

## **LAPORAN AKHIR**

### **EFEKTIVITAS MEMBRAN KERAMIK BERBASIS TANAH LIAT, ZEOLIT, PASIR SILIKA DAN SERBUK BESI PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT (POME)**



**Dibuat Sebagai Persyaratan untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :**

**ISMANIAR  
0611 3040 1063**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
PALEMBANG  
2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN LAPORAN AKHIR**

**EFEKTIVITAS MEMBRAN KERAMIK BERBASIS TANAH LIAT,  
ZEOLIT, PASIR SILIKA DAN SERBUK  
BESI PADA PENGOLAHAN LIMBAH  
CAIR KELAPA SAWIT (POME)**

**OLEH :**  
**ISMANIAR**  
**061130401063**

**Pembimbing I,**

**Palembang, Juni 2014**  
**Pembimbing II,**

**Ir.A.Husaini, M.T**  
**NIP. 195904091989031001**

**Ir. Erwana Dewi, M.eng**  
**NIP.196011141988112001**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Ir. Robert Junaidi, M.T**  
**NIP. 196607121993031003**

## MOTTO

“Jadikanlah hari ini sebagai pengalaman untuk memperoleh keberhasilan di hari esok (penulis)”

“Jangan pernah menyerah sebelum kau berusaha menghadapinya, tetap semangat untuk memperoleh hasil terbaik” (penulis)

“Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh” (James Thurber)

Kupersembahkan Untuk :

- ✚ Allah SWT
- ✚ Papa dan Ibu tercinta,
- ✚ Saudaraku tersayang,
- ✚ Sahabat-sahabat terbaikku,
- ✚ Almamater yang kubanggakan.

## **ABSTRAK**

### **EFEKTIVITAS MEMBRAN KERAMIK BERBASIS TANAH LIAT, ZEOLIT, PASIR SILIKA DAN SERBUK BESI PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT (POME)**

---

**(Ismaniar 2013, 53 Halaman, 9 Tabel, 21 Gambar, 4 Lampiran)**

Membran keramik berbasis tanah liat, zeolit, pasir silika dan serbuk besi, digunakan untuk mengolah limbah cair kelapa sawit, limbah cair kelapa sawit diambil dari PT. Sawit Mas Sejahtera di Banyuasin Palembang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas membran keramik pada pengolahan POME. Variabel yang divariasikan dalam penelitian ini adalah komposisi membran dan waktu operasi. Pengolahan awal yang dilakukan adalah proses koagulasi menggunakan PAC (Poly aluminium chloride). Setelah itu difiltrasi menggunakan membran keramik untuk melihat kemampuan membran keramik dalam penyisihan POME. Dari hasil penelitian, komposisi membran yang terbaik yaitu tanah liat 75(%Wt), zeolit 15(%Wt), 5(%Wt) serbuk besi, dan 5(%Wt) pasir silika dengan waktu oprasi 25 menit didapat % efektivitas penurunan konsentrasi COD 74,36% ,BOD 74,24%, dan TSS 92,32%, Scanning Elektron Microscope (SEM) membran termasuk kategori membran mikrofiltrasi ukuran pori sebesar 0,5µm. Hasil analisa kualitas olahan menggunakan membran keramik sudah menunjukkan hasil yang sesuai baku muru limbah cair untuk industri minyak sawit peraturan Gubernur sumatra Selatan Nomor 8 tahun 2012.

Kata Kunci : Efektivitas, Membran Keramik, POME, Mikrofiltrasi

## **ABSTRACT**

### **EFFECTIVINES CERAMIC MEMBRANE MADE FORM CLAY, ZEOLITE, SILICA SAND AND IRON POWDER IN THE TREATMANT OF PALM OIL EFFLUENT (POME)**

---

**(Ismaniar 2013, 53 Pages, 9 Tables, 21 Pictures, 4 Attacments)**

Ceramic membrane made of clay, zeolite, silica sand, iron powder in the of Palm oil mill effluent (POME), whereby palm mill effluent take from PT. Sawit Mas Sejahtera at Banyuasin Palembang. This study to examine the effectiveness of the ceramic membranes in POME. The Variables that was varied in the research is membrane composition and operating time. Pretreatment using coagulation process making PAC (Poly aluminium chloride). After that POME in ceramic membrane filtration by using ceramic membranes to see the ability to set in aside POME. From the research, the membrane composition result was clay 75(%Wt), zeolite 15(%Wt), 5(%Wt) iron powder, and 5(%Wt) silica sand operating time 25 % effectiveness membrane down concentration COD 74,36% ,BOD 74,24%, and TSS 92,32% and scanning Elektron Microscope (SEM) image shows that filter could be categorized as microfiltrasi pore size 0,5. The result of the final analysis of palm oil effluent after filtration process using ceramic membranes have palm oil industry rule number 8 the Governor of South Sumatra in 2012

Keyword: Effectivines, Ceramic membrane, Microfiltrasi, POME

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir dengan judul **“Efektivitas Membran Keramik Berbasis Tanah Liat, Zeolit, Pasir Silika, Dan Serbuk Besi Pada Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (POME)”** dengan baik. Adapun tujuan penulisan laporan akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penulisan laporan akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan, saran, dan bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. RD. Kusumanto, S.T, M.M. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Ir. Robert Junaidi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Zulkarnain, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ir.A.Husaini, M.T. selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan dan dukungan kepada penulis.
5. Ir. Erwana Dewi, M.eng. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam membimbing penulis
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
7. Seluruh Teknisi Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
8. Seluruh Staf Administrasi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
9. Seluruh staf dan karyawan di Laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Sumatera Selatan
10. Orang tua, kakak, ayuk, oom, dan tante yang telah memberikan motivasi, doa dan bantuannya baik moril maupun materil

11. Rekan-rekan di Politeknik Negeri Sriwijaya khususnya Jurusan Teknik Kimia kelas 6 KIC 2011 yang telah banyak membantu selama ini
12. Rekan satu tim Sintia Monita.
13. Sahabat-sahabat terbaikku ( Nurjana, Boni, Andri, Ferta, indria, Atika) yang banyak sekali membantu saya.

Dalam penulisan laporan akhir ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan kiranya dapat dimaklumi dan dimaafkan. Akhirnya penulis berharap semoga laporan akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Palembang, Juli 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                         | Halaman |
|---------------------------------------------------------|---------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>                         | ii      |
| <b>MOTTO .....</b>                                      | iii     |
| <b>ABSTRAK.....</b>                                     | iv      |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                   | v       |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                              | vi      |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                 | viii    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                               | x       |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                               | xi      |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>                             | xii     |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN</b>                            |         |
| 1.1.Latar Belakang.....                                 | 1       |
| 1.2.Tujuan Penelitian .....                             | 4       |
| 1.3.Manfaat Penelitian .....                            | 5       |
| 1.4.Perumusan Masalah.....                              | 5       |
| <br><b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                      |         |
| 2.1 Tinjauan Umum tentang Membran.....                  | 6       |
| 2.2 Jenis-Jenis Membran.....                            | 6       |
| 2.3 Kinerja Membran .....                               | 7       |
| 2.4 Membran Keramik .....                               | 9       |
| 2.4.1 Metode Pembuatan Membran Keramik.....             | 10      |
| 2.4.2 Bahan Dasar Membran Keramik .....                 | 11      |
| 2.4.3 Karakteristik Membran .....                       | 14      |
| 2.5 Proses Pemisahan Dengan Membran.....                | 16      |
| 2.5.1 Prinsip Pemisahan Dengan Membran.....             | 17      |
| 2.5.2 Klasifikasi Membran.....                          | 18      |
| 2.6 Limbah .....                                        | 19      |
| 2.6.1 Limbah Cair Kelapa Sawit.....                     | 20      |
| 2.6.2 Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa .....        | 22      |
| 2.6.3 Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit .....             | 23      |
| <br><b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>                |         |
| 3.1 Waktu dan tempat.....                               | 24      |
| 3.2 Alat dan Bahan .....                                | 24      |
| 3.2.1 Bahan yang digunakan .....                        | 24      |
| 3.2.2 Alat yang digunakan.....                          | 24      |
| 3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....              | 25      |
| 3.4 Prosedur Kerja.....                                 | 25      |
| 3.4.1 Karakteristik Membran.....                        | 25      |
| 3.4.2 Pembuatan Membran Keramik .....                   | 26      |
| 3.4.3 Uji Kelayakan Membran.....                        | 27      |
| 3.4.4 <i>Pretreatmant</i> Limbah Cair Kelapa sawit..... | 27      |

|                                                                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.5 Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit.....                                                                                                          | 27        |
| 3.4.6 Penentuan Derajat Keasaman.....                                                                                                                   | 28        |
| 3.4.6.1 Kaliabrasi alat pH meter.....                                                                                                                   | 28        |
| 3.4.6.2 Prosedur Pengujian.....                                                                                                                         | 28        |
| 3.4.7 Penentuan <i>Chemical Oxygen Demand</i> .....                                                                                                     | 28        |
| 3.4.8 Penentuan <i>Biological Oxygen Demand</i> .....                                                                                                   | 29        |
| 3.4.9 Penentuan <i>Total Suspended Solid</i> .....                                                                                                      | 30        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                                                                                                 | <b>35</b> |
| 4.1 Data Hasil.....                                                                                                                                     | 35        |
| 4.1.1 Data Hasil Karakteristik Membran Keramik.....                                                                                                     | 37        |
| 4.1.2 Data Hasil Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit Sebelum<br>Dan Sesudah Proses Koagulasi.....                                                          | 39        |
| 4.1.3 Data Hasil Penentuan Fluks Limbah Cair Kelapa Sawit..                                                                                             | 40        |
| 4.1.4 Data Hasil Analisa Kualitas Olahan Setelah Proses<br>Filtrasi Menggunakan Membran Keramik.....                                                    | 41        |
| 4.1.5 Data % Rejeksi Kualitas Olahan setelah Proses<br>Filtrasi Menggunakan Membran Keramik.....                                                        | 42        |
| 4.1.6 Data % Efektivitas Membran Keramik Berbasis Tanah<br>Liat, Zeolit, Serbuk Besi, dan Pasir Silika Pada<br>Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit..... | 43        |
| 4.2 Pembahasan.....                                                                                                                                     |           |
| 4.2.1 Pengaruh Proses Koagulasi Terhadap Penurunan<br>konsentrasi COD, BOD, TSS, dan pH Pada Limbah Cair<br>Kelapa Sawit.....                           | 43        |
| 4.2.2 Penentuan Fluks Air Limbah.....                                                                                                                   | 45        |
| 4.2.3 Hasil Analisa Kualitas Olahan Setelah Proses Filtrasi<br>Dengan Menggunakan Membran Keramik.....                                                  | 46        |
| 4.2.4 Pengaruh % Rejeksi Terhadap Fluks limbah cair Kelapa<br>Sawit Hasil Filtrasi.....                                                                 | 48        |
| 4.2.5 % Efektivitas Membran Keramik Berbasis Tanah<br>Liat, Zeolit, Serbuk Besi, dan Pasir Silika Pada Pengolahan<br>Limbah Cair Kelapa Sawit.....      | 49        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                                                                                                                  | <b>51</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                                                                                                     | 51        |
| 5.2 Saran.....                                                                                                                                          | 51        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                                                                             | <b>52</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                                                                                                                   | <b>53</b> |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                                                                                          | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Baku Mutu Limbah Cair Indusri Minyak Kelapa Sawit.....                                                                                      | 21      |
| 2. Jenis, potensi, dan pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit....                                                                              | 23      |
| 3. Komposisi membran keramik.....                                                                                                              | 26      |
| 4. Karakteristik Membran Keramik .....                                                                                                         | 37      |
| 5. Data Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit.....                                                                                                  | 40      |
| 6. Data Hasil Penentuan Fluks Limbah Cair Kelapa Sawit.....                                                                                    | 41      |
| 7. Data Hasil Analisa Kualitas Olahan Setelah Proses Filtrasi<br>Menggunakan Membran Keramik .....                                             | 42      |
| 8. Data % Rejeksi Kualitas Olahan Setelah Proses Filtrasi<br>Menggunakan Membra Keramik.....                                                   | 42      |
| 9. Data % Efektivitas Membran Keramik Berbasis Tanah Liat,<br>Zeolit, Serbuk Besi dan Pasir Silika Pada Pengolahan<br>Limbah Kelapa Sawit..... | 43      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                                                               | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Skema proses pemisahan dengan membran.....                                                                        | 7       |
| 2. Membran Keramik .....                                                                                             | 9       |
| 3. Tanah Liat berbentuk serbuk.....                                                                                  | 11      |
| 4. zeolit .....                                                                                                      | 13      |
| 5. Pola aliran dalam membran.....                                                                                    | 17      |
| 6. Ukuran pori membran mikrofiltrasi ,ultrafiltrasi,dan osmosis<br>balik .....                                       | 19      |
| 7. Skema rancangan membran keramik.....                                                                              | 31      |
| 8. Diagram proses pembuatan membran keramik.....                                                                     | 32      |
| 9. Diagram Proses Penggunaan Membran Keramik.....                                                                    | 33      |
| 10. Gambar <i>Cross Flow</i> .....                                                                                   | 34      |
| 11. Membran Keramik.....                                                                                             | 35      |
| 12. Karakteristik membran keramik.....                                                                               | 37      |
| 13. Hasil Analisa SEM Membran E.....                                                                                 | 38      |
| 14. Modul membran.....                                                                                               | 38      |
| 15. Rangkaian alat pengolahan limbah cair kelapa sawit<br>menggunakan membran kermik.....                            | 39      |
| 16. Pengaruh proses koagulasi terhadap penurunan konsentrasi<br>COD, BOD, dan TSS pada limbah cair kelapa sawit..... | 44      |
| 17. Pengaruh keasaman limbah terhadap penambahan PAC.....                                                            | 44      |
| 18. Grafik Fluks terhadap waktu pada masing-masing membran<br>Keramik.....                                           | 45      |
| 19. Hasil Analisa Kualitas Olahan Setelah Proses<br>Filtrasi dengan Menggunakan Membran Keramik.....                 | 46      |
| 20. Hubungan antara fluks dan % Rejeksi Limbah Cair Kelapa<br>Sawit Hasil Filtrasi.....                              | 48      |
| 21. Efektivitas Membran Keramik Berbasis Tanah Liat, Zeolit,<br>Serbuk Besi dan Pasir Silika.....                    | 49      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran                        | Halaman |
|---------------------------------|---------|
| A. Pengesahan Data.....         | 53      |
| B. Uraian Perhitungan .....     | 60      |
| C. Dokumentasi Penelitian ..... | 72      |
| D. Surat.....                   | 76      |

**LAMPIRAN 1**  
**LEMBAR PENGESAHAN DATA**

Tabel 1. Karakteristik Membran Keramik

| <b>Dimensi</b>                    | <b>A</b>       | <b>B</b>       | <b>C</b>       | <b>D</b>       | <b>E</b>       |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Diameter dalam (cm)               | 4              | 4              | 4              | 4              | 4              |
| Diameter luar (cm)                | 5              | 5              | 5              | 5              | 5              |
| Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> ) | 314            | 314            | 314            | 314            | 314            |
| Tebal (cm)                        | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              |
| Pori (µm)                         | 0,5-1          | 0,5-1          | 0,5-1          | 0,5-1          | 0,5            |
| Jenis membran                     | Mikrofiltra si | Mikrofiltra si | Mikrofiltra si | Mikrofiltra si | Mikrofiltra si |
| Tipe Filter                       | Cross flow     | Cross flow     | Cross flow     | Cross flow     | Cross flow     |
| Tekanan (bar)                     | 0,6            | 0,6            | 0,6            | 0,6            | 0,6            |
| Suhu (°C)                         | 30             | 30             | 30             | 30             | 30             |

\*Hasil penelitian Ismaniar dan Sintia Monita, Mei 2014

Keterangan :

- A. Tanah liat 65(%Wt), zeolit 30(%Wt), 2,5(%Wt) serbuk besi, 2,5(%Wt) pasir silika
- B. Tanah liat 67,5(%Wt), zeolit 25(%Wt), 2,5(%Wt) serbuk besi, 5(%Wt) pasir silika
- C. Tanah liat 70(%Wt), zeolit 20(%Wt), 2,5(%Wt) serbuk besi, 7,5 (%Wt) pasir silika
- D. Tanah liat 72,5(%Wt), zeolit 20(%Wt), 5(%Wt) serbuk besi, 2,5(%Wt) pasir silika
- E. Tanah liat 75(%Wt), zeolit 15(%Wt), 5(%Wt) serbuk besi, 5(%Wt) pasir silika dari analisa SEM didapat ukuran pori sebesar 0,5µm

Tabel 2. Data Hasil Penentuan Fluks Limbah Cair Kelapa Sawit

| Membran | Tekanan (bar) | Volum e (V)<br>(L) | Luas (A)<br>(m <sup>2</sup> ) | waktu (t)<br>(menit) | fluks (jv)(L/menit<br>m <sup>2</sup> ) |
|---------|---------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------------------|
| 1       | 0,6           | 0,075              | 0,0314                        | 5                    | 0,4777                                 |
|         |               | 0,143              | 0,0314                        | 10                   | 0,4554                                 |
|         |               | 0,208              | 0,0314                        | 15                   | 0,4416                                 |
|         |               | 0,268              | 0,0314                        | 20                   | 0,4267                                 |
|         |               | 0,324              | 0,0314                        | 25                   | 0,4127                                 |
|         |               | Rata-rata          |                               |                      | 0,4428                                 |
| 2       | 0,6           | 0,069              | 0,0314                        | 5                    | 0,4394                                 |
|         |               | 0,128              | 0,0314                        | 10                   | 0,4076                                 |
|         |               | 0,176              | 0,0314                        | 15                   | 0,3736                                 |
|         |               | 0,223              | 0,0314                        | 20                   | 0,3550                                 |
|         |               | 0,268              | 0,0314                        | 25                   | 0,3414                                 |
|         |               | Rata-rata          |                               |                      | 0,3834                                 |
| 3       | 0,6           | 0,06               | 0,0314                        | 5                    | 0,3821                                 |
|         |               | 0,116              | 0,0314                        | 10                   | 0,3694                                 |
|         |               | 0,165              | 0,0314                        | 15                   | 0,3503                                 |
|         |               | 0,21               | 0,0314                        | 20                   | 0,3343                                 |
|         |               | 0,252              | 0,0314                        | 25                   | 0,3210                                 |
|         |               | Rata-rata          |                               |                      | 0,3514                                 |
| 4       | 0,6           | 0,056              | 0,0314                        | 5                    | 0,3566                                 |
|         |               | 0,108              | 0,0314                        | 10                   | 0,3439                                 |
|         |               | 0,156              | 0,0314                        | 15                   | 0,3312                                 |
|         |               | 0,202              | 0,0314                        | 20                   | 0,3216                                 |
|         |               | 0,244              | 0,0314                        | 25                   | 0,3108                                 |
|         |               | Rata-rata          |                               |                      | 0,3328                                 |
| 5       | 0,6           | 0,054              | 0,0314                        | 5                    | 0,3439                                 |
|         |               | 0,106              | 0,0314                        | 10                   | 0,3375                                 |
|         |               | 0,151              | 0,0314                        | 15                   | 0,3205                                 |
|         |               | 0,193              | 0,0314                        | 20                   | 0,3073                                 |
|         |               | 0,233              | 0,0314                        | 25                   | 0,2968                                 |
|         |               | Rata-rata          |                               |                      | 0,3212                                 |

\*Hasil penelitian Ismaniar dan Sintia Monita, Mei 2014

Tabel 3. Data Hasil Penentuan Koefisien Rejeksi Limbah Cair Kelapa Sawit

| <b>Membran</b> | <b>Parameter</b> | <b>% Rejeksi</b> |
|----------------|------------------|------------------|
| A              | COD              | 61,28            |
|                | BOD              | 61,30            |
|                | TSS              | 23,07            |
| B              | COD              | 66,44            |
|                | BOD              | 66,98            |
|                | TSS              | 30,76            |
| C              | COD              | 69,02            |
|                | BOD              | 69,99            |
|                | TSS              | 38,46            |
| D              | COD              | 71,60            |
|                | BOD              | 72,35            |
|                | TSS              | 46,15            |
| E              | COD              | 74,18            |
|                | BOD              | 73,93            |
|                | TSS              | 61,53            |

\*Hasil penelitian Ismaniar dan Sintia Monita, Mei 2014

Tabel 4. Data % Efektivitas Membran Mikrofiltrasi Berbasis Tanah Liat, Zeolit, Serbuk Besi dan Pasir Silika Pada Pengolahan Limbah Kelapa Sawit

| <b>Membran</b> | <b>BOD(%)</b> | <b>COD (%)</b> | <b>TSS (%)</b> |
|----------------|---------------|----------------|----------------|
| A              | 61,28         | 61,30          | 23,07          |
| B              | 66,44         | 66,98          | 30,76          |
| C              | 69,02         | 69,99          | 38,46          |
| D              | 71,60         | 72,35          | 46,15          |
| E              | 74,18         | 73,93          | 61,53          |

\*Hasil penelitian Ismaniar dan Sintia Monita, Mei 2014

**DATA PERHITUNGAN ANALISA COD**

| <b>Membran</b> | <b>V Sampel</b> | <b>V blanko</b> | <b>V titran</b> | <b>N FAS</b> | <b>COD</b> |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|------------|
| A              | 2,5             | 3,55            | 2,80            | 0,0392       | 94,08      |
| B              | 2,5             | 3,55            | 2,90            | 0,0392       | 81,536     |
| C              | 2,5             | 3,55            | 2,95            | 0,0392       | 75,264     |
| D              | 2,5             | 3,55            | 3,00            | 0,0392       | 68,992     |
| E              | 2,5             | 3,55            | 3,05            | 0,0392       | 62,72      |

Rumus Perhitungan

$$\text{COD} = \frac{(\text{V blanko} - \text{V titran}) \times \text{FAS} \times 8000}{\text{Volume sampel}}$$

**DATA PERHITUNGAN ANALISA BOD**

Oksigen terlarut pada T= 0 = X<sub>0</sub>

| <b>Membran</b> | <b>V sampel</b> | <b>V titran</b> | <b>N thiosulfat</b> | <b>X<sub>0</sub></b> |
|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| A              | 250             | 4,9             | 0,0954              | 15,20                |
| B              | 250             | 4,9             | 0,0954              | 15,20                |
| C              | 250             | 4,3             | 0,0954              | 13,34                |
| D              | 250             | 4,2             | 0,0954              | 13,03                |
| E              | 250             | 4,1             | 0,0954              | 12,72                |
| Blanko         | 250             | 5,0             | 0,0954              | 15,51                |

Perhitungan

$$X_0 = \frac{(\text{V titran} \times 8000 \times \text{N thiosulfat})}{(\text{Volume sampel} - 4)}$$

Oksigen terlarut pada T= 5 = X<sub>5</sub>

| <b>Membran</b> | <b>V sampel</b> | <b>V titran</b> | <b>N thiosulfat</b> | <b>X<sub>5</sub></b> |
|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| A              | 250             | 3,3             | 0,0954              | 10,23                |
| B              | 250             | 3,48            | 0,0954              | 10,79                |
| C              | 250             | 2,05            | 0,0954              | 6,36                 |
| D              | 250             | 2,1             | 0,0954              | 6,51                 |
| E              | 250             | 2,1             | 0,0954              | 6,51                 |
| Blanko         | 250             | 4,6             | 0,0954              | 14,27                |

Rumus Perhitungan

$$X_5 = \frac{(\text{V titran} \times 8000 \times \text{N thiosulfat})}{(\text{Volume sampel} - 4)}$$

# BOD

| Membran | X <sub>0</sub> | X <sub>5</sub> | B <sub>0</sub> | B <sub>5</sub> | P      | BOD   |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|-------|
| A       | 15,20          | 10,23          | 15,51          | 14,27          | 0,0625 | 60,80 |
| B       | 15,20          | 10,79          | 15,51          | 14,27          | 0,0625 | 51,87 |
| C       | 13,34          | 6,36           | 15,51          | 14,27          | 0,125  | 47,15 |
| D       | 13,03          | 6,51           | 15,51          | 14,27          | 0,125  | 43,43 |
| E       | 12,72          | 6,51           | 15,51          | 14,27          | 0,125  | 40,95 |

## Rumus Perhitungan

$$\text{BOD} = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5) \times (1 - P)}{P}$$

## DATA PERHITUNGAN ANALISA TSS

| Membran | Blanco + kertas saring | Sampel + kertas saring | V sampel (ml) | TSS |
|---------|------------------------|------------------------|---------------|-----|
| A       | 0,1957                 | 0,1967                 | 50            | 20  |
| B       | 0,2044                 | 0,2053                 | 50            | 18  |
| C       | 0,1970                 | 0,1978                 | 50            | 16  |
| D       | 0,2059                 | 0,2066                 | 50            | 14  |
| E       | 0,2092                 | 0,2097                 | 50            | 10  |

## Rumus Perhitungan

$$\text{TSS} = \frac{(\text{Berat Blanko} + \text{kertas saring}) - (\text{Berat sampel} + \text{kertas saring}) \times 1.000.000}{\text{Volume sampel}}$$

## **LAMPIRAN 2**

### **PERHITUNGAN**

#### **2.1 Karakteristik Membran**

##### **a. Luas Membran**

- Membran A

Dik : D dalam membran = 4 cm    r = 2 cm

: T = 25 cm

Dit : Luas Membran ?

Jawab : Luas Membran

$$\begin{aligned} &= 2 \times \pi \times r \times t \\ &= 2 \times 3,14 \times 2 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \\ &= 2 \times 3,14 \times 2 \text{ cm} \times \\ &= 314 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

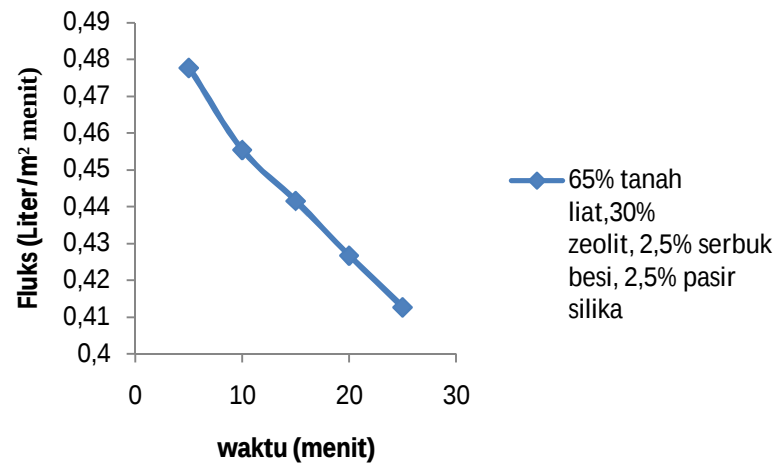
##### **b. Ketebalan Membran**

Untuk mengukur ketebalan membran, menggunakan cara manual yaitu diukur dengan menggunakan penggaris sehingga diperoleh hasil bahwa ketebalan ke lima membran sebesar 1 cm.

#### **2.2 Perhitungan Fluks limbah cair kelapa sawit**

Untuk menghitung fluks limbah cair kelapa sawit setiap membran yang digunakan pada tekanan 0,6 kgf/cm<sup>2</sup>

a. Membran A



Gambar 1. Grafik Fluks terhadap waktu pada tekanan 0,6 bar

Dik :  $V_{\text{permeat}} = (0,075; 0,143; 0,208; 0,268; 0,324)$

Dit :  $t = (5, 10, 15, 20, 25)$  menit

$A = 0,0314 \text{ m}^2$

Dit : Fluks Volume ?

Jawab :

Untuk  $V =$  dan  $t = 5$  menit

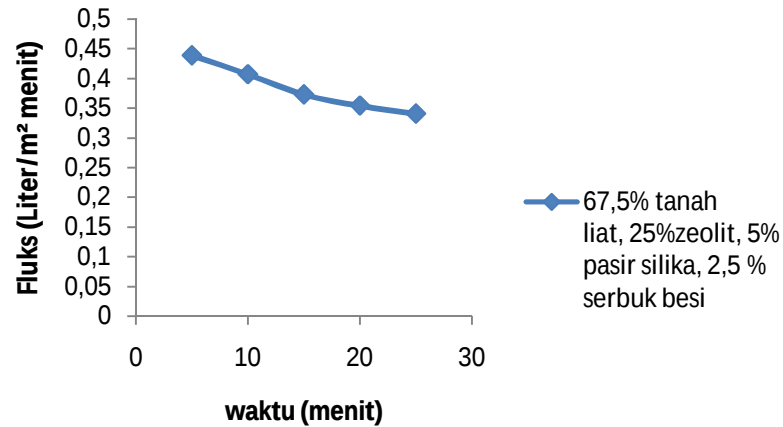
$$\begin{aligned}
 J_v &= \frac{V}{At} \\
 &= \frac{0,075}{0,0314 \times 5} \\
 &= 0,4777 \text{ L/menit m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk  $V =$  dan  $t = 10$  menit

$$\begin{aligned}
 J_v &= \frac{V}{At} \\
 &= \frac{0,143}{0,0314 \times 10} \\
 &= 0,4554 \text{ L/menit m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

b. Membran B



Gambar 2. Grafik Fluks terhadap waktu pada pada tekanan 0,6 bar

Dik :  $V_{\text{permeat}} = (0,069; 0,128; 0,176; 0,223; 0,268)$

Dit :  $t = (5, 10, 15, 20, 25)$  menit

$A = 0,0314 \text{ m}^2$

Dit : Fluks Volume ?

Jawab :

Untuk  $V =$  dan  $t = 5$  menit

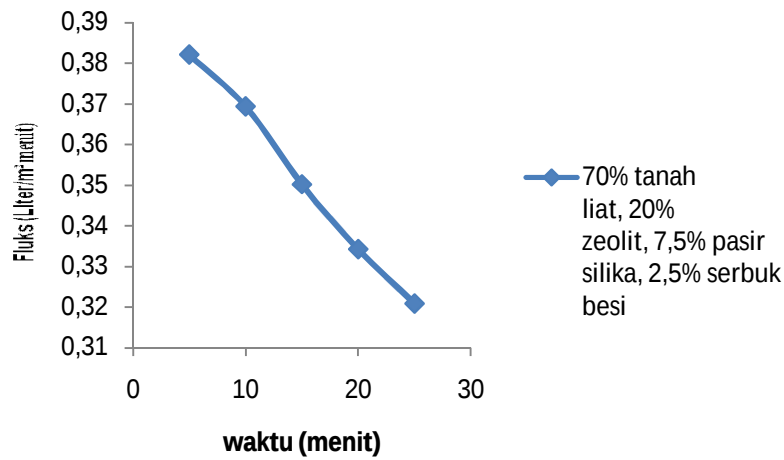
$$\begin{aligned}
 J_v &= \frac{V}{At} \\
 &= \frac{0,069}{0,0314 \times 5} \\
 &= 0,4394 \text{ L/menit m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk  $V =$  dan  $t = 10$  menit

$$\begin{aligned}
 J_v &= \frac{V}{At} \\
 &= \frac{0,128}{0,0314 \times 10} \\
 &= 0,4076 \text{ L/menit m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

c. Membran C



Gambar 3. Grafik Fluks terhadap waktu pada pada tekanan 0,6 bar

Dik :  $V_{\text{permeat}} = (0,06; 0,116; 0,165; 0,21; 0,252)$

Dit :  $t = (5, 10, 15, 20, 25)$  menit

$A = 0,0314 \text{ m}^2$

Dit : Fluks Volume ?

Jawab :

Untuk  $V =$  dan  $t = 5$  menit

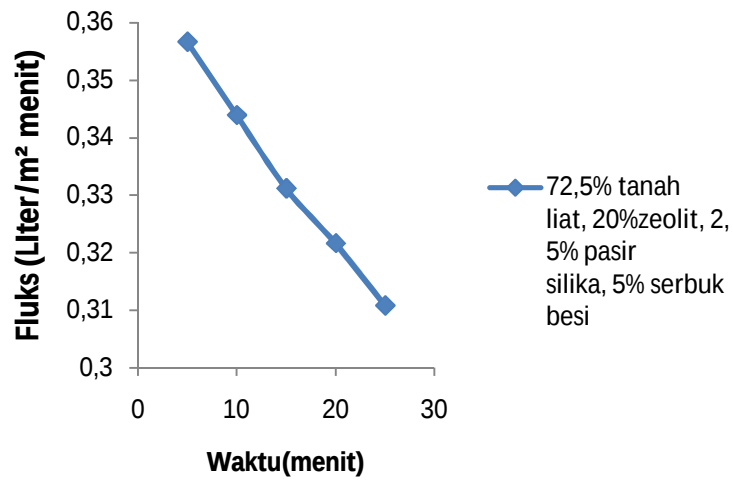
$$\begin{aligned}
 J_v &= \frac{V}{At} \\
 &= \frac{0,06}{0,0314 \times 5} \\
 &= 0,3821 \text{ L/menit m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk  $V =$  dan  $t = 10$  menit

$$\begin{aligned}
 J_v &= \frac{V}{At} \\
 &= \frac{0,116}{0,0314 \times 10} \\
 &= 0,3694 \text{ L/menit m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

d. Membran D



Gambar 4. Grafik Fluks terhadap waktu pada tekanan 0,6 bar

Dik :  $V_{\text{permeat}} = (0,056; 0,108; 0,156; 0,202; 0,244)$

Dit :  $t = (5, 10, 15, 20, 25)$  menit

$A = 0,0314 \text{ m}^2$

Dit : Fluks Volume ?

Jawab :

Untuk  $V =$  dan  $t = 5$  menit

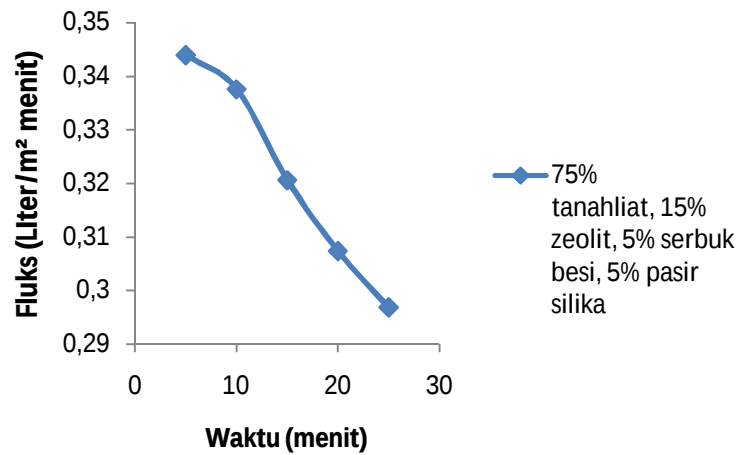
$$\begin{aligned}
 J_v &= \frac{V}{At} \\
 &= \frac{0,056}{0,0314 \times 5} \\
 &= 0,3566 \text{ L/menit m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk  $V =$  dan  $t = 10$  menit

$$\begin{aligned}
 J_v &= \frac{V}{At} \\
 &= \frac{0,108}{0,0314 \times 10} \\
 &= 0,3439 \text{ L/menit m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

e. Membran E



Gambar 5. Grafik Fluks terhadap waktu pada pada tekanan 0,6 bar

Dik :  $V_{\text{permeat}} = (0,054; 0,106; 0,151; 0,193; 0,233)$

Dit :  $t = (5, 10, 15, 20, 25)$  menit

$A = 0,0314 \text{ cm}^2$

Dit : Fluks Volume ?

Jawab :

Untuk  $V =$  dan  $t = 5$  menit

$$\begin{aligned}
 J_v &= \frac{V}{At} \\
 &= \frac{0,054}{0,0314 \times 5} \\
 &= 0,3439 \text{ L/menit m}^2
 \end{aligned}$$

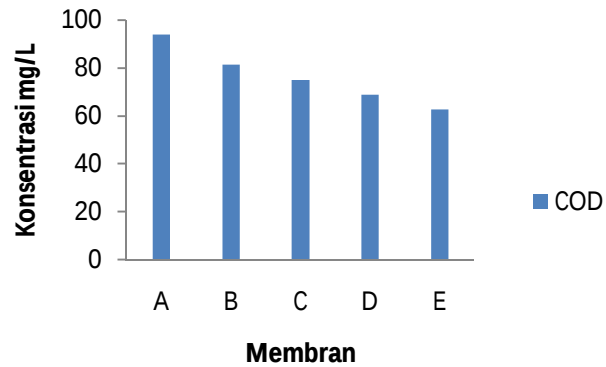
Untuk  $V =$  dan  $t = 10$  menit

$$\begin{aligned}
 J_v &= \frac{V}{At} \\
 &= \frac{0,106}{0,0314 \times 10} \\
 &= 0,3375 \text{ L/menit m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

## 2.3 Perhitungan Analisa COD, BOD dan TSS

### a. Perhitungan COD



Gambar 6. Konsentrasi COD pada masing-masing membran

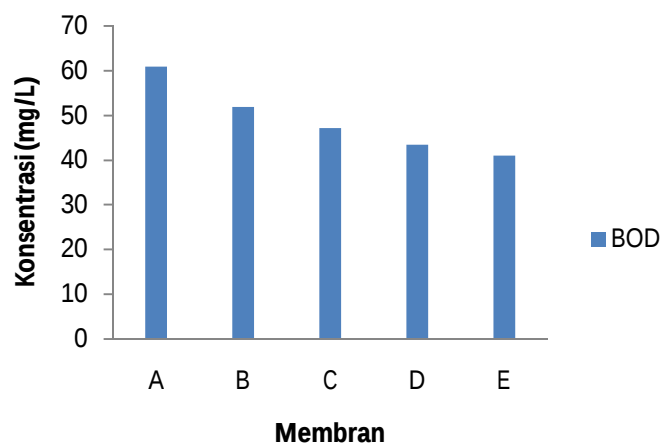
$$V_{\text{blanko}} = 3 \text{ ml}$$

$$V_{\text{titran}} = 2,5 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{COD} &= \frac{(V_{\text{blanko}} - V_{\text{titran}}) \times \text{FAS} \times 8000}{\text{Volume sampel}} \\ &= \frac{(3 - 2,5) \times 0,0392 \times 8000}{2,5} \\ &= 94,08 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

### b. Perhitungan BOD



Gambar 7. Konsentrasi BOD pada masing-masing membran

$$V_{X0} = 4,9 \text{ ml} \quad X_0 = 15,20 \text{ mg/L}$$

$$V_{X5} = 3,3 \text{ ml} \quad X_5 = 10,23 \text{ mg/L}$$

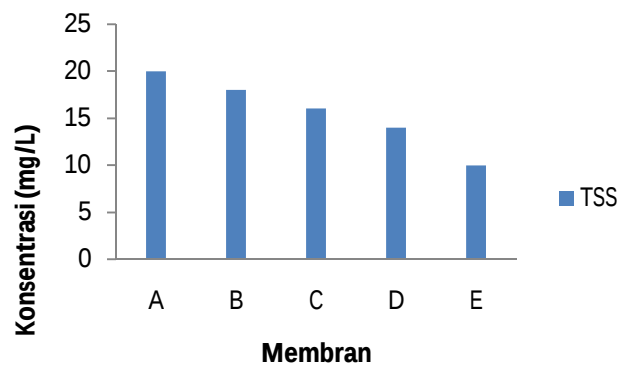
$$V_{B0} = 5 \text{ ml} \quad X_0 = 15,21 \text{ mg/L}$$

$$V_{B5} = 4,6 \text{ ml} \quad X_0 = 14,27 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD} &= \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)X(1-P)}{P} \\ &= \frac{(15,20 - 10,23) - (15,21 - 14,27)X(1-0,0625)}{0,0625} \\ &= 60,80 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

### c. Perhitungan TSS



Gambar 8. Konsentrasi TSS pada masing-masing membran

$$\text{Berat Blanko} + \text{kertas saring} = 0,1957 \text{ gr}$$

$$\text{Berat sampel} + \text{kertas saring} = 0,1967 \text{ gr}$$

$$\text{Volume sampel} = 50 \text{ ml}$$

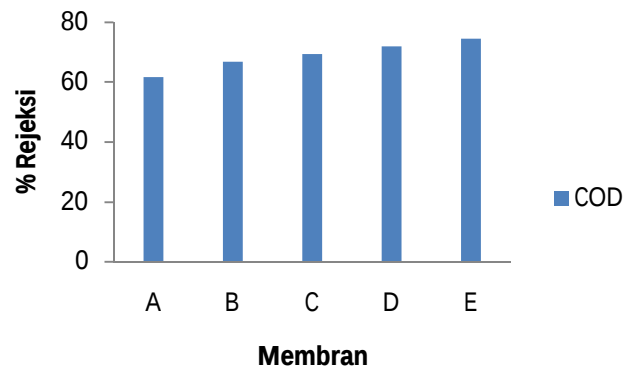
$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{(\text{Berat Blanko} + \text{kertas saring}) - (\text{Berat sampel} + \text{kertas saring}) \times 1.000.000}{\text{Volume sampel}} \\ &= \frac{(0,1967 - 0,1957) \times 1.000.000}{50 \text{ ml}} \\ &= 20 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

## 2.4 Perhitungan % Rejeksi

$$R (\%) = 1 - \frac{C_{permeat}}{C_{feed}} \times 100 \%$$

### a. COD



Gambar 9. % Rejeksi COD pada masing-masing membran

$$C_{permeat} = 94,08 \text{ mg/L}$$

$$C_{feed} = 244,61 \text{ mg/L}$$

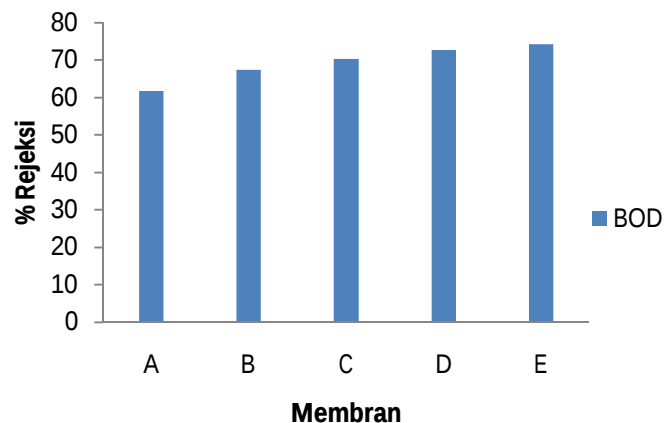
$$R (\%) = 1 - \frac{C_{permeat}}{C_{feed}} \times 100 \%$$

$$= 1 - \frac{94,08}{244,61} \times 100 \%$$

$$= 61,35 \%$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

### b. BOD

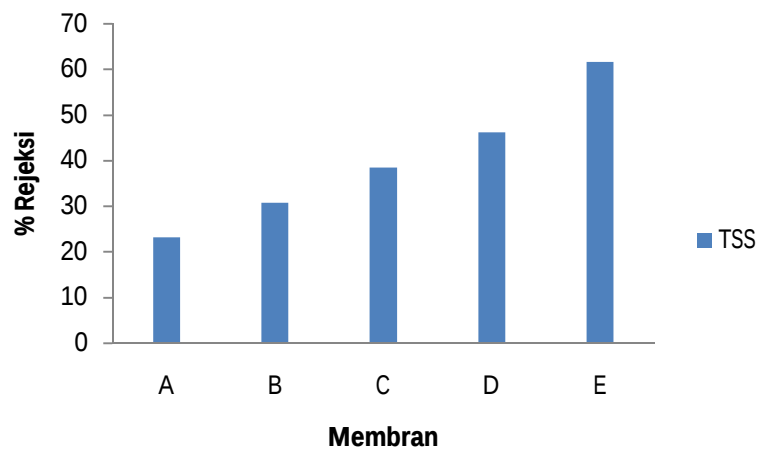


Gambar 10. % Rejeksi BOD pada masing-masing membran

$$\begin{aligned}
 C_{\text{permeat}} &= 60,80 \text{ mg/L} \\
 C_{\text{feed}} &= 158,99 \text{ mg/L} \\
 R (\%) &= 1 - \frac{C_{\text{permeat}}}{C_{\text{feed}}} \times 100 \% \\
 &= 1 - \frac{60,80}{158,99} \times 100 \% \\
 &= 61,75 \%
 \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

### c. TSS



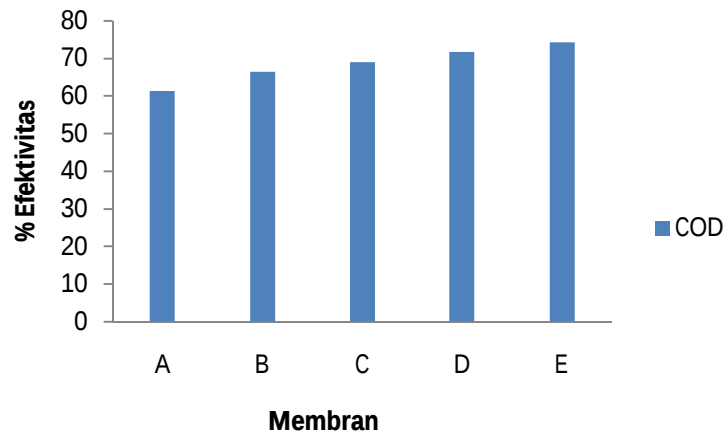
Gambar 11. % Rejeksi TSS pada masing-masing membran

$$\begin{aligned}
 C_{\text{permeat}} &= 20 \text{ mg/L} \\
 C_{\text{feed}} &= 26 \text{ mg/L} \\
 R (\%) &= 1 - \frac{C_{\text{permeat}}}{C_{\text{feed}}} \times 100 \% \\
 &= 1 - \frac{20}{26} \times 100 \% \\
 &= 23,07 \%
 \end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

## 2.5 Perhitungan Efektivitas Penurunan Konsentrasi COD dan BOD dan TSS

### a. % Efektivitas penurunan konsentrasi COD



Gambar 12. % Efektivitas Penurunan COD pada masing-masing membran

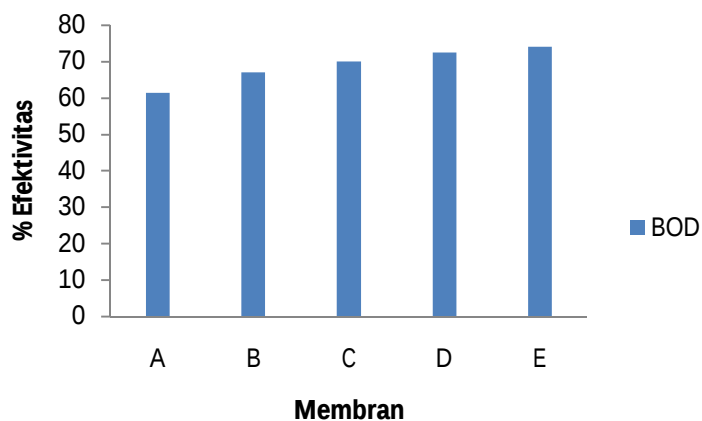
Konsentrasi awal = 244,61 mg/L

Konsentrasi akhir = 60,80 mg/L

$$\begin{aligned}\% \text{ efektivitas penurunan konsentrasi COD} &= \frac{(\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir})}{\text{Konsentrasi awal}} \\ &= \frac{(244,61 - 60,80)}{244,61} \times 100\% \\ &= 61,53 \%\end{aligned}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.

### b. % Efektivitas penurunan konsentrasi BOD



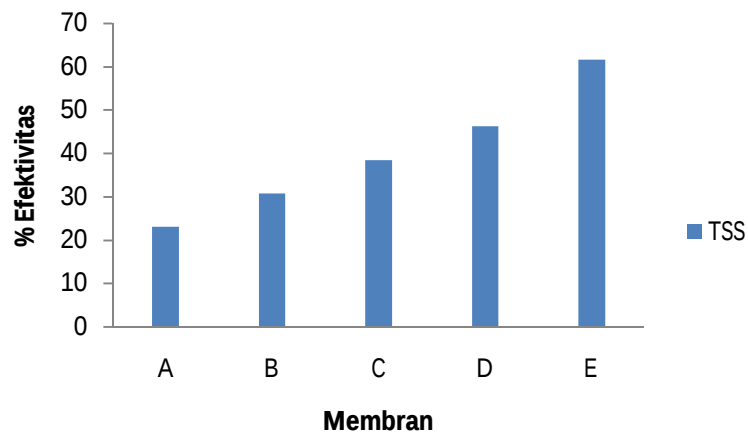
Gambar 13. % Efektivitas Penurunan BOD pada masing-masing membran

Konsentrasi awal = 158,99 mg/L

Konsentrasi akhir = 60,80 mg/L

$$\begin{aligned}\% \text{ efektivitas penurunan konsentrasi COD} &= \frac{(\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir})}{\text{Konsentrasi awal}} \\ &= \frac{(158,99 - 60,80)}{158,99} \times 100\% \\ &= 61,75 \%\end{aligned}$$

**a. % Efektivitas penurunan konsentrasi TSS**



Gambar 14. % Efektivitas Penurunan TSS pada masing-masing membran

Konsentrasi awal = 26 mg/L

Konsentrasi akhir = 20 mg/L

$$\begin{aligned}\% \text{ efektivitas penurunan konsentrasi COD} &= \frac{(\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir})}{\text{Konsentrasi awal}} \\ &= \frac{(26 - 20)}{26} \times 100\% \\ &= 23,07\%\end{aligned}$$

**LAMPIRAN 3**  
**DOKUMENTASI PENELITIAN**

**3.1 Limbah Cair Kelapa Sawit**



Gambar 1. Limbah cair kelapa sawit yang diambil dari kolam terakhir PT.Sawit Mas Sejahtera

**3.2 Proses Pembuatan Membran Keramik**



Gambar 2. Bahan yang digunakan untuk pembuatan membran



Gambar 3. Cetakan membran



Gambar 4. Tungku pembakar dan kayu sebagai bahan pembakar



Gambar 5. Membran Keramik yang telah jadi

### 3.3 Proses Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Dengan Menggunakan Membrane Keramik



Gambar 6. Rangkaian alat Membran Keramik



Gambar 7. Sampel sebelum dan sesudah masuk membran

### 3.4 Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit



Gambar 8. Proses Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit (POME)