lewat di dpn kontrakannya orang india, nti u panggil mrk dgn lagu2 india hahaha,, eror e... jgn lupa, kalo nikah pake busana india e,, jgn pake busana maumere,, maaf kalo selama 4 tahun ni sy buat salah, TAPI INILAH SAYA..

Sdri. Imelda Wati Funan, ST. nona kefa yg tahan banting hehehe... tks e FETO su ajar sy ttg kerendahan hati, pelajaran yg penting dan tak akan terlupakan adalah Jangan membalas mereka yg membencimu. tersenyum & berbahagialah di depan mereka, tak ada yg lebih menyakiti mereka daripada itu... tks bwt nasehat2 yg baik,, u memang Sahabat sejati yg memberikan waktu disaat tawa hadir, ataupun dikala air mata mengalir. Maaf kalo selama 4 tahun ni sy su banyak buat susah u,, jgn marah e..

**"Jika Tuhan menciptakan pelangi tuk mengindahkannya langit, maka Tuhan menciptakan sahabat tuk keindahan hidupmu"**

### Keluarga Besar T.L.ITN

Terima kasih buat orang tua saya dosen-dosen T. Lingkungan yang telah memberikan banyak ilmu dan pesan moral buat saya, Bpk. Hardianto, Bpk. Sudiro, Bunda Anis dan Bunda Evy yang dengan sabar, tekun membimbing saya, Bunda Candra, Bunda Sri.

Kk tingkat saya yg telah banyak memberikan nasehat serta pengalaman yg berharga, kk tingkat TL '05 k gondes, k paul, k angel, k deby, k in taolin. TL '06, mace salma, mace ayu, kk chaca, dkk. Kk TL '07, k lady, k adi aplugi, dkk. Adik2q TL'09 gek, yudi, ita, aji, trio, igi dkk. TL '10 yasin, emi, ir, tian, oan, noval, rani, yuli, dita, dan buat ando tks su jd adek yg pengertian bwt sy, dri sy Kerja Praktek s/d Skripsi kau pu laptop n printer sangat membantu sekali, tks ew.. adik2 TL '11, dan adik2 TL '12 ttp semangat ya...

### Keluarga Vox Coelistis Choir

Kk Antonius M.C. Lamak tks ew,,, su jd kk yg baik, pengertian, pokoknya yg terbaik sudah hehehe,, tks buat perhatiannya kk bt sy, maaf sudah bikin repot kk, cepat nyusul sy e kk... you'r my inspiration... mas piping tks ya buat kebersamaannya, pelajaran hidup yg sy dpt, maaf kalo sy suka marah2, mba dyah biarpun jauh tpi selalu rame, hehehe.. hendra, ozti, k' ita, k' iko, k' andre, mba erlina, erol, e'eng, mia, mira, vina, vega, eos, k' jack, tks ya...

### Keluarga Mahasiswa Katholik

Tan, cici, ken, yanti, gina, k' krisna, k' akim, riska, lany, riki, leo, k' benjy, koko jefri, lexi, sil, arsis, gusti, ati, ine makasih sudah jdi keluarga saya..

Kelurga Besar Lingk. Sto. Kristoforus, Kota Malang

Bpk Subianto dan Ibu Ivon yg telah menjadi orang tua sy di malang, terima kasih untuk doa dan kebaikannya selama 4,5 tahun ini, mas erik, mba eva, mba desi, mas dimas, mba leli, mas arpad pasutri yg selalu mendukung dan memberi semangat, mba lusy, Bu Aris, Bu Wardi, Eyang Soemarno, k' tensi, k' ika, k' jhon, k' kori, k' lony, k rosa, tks bwt semuanya,,,

Keluarga Besar Grasiioso Sonora Choir

Tempat sy belajar disiplin dan bernyanyi, Tante Amanda tks tante bwt pelajaran kepribadian n dukungan doanya, mas kukuh, ko paul, ko rian, mas fareta, mba iwin, kaka, ias, beta, edgar, mba beby, sintia, mer, makasih buat dukungan n semangatnya...

**"We cannot destroy kindred our chains stretch a little  
sometimes, but they never break"**

