

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. **HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Prodi Teknik Lingkungan Universitas Pasundan. Persiapan penelitian dengan melakukan desain reaktor, perakitan reaktor di Laboratorium penelitian UNPAS dan penelitian pendahuluan, serta membuat kurva standar surfaktan.

B.1 Air Bekas Buatan

Sebelum melakukan penelitian utama, terlebih dahulu dilakukan penelitian pendahuluan. Salah satunya adalah melakukan sampling air limbah dari 3 jenis tempat pencucian kendaraan bermotor. Kemudian sampel air limbah dari 3 jenis tempat tersebut diukur kadar COD dan surfaktannya. Setelah dilakukan pengukuran didapatkan hasil untuk tempat pencucian kendaraan kecil kadar COD sebesar 4597,936 mg/l dan surfaktan sebesar 2710,625 mg/l. Untuk tempat pencucian kendaraan sedang memiliki kadar COD sebesar 445,544 mg/l dan surfaktan sebesar 374,8 mg/l. Untuk tempat pencucian kendaraan besar memiliki kadar COD sebesar 6331,584 mg/l dan surfaktan sebesar 4393,75 mg/l. Perbedaan konsentrasi 3 jenis air limbah tersebut disebabkan perbedaan sabun yang digunakan dan cara pembuatan air sabun dilihat dari perbandingan antara sabun dan air yang digunakan di 3 tempat pencucian kendaraan bermotor tersebut. Kemudian dilakukan percobaan pembuatan air limbah yang memiliki konsentrasi yang sama dengan air limbah pada 3 jenis tempat pencucian kendaraan bermotor tersebut. Pembuatan air limbah pencucian kendaraan bermotor dengan cara mencampur sabun yang digunakan di 3 tempat pencucian kendaraan bermotor tersebut dengan air keran Laboratorium Air Teknik Lingkungan Unpas.

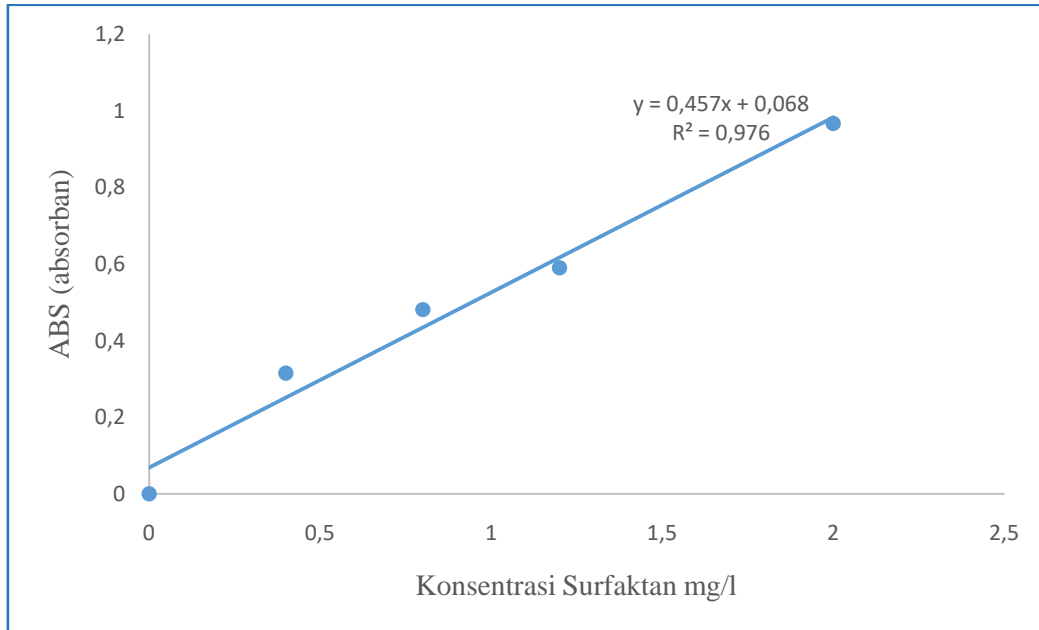
B.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi Surfaktan

Pembuatan kurva kalibrasi dimaksudkan untuk mencari hubungan antara absorban dengan konsentrasi surfaktan. Untuk pembuatan kurva kalibrasi dibuat dari larutan induk Alkil Sulfonat Linier (LAS) 100 mg/l sebanyak 1 liter. Kemudian dari larutan induk standar 100 mg/l diambil 10 ml, lalu diencerkan dengan menambahkan 90 ml aquadest hingga volume 100ml untuk mendapatkan konsentrasi 10 mg/l. Setelah itu, kemudian larutan tersebut diencerkan lagi untuk membuat larutan dengan konsentrasi 0,4 mg/l; 0,8 mg/l; 1,2 mg/l; 2,0 mg/l MBAS. Dari masing-masing konsentrasi tersebut diukur konsentrasi surfaktan dengan metode MBAS untuk mendapatkan kurva kalibrasi yang sesuai dengan *Standard Methods*. Surfaktan anionik bereaksi dengan biru metilen membentuk pasangan ion berwarna biru yang larut dalam pelarut organik. Intensitas warna biru yang terbentuk diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 652 nm. Serapan yang terukur setara dengan kadar surfaktan anionik.

Hasil Pengukuran dan Kurva kalibrasi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Surfaktan pada Panjang Gelombang 652 nm

| Konsentrasi Surfaktan (mg/l) | ABS (absorban) |
|------------------------------|----------------|
| 0 | 0 |
| 0,4 | 0,315 |
| 0,8 | 0,481 |
| 1,2 | 0,59 |
| 2 | 0,967 |



Gambar 1 Kurva Kalibrasi Surfaktan

Nilai persamaan garis yang didapat dari kurva kalibrasi surfaktan adalah $y = 0,457x + 0,0684$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,9765. Ketepatan model (R^2) dilakukan untuk mendeteksi ketepatan yang paling baik dari garis regresi. Uji ini dilakukan dengan melihat besarnya nilai koefisien determinasi.

Menurut hasil yang didapat (R^2) sebesar 0,9765 artinya besarnya pengaruh variabel konsentrasi (x) terhadap perubahan variabel absorben (y) adalah 97,65%, sedangkan sisanya sebesar 2,35% dipengaruhi oleh variabel lain selain variabel konsentrasi. Nilai koefisien determinasi dalam penelitian ini mendekati 1 yang menandakan hubungan antara absorpsi dengan konsentrasi menjadi sangat linear atau mendekati satu garis lurus, sehingga kurva tersebut dapat dikatakan sesuai dengan hukum Lambert Beer ($R^2 = 1$). Dengan demikian kurva dan persamaan kalibrasi ini dapat digunakan untuk pengukuran konsentrasi surfaktan selanjutnya.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat penyisihan COD dan surfaktan dari air bekas buatan pencucian kendaraan bermotor dengan menggunakan media zeolit termodifikasi tipe RA 52. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Air Teknik Lingkungan UNPAS dengan melakukan variasi diameter reaktor, tinggi media, ukuran butir media, jenis limbah, rangkaian media reaktor kontinyu, serta melakukan variasi waktu kontak 3 jenis air bekas buatan pencucian kendaraan bermotor dengan media selama menit ke- 5, 10, 15, 20, 25 dan 30. Hasil dari rangkaian variasi disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Penelitian menggunakan 3 reaktor berbentuk tabung transparan dengan diameter 10 cm, 15, dan 20 cm. Ketebalan reaktor berdiameter 20 cm adalah 5 mm dan untuk reaktor berdiameter 10 dan 15 cm memiliki ketebalan 3 mm. Ketinggian maksimum media zeolit dalam reaktor adalah 90 cm. Pengujian COD dilakukan pada setiap sampel hasil olahan sedangkan pengujian surfaktan dilakukan setelah diperoleh hasil penyisihan COD terbaik dalam 1 variasi.

B.3 Variasi Ketinggian Media

Penentuan ketinggian media optimum dilakukan dengan menggunakan reaktor berbentuk tabung dengan diameter 15 cm, tinggi reaktor 100 cm dan tinggi media zeolit termodifikasi di dalam reaktor sebesar $T_1=30$ cm, $T_2=60$ cm dan $T_3=90$ cm. Variasi ketinggian media menggunakan ukuran butir media zeolit termodifikasi 1 mm dan media karbon aktif berdiameter >3 mm dengan jenis air limbah buatan bekas pencucian kendaraan bermotor sedang. Nilai COD dan surfaktan yang didapatkan dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Air Teknik Lingkungan UNPAS dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan COD Variasi Ketinggian Media Zeolit dan Karbon Aktif

| Variasi | Ketinggian (cm) | Waktu Kontak (menit) | COD Media Zeolit | | | COD Media Karbon Aktif | | |
|---------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| | | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | Penyisihan (%) | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | Penyisihan (%) |
| T1 | 30 | 5 | 445,54 | 64,81* | 85,45 | 445,54 | 190,37 | 57 |
| | | 10 | | 76,96 | 82,73 | | 251,12 | 44 |
| | | 15 | | 93,16 | 79,09 | | 174,17 | 61 |
| | | 20 | | 68,86 | 84,55 | | 170,12 | 62 |
| | | 25 | | 85,06 | 80,91 | | 170,12 | 62 |
| | | 30 | | 89,11 | 80,00 | | 178,22 | 60 |
| T2 | 60 | 5 | 567,06 | 32,40* | 94,29 | 567,06 | 113,41 | 78 |
| | | 10 | | 32,40 | 94,29 | | 89,11 | 83 |
| | | 15 | | 64,81 | 88,57 | | 105,31 | 80 |
| | | 20 | | 68,86 | 87,86 | | 105,31 | 80 |
| | | 25 | | 60,76 | 89,29 | | 101,26 | 81 |
| | | 30 | | 72,91 | 87,14 | | 93,16 | 82 |
| T3 | 90 | 5 | 452,26 | 28,38* | 93,72 | 452,26 | 45,23 | 90 |
| | | 10 | | 60,30 | 86,67 | | 82,91 | 82 |
| | | 15 | | 71,61 | 84,17 | | 146,98 | 68 |
| | | 20 | | 90,45 | 80,00 | | 162,06 | 64 |
| | | 25 | | 105,53 | 76,67 | | 177,13 | 61 |
| | | 30 | | 94,22 | 79,17 | | 180,90 | 60 |

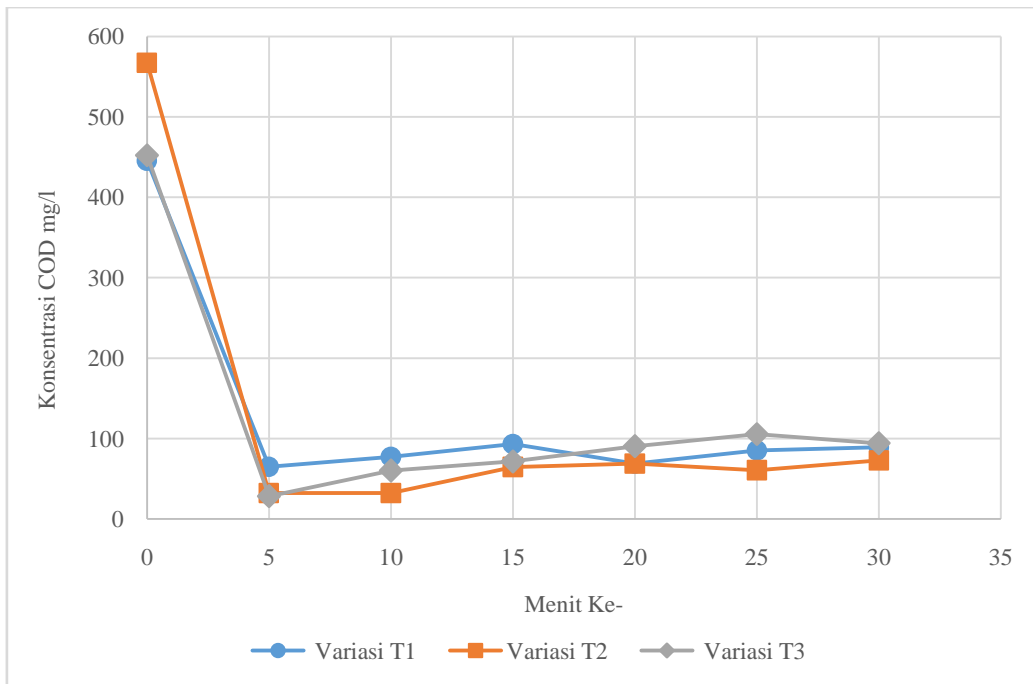
Keterangan : *Konsentrasi COD Terbaik

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Surfaktan Anionik Variasi Ketinggian Media Zeolit dan Karbon Aktif

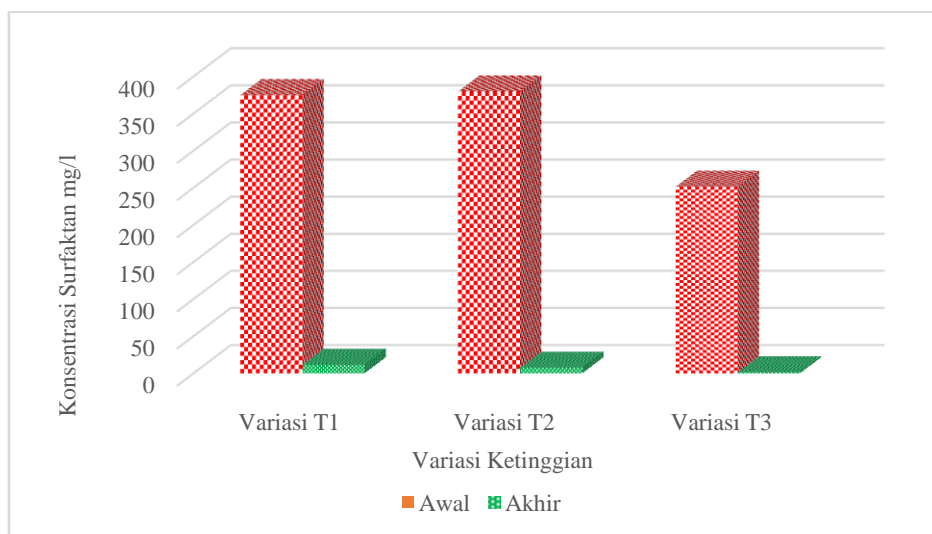
| Variasi Ketinggian | Surfaktan Anionik Media Zeolit | | | | Surfaktan Anionik Media Karbon Aktif | | | |
|--------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| | Waktu Kontak (menit) | Kons. Awal (mg/L) | Kons. Akhir (mg/L) | Penyisihan (%) | Waktu Kontak (menit) | Kons. Awal (mg/L) | Kons. Akhir (mg/L) | Penyisihan (%) |
| 30 cm | 5 | 374,80 | 11,31 | 96,98 | 20 | 371,30 | 19,6 | 95 |
| 60 cm | 5 | 379,50 | 7,53 | 98,02 | 10 | 379,50 | 23,3 | 94 |
| 90 cm | 5 | 251,25 | 1,24 | 99,51 | 5 | 251,25 | 5,225 | 98 |

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa variasi ketinggian media dan waktu kontak berpengaruh dalam proses penyisihan COD dan surfaktan. Dilihat dari Tabel 2 dan 3 nilai awal COD sebesar 445,54-567,06 mg/l dan surfaktan sebesar 251,25-379,5 mg/l, dengan variasi ketinggian media zeolit 30-90 cm mengalami penurunan yang signifikan. Sedangkan untuk media karbon aktif, penurunan COD dan surfaktan juga terjadi cukup baik, meskipun tidak setinggi media zeolit.

Secara grafik konsentrasi penyisihan COD dan surfaktan pada variasi ketinggian media dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2 Grafik Konsentrasi Penyisihan COD Variasi Ketinggian Media Zeolit



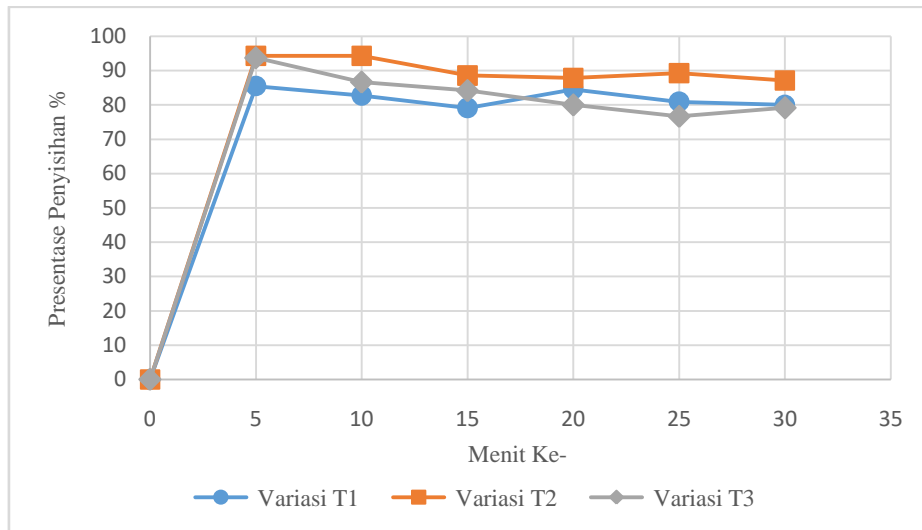
Gambar 3 Penyisihan Surfaktan Variasi Ketinggian Media Zeolit Pada Waktu Kontak 5 Menit

Dari Gambar 2 terlihat variasi ketinggian media zeolit di menit ke-5 sampai menit ke-30 mengalami penurunan konsentrasi COD, dengan nilai penurunan pada ketinggian 30 cm menjadi 64,81-93,16 mg/l. Variasi ketinggian media zeolit 60 cm mengalami penurunan menjadi 32,40-72,91 mg/l. Variasi ketinggian media zeolit 90 cm mengalami penurunan menjadi 28,38-105,53 mg/l. Penyisihan COD terbaik didapat pada waktu kontak selama 5 menit dan waktu tersebut dipilih untuk melakukan pemeriksaan surfaktan. Dari Gambar 5.3 terlihat untuk pemeriksaan surfaktan mengalami penurunan konsentrasi pada ketinggian media 30 cm menjadi 11,31 mg/l, ketinggian media 60 cm menjadi 7,53 mg/l, dan ketinggian media 90 cm menjadi 1,24 mg/l.

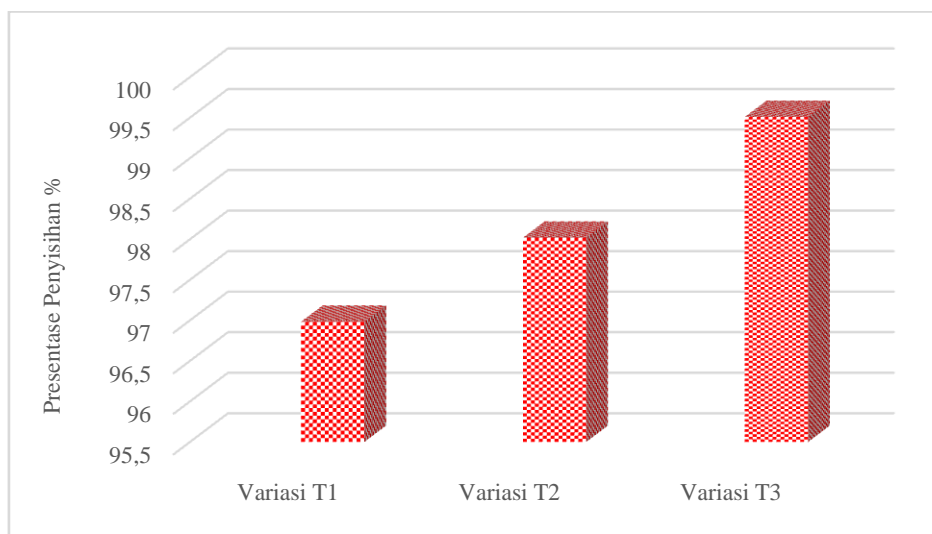
Menurut Muin [1], *Treated Natural Zeolit* (TNZ) tidak membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan proses penukaran ion, hanya membutuhkan waktu yang sangat singkat. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Indah dkk. [2], yang memiliki waktu kontak optimum pada waktu di bawah 15 menit. Dengan semakin lamanya waktu kontak, jumlah adsorbat yang terserap permukaan adsorben semakin meningkat sehingga tercapai titik

setimbang. Pada saat titik kesetimbangan tercapai maka permukaan adsorben sudah dipenuhi oleh adsorbat. Jika air limbah mempunyai konsentrasi yang tinggi maka adsorben tidak mampu mengadsorpsi lagi [3].

Hasil presentase penyisihan COD dan surfaktan dengan variasi ketinggian media dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



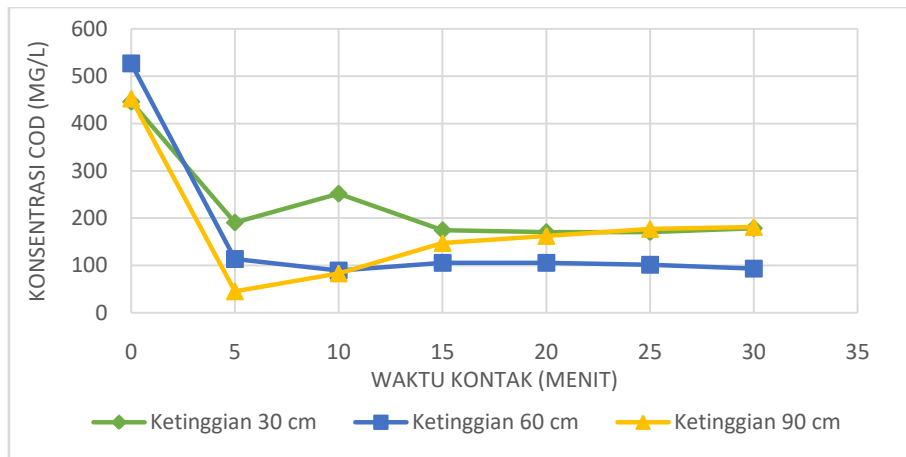
Gambar 4 Grafik Presentase Penyisihan COD Variasi Ketinggian Media



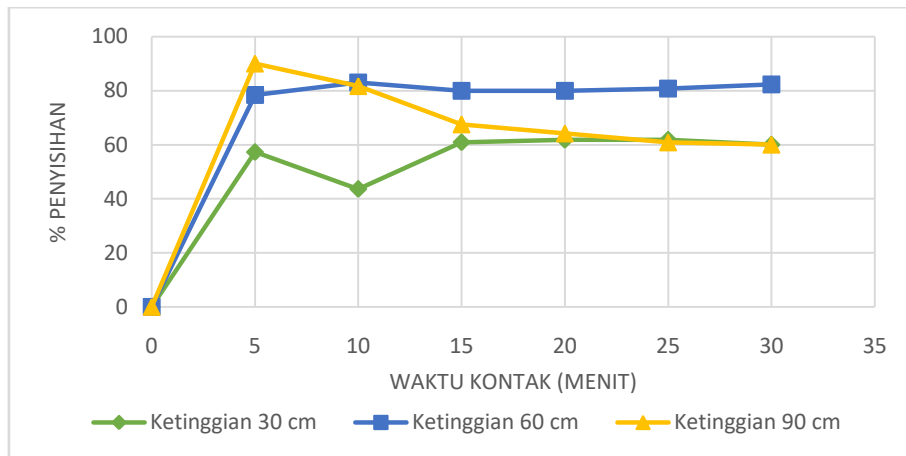
Gambar 5 Grafik Presentase Penyisihan Surfaktan Variasi Ketinggian Media Pada Waktu Kontak 5 Menit

Dari Gambar 4 terlihat presentase penyisihan COD pada ketinggian media 90 cm sebesar 93,72%, pada ketinggian media 60 cm sebesar 94,29%, dan ketinggian media 30 cm sebesar 85,45%. Presentase penyisihan terbaik didapatkan pada waktu kontak selama 5 menit pada setiap variasi ketinggian media. Dari Gambar 5 terlihat pemeriksaan surfaktan pada waktu kontak 5 menit mendapatkan presentase penyisihan pada ketinggian media 90 cm sebesar 99,51%, pada ketinggian media 60 cm sebesar 98,02%, dan pada ketinggian 30 cm sebesar 96,98%. Dari kedua parameter COD dan surfaktan angka penyisihan terbaik didapat dari ketinggian media 90 cm. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo [4], di mana RA 52 mampu menurunkan konsentrasi air limbah buatan pencucian kendaraan bermotor dengan presentase penyisihan 95,77%

Secara grafik penyisihan COD variasi ketinggian 30 cm, 60 cm, dan 90 cm media karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 6 dan persentase penyisihan COD pada Gambar 7 berikut ini.



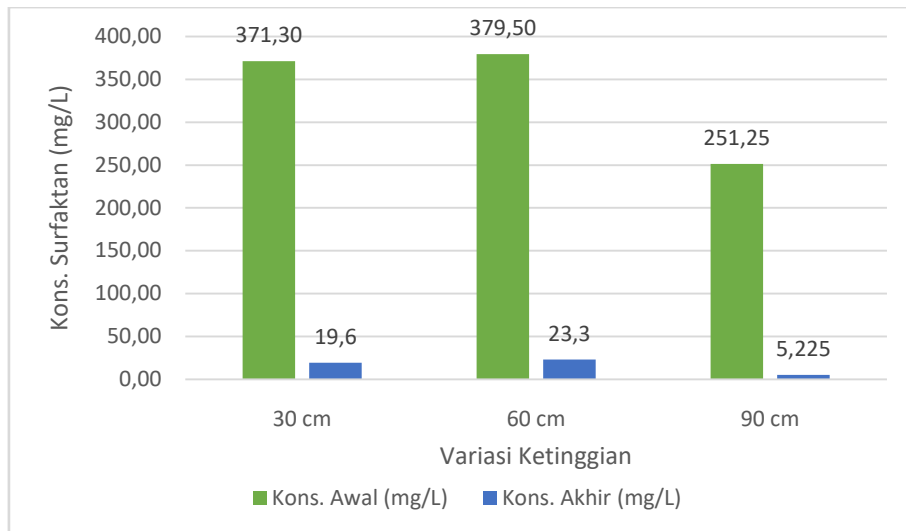
Gambar 6 Grafik Penyisihan Kadar COD Variasi Ketinggian Media Karbon Aktif



Gambar 7 Persentase Penyisihan COD Variasi Ketinggian Media Karbon Aktif

Dari Gambar 6 dan Gambar 7 terlihat bahwa pada ketinggian 30 cm penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-20 dimana konsentrasi akhir sebesar 170,12 mg/L, sedangkan pada ketinggian 60 cm penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-10 dengan konsentrasi akhir sebesar 89,11 mg/L, dan pada ketinggian 90 cm penyisihan COD terbesar terjadi menit ke-5 dengan konsentrasi akhir sebesar 45,23 mg/L. Hasil yang diperoleh menunjukkan semakin tinggi media semakin sedikit waktu yang diperlukan untuk menyaring zat organik dan sebaliknya semakin rendah ketinggian media, diperlukan waktu yang cukup lama untuk menyaring zat organik. Pengaruh waktu adsorpsi dapat dilihat dari konsentrasi COD pada grafik di atas. Konsentrasi COD akan turun hingga mencapai titik optimum kemudian stabil atau sedikit menaik setelah melewati waktu kesetimbangannya. Naiknya konsentrasi COD dikarenakan karbon aktif telah mencapai titik jenuhnya. Dalam penelitian ini hasil yang paling baik adalah ketebalan 90 cm yang mengalami penurunan konsentrasi COD yang lebih baik dibandingkan dengan ketinggian 30 cm dan 60 cm. Hal ini dikarenakan filtrasi yang digunakan sesuai dengan metode yang semakin tebal media maka hasil yang diperoleh akan semakin baik. Menurut hasil penelitian Suhartana [5], bahwa semakin tebal media semakin bagus hasil yang didapat sehingga apabila dengan susunan tersebut ditambah ketebalan medianya akan menurunkan konsentrasi COD lebih baik lagi..

Pengujian konsentrasi surfaktan anionik dilakukan pada sampel yang memiliki persentase penyisihan COD tertinggi pada setiap variasi. Pada media karbon aktif, variasi ketinggian 30 cm sampel yang diuji surfaktannya adalah sampel pada menit ke-20; variasi ketinggian 60 cm sampel yang diuji surfaktannya adalah sampel pada menit ke-10; dan variasi ketinggian 90 cm sampel yang diuji surfaktannya adalah sampel pada menit ke-5. Hasil penyisihan surfaktan anionik dapat dilihat Tabel 3 dan Gambar 8.



Gambar 8 Grafik Penyisihan Surfaktan Anionik Variasi Ketinggian Media Karbon Aktif

Dari Tabel 3 dan Gambar 8 di atas dapat dilihat penyisihan surfaktan anionik menggunakan karbon aktif mencapai lebih dari 90%. Konsentrasi surfaktan pada ketinggian 30 cm sebesar 371,30 mg/L dengan waktu kontak media 20 menit dapat menyisihkan surfaktan sebanyak 95% dengan konsentrasi akhir sebesar 19,6 mg/L; konsentrasi surfaktan pada ketinggian 60 cm sebesar 379,50 mg/L dengan waktu kontak media 10 menit dapat menyisihkan surfaktan sebanyak 94% dengan konsentrasi akhir sebesar 23,3 mg/L; dan konsentrasi surfaktan pada ketinggian 90 cm sebesar 251,25 mg/L dengan waktu kontak media 5 menit dapat menyisihkan surfaktan sebanyak 98% dengan konsentrasi akhir sebesar 5,225 mg/L. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar surfaktan pada air bekas cucian kendaraan. Hal ini dibuktikan dari penurunan konsentrasi yang signifikan pada sebelum dan sesudah penyaringan.

Setelah dilakukan pemeriksaan COD dan surfaktan kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Perbandingan Nilai COD dan Surfaktan dengan Baku Mutu Variasi Ketinggian Media Zeolit

| Variasi Ketinggian (cm) | Waktu Kontak (menit) | COD | | Baku Mutu COD (mg/l) | Surfaktan | | Baku Mutu Surfaktan (mg/l) |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | |
| 30 | 5 | 445,54 | 64,81 | 180 | 374,80 | 11,31 | 3 |
| | 10 | | 76,96 | | | | |
| | 15 | | 93,16 | | | | |
| | 20 | | 68,86 | | | | |
| | 25 | | 85,06 | | | | |
| | 30 | | 89,11 | | | | |
| | 60 | | 5 | | | 567,06 | |
| 10 | | 32,40 | | | | | |
| 15 | | 64,81 | | | | | |
| 20 | | 68,86 | | | | | |
| 25 | | 60,76 | | | | | |
| 30 | | 72,91 | | | | | |

| Variasi Ketinggian (cm) | Waktu Kontak (menit) | COD | | Baku Mutu COD (mg/l) | Surfaktan | | Baku Mutu Surfaktan (mg/l) |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | |
| 90 | 5 | 452,26 | 28,38 | 251,25 | 1,24 | | |
| | 10 | | 60,30 | | | | |
| | 15 | | 71,61 | | | | |
| | 20 | | 90,45 | | | | |
| | 25 | | 105,53 | | | | |
| | 30 | | 94,22 | | | | |

Keterangan: * = Tidak Memenuhi Baku Mutu

Tabel 5 Perbandingan Nilai COD dan Surfaktan dengan Baku Mutu Variasi Ketinggian Media Karbon Aktif

| Variasi Ketinggian (cm) | Waktu Kontak (menit) | COD | | Baku Mutu COD (mg/l) | Surfaktan | | Baku Mutu Surfaktan (mg/l) |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | |
| 30 | 5 | 445,54 | 190,37* | 180 | 374,80 | 19,6* | 3 |
| | 10 | | 251,12* | | | | |
| | 15 | | 174,17 | | | | |
| | 20 | | 170,12 | | | | |
| | 25 | | 170,12 | | | | |
| | 30 | | 178,22 | | | | |
| 60 | 5 | 567,06 | 113,41 | 379,50 | 23,3* | | |
| | 10 | | 89,11 | | | | |
| | 15 | | 105,31 | | | | |
| | 20 | | 105,31 | | | | |
| | 25 | | 101,26 | | | | |
| | 30 | | 93,16 | | | | |
| 90 | 5 | 452,26 | 45,23 | 251,25 | 5,2* | | |
| | 10 | | 82,91 | | | | |
| | 15 | | 146,98 | | | | |
| | 20 | | 162,06 | | | | |
| | 25 | | 177,13 | | | | |
| | 30 | | 180,90* | | | | |

Keterangan: * = Tidak Memenuhi Baku Mutu

Dari Tabel 4 menunjukkan adanya penurunan COD dan surfaktan setelah melewati media zeolit. Hasil akhir penurunan konsentrasi COD dan Surfaktan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri Sabun, Deterjen Dan Produk Minyak Nabati. Nilai akhir konsentrasi yang memenuhi baku mutu didapat dari ketinggian 90 cm untuk COD sebesar 28,38 mg/l dan untuk surfaktan sebesar 1,24 mg/l, dan konsentrasi surfaktan yang tidak memenuhi baku mutu didapat dari ketinggian 30 cm sebesar 11,31mg/l dan ketinggian 60 cm sebesar 7,53 mg/l. Maka ketinggian media terpilih adalah ketinggian 90 cm, dan ketinggian media ini digunakan untuk penentuan optimasi pada variasi selanjutnya.

Hasil penelitian ini serupa dengan yang diperoleh dalam penelitian Agustina, dkk. [6] dan Christi, dkk. [7], di mana semakin tinggi massa zeolit, maka semakin kecil kadar air limbah hasil olahan. Hal tersebut dikarenakan peningkatan kontak antara permukaan zeolit yang berpori dan molekul yang terkandung di dalam air limbah. Daya adsorpsi filtrat mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya ketinggian massa total filter.

Peningkatan ini disebabkan karena mineral-mineral dari zeolit yang terbawa oleh aliran filtrat sehingga nilai adsorpsi filtrat meningkat [8].

Dari Tabel 5 terlihat bahwa media karbon aktif dapat menurunkan konsentrasi COD dan surfaktan. Akan tetapi hasil penurunan COD hanya sebagian yang memenuhi baku mutu, sedangkan seluruh variasi ketinggian media karbon aktif belum dapat menurunkan konsentrasi surfaktan sampai memenuhi baku mutu. Hal ini dimungkinkan karena sebagian dari karbon aktif melarut sehingga surfaktan yang telah diserap karbon aktif kembali larut dan meningkatkan konsentrasi COD dan surfaktan yang terukur.

B.4 Variasi Diameter Reaktor

Penentuan diameter reaktor optimum dilakukan dengan menggunakan reaktor berbentuk tabung dengan diameter D1=10 cm, D2=15 cm, dan D3=20 cm, tinggi reaktor 100 cm dan tinggi terpilih media zeolit termodifikasi dan karbon aktif di dalam reaktor sebesar 90 cm. Variasi diameter reaktor menggunakan ukuran butir media zeolit termodifikasi 1 mm dan media karbon aktif berdiameter > 3 mm dengan jenis air limbah buatan bekas pencucian kendaraan bermotor sedang. Nilai COD dan surfaktan yang didapatkan dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Air Teknik Lingkungan UNPAS dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pemeriksaan COD Variasi Diameter Reaktor

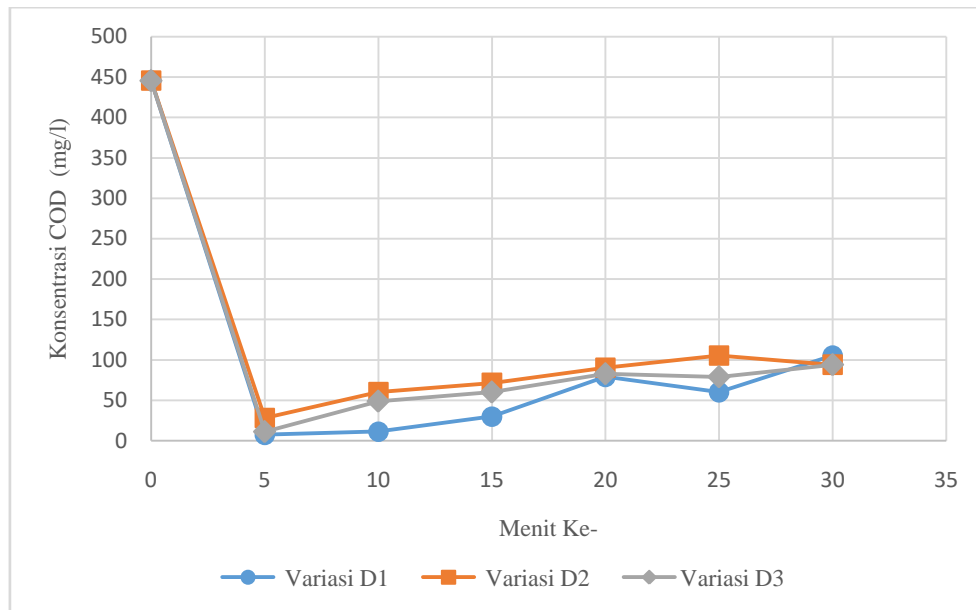
| Variasi | Diameter (cm) | Waktu Kontak (menit) | COD Media Zeolit | | | COD Media Karbon Aktif | | |
|---------|---------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| | | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | Penyisihan (%) | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | Penyisihan (%) |
| D1 | 10 | 5 | 452,26 | 7,54 | 98,33 | 452,26 | 0 | 100 |
| | | 10 | | 11,31 | 97,50 | | 15,08 | 97 |
| | | 15 | | 30,15 | 93,33 | | 41,46 | 91 |
| | | 20 | | 79,14 | 82,50 | | 79,14 | 82 |
| | | 25 | | 60,30 | 86,67 | | 45,23 | 90 |
| | | 30 | | 105,53 | 76,67 | | 64,07 | 86 |
| D2 | 15 | 5 | 452,26 | 28,38 | 93,72 | 452,26 | 45,23 | 90 |
| | | 10 | | 60,30 | 86,67 | | 82,91 | 82 |
| | | 15 | | 71,61 | 84,17 | | 146,98 | 68 |
| | | 20 | | 90,45 | 80,00 | | 162,06 | 64 |
| | | 25 | | 105,53 | 76,67 | | 177,13 | 61 |
| | | 30 | | 94,22 | 79,17 | | 180,90 | 60 |
| D3 | 20 | 5 | 527,63 | 11,31 | 97,86 | 527,63 | 51,26 | 90 |
| | | 10 | | 48,99 | 90,71 | | 56,53 | 89 |
| | | 15 | | 60,30 | 88,57 | | 82,91 | 84 |
| | | 20 | | 82,91 | 84,29 | | 94,22 | 82 |
| | | 25 | | 79,14 | 85,00 | | 105,53 | 80 |
| | | 30 | | 94,22 | 82,14 | | 101,76 | 81 |

Tabel 7 Hasil Pemeriksaan Surfaktan Anionik Variasi Diameter Reaktor

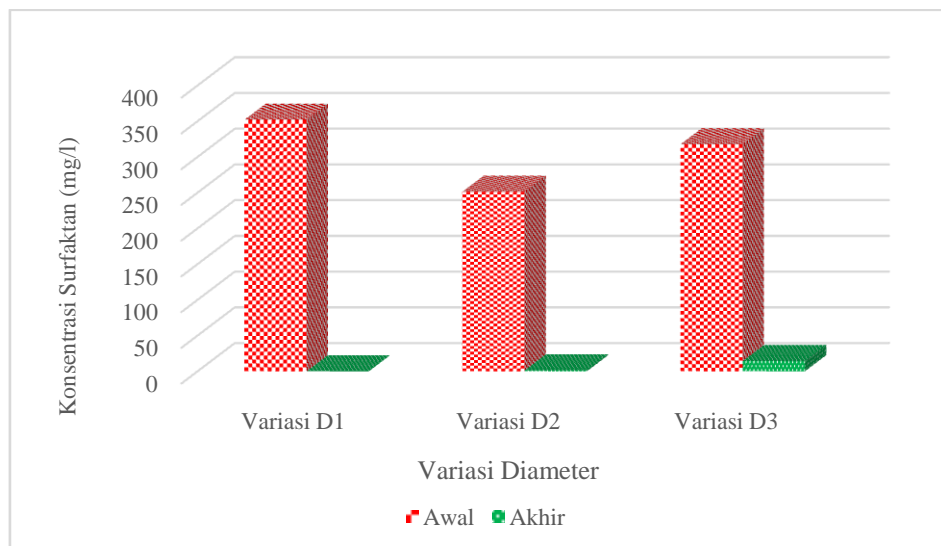
| Variasi Diameter | Waktu Kontak (menit) | Surfaktan Media Zeolit | | | Surfaktan Media Karbon Aktif | | |
|------------------|----------------------|------------------------|--------------------|----------------|------------------------------|--------------------|----------------|
| | | Kons. Awal (mg/L) | Kons. Akhir (mg/L) | Penyisihan (%) | Kons. Awal (mg/L) | Kons. Akhir (mg/L) | Penyisihan (%) |
| 10 cm | 5 | 351,81 | 0 | 100 | 351,81 | 1,9 | 99 |
| 15 cm | 5 | 251,25 | 1,24 | 99,51 | 251,25 | 5,2 | 98 |
| 20 cm | 5 | 317,5 | 14,16 | 95,54 | 317,50 | 6 | 98 |

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa variasi diameter reaktor dan waktu kontak berpengaruh dalam proses penyisihan COD dan surfaktan. Dilihat dari Tabel 6 nilai awal COD sebesar 452,26-527,63 mg/l dan dari Tabel 7 nilai awal surfaktan sebesar 251,25-351,81 mg/l, dengan variasi diameter reaktor 10, 15, 20 cm mengalami penurunan yang signifikan.

Secara grafik penyisihan COD dan surfaktan pada variasi diameter reaktor media zeolit dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10. Dari Gambar 9 terlihat variasi diameter reaktor di menit ke-5 sampai menit ke-30 mengalami penurunan konsentrasi COD, dengan nilai penurunan pada diameter reaktor 10 cm menjadi 7,54-105,53 mg/l, pada diameter reaktor 15 cm mengalami penurunan menjadi 28,38-105,53 mg/l, dan pada diameter reaktor 20 cm mengalami penurunan sebesar 11,31-94,22 mg/l. Penyisihan COD terbaik didapat pada waktu kontak selama 5 menit dan waktu tersebut dipilih untuk melakukan pemeriksaan surfaktan. Dari Gambar 10 terlihat untuk pemeriksaan surfaktan mengalami penurunan konsentrasi pada diameter reaktor 10 cm menjadi 0 mg/l, diameter reaktor 15 cm menjadi 1,24 mg/l, dan diameter reaktor 20 cm menjadi 14,16 mg/l.

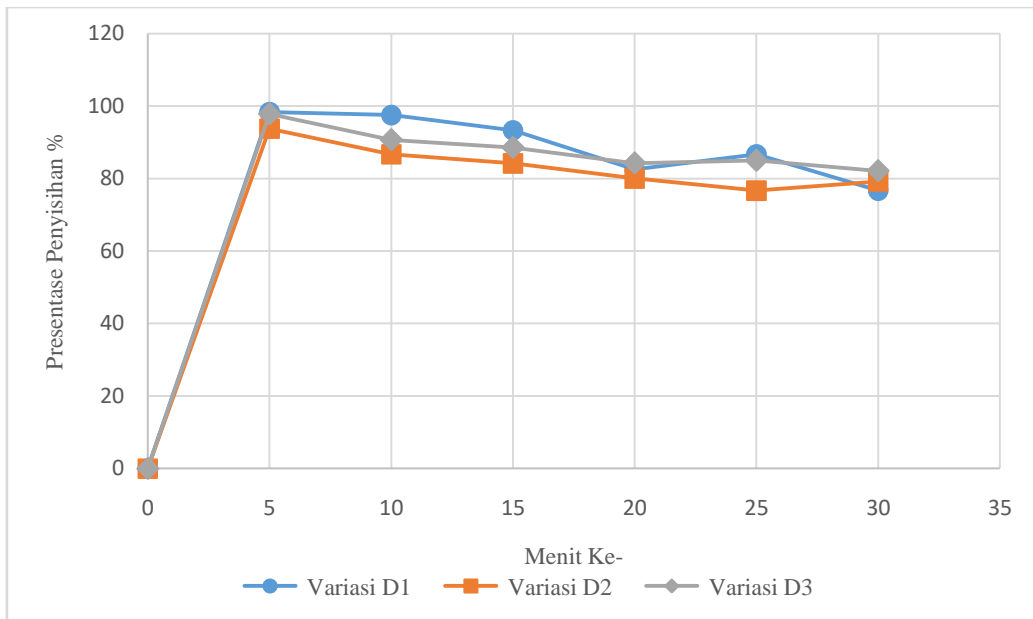


Gambar 9 Grafik Penyisihan COD Variasi Diameter Reaktor Media Zeolit

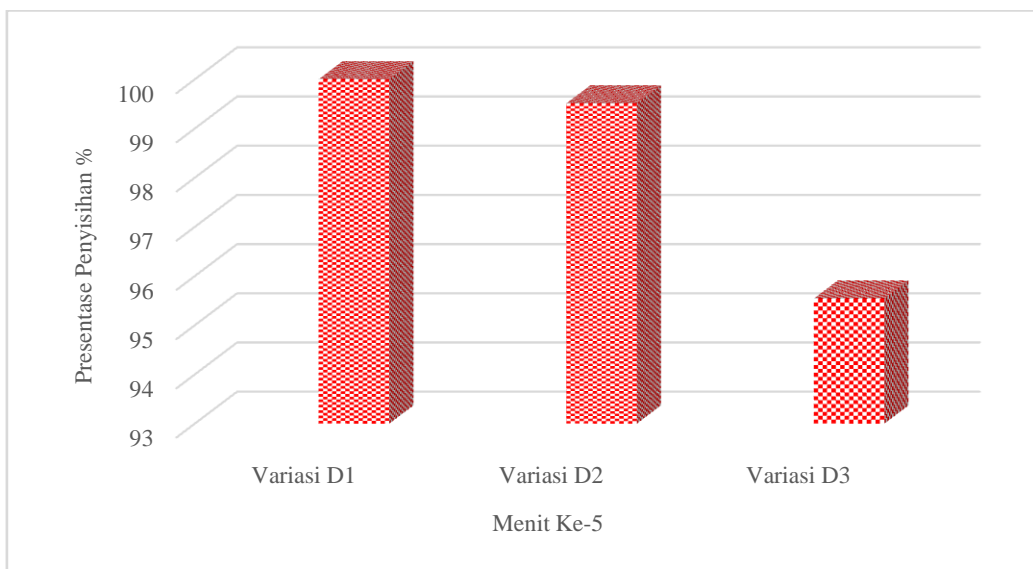


Gambar 10 Penyisihan Surfaktan Variasi Diameter Reaktor Media Zeolit pada Waktu Kontak 5 Menit

Hasil presentase penyisihan COD dan surfaktan dengan variasi diameter reaktor media zeolit dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



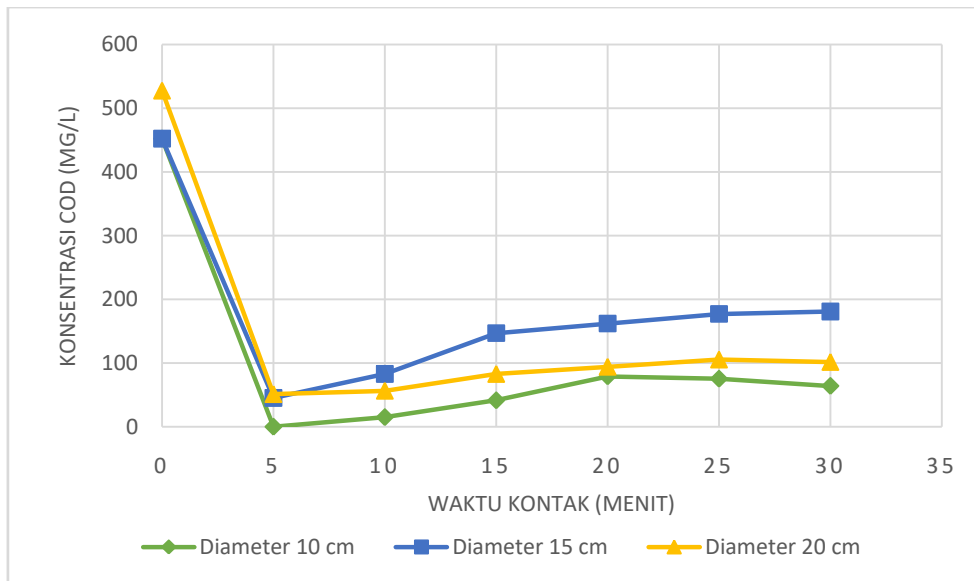
Gambar 11 Grafik Presentase Penyisihan COD Variasi Diameter Reaktor Media Zeolit



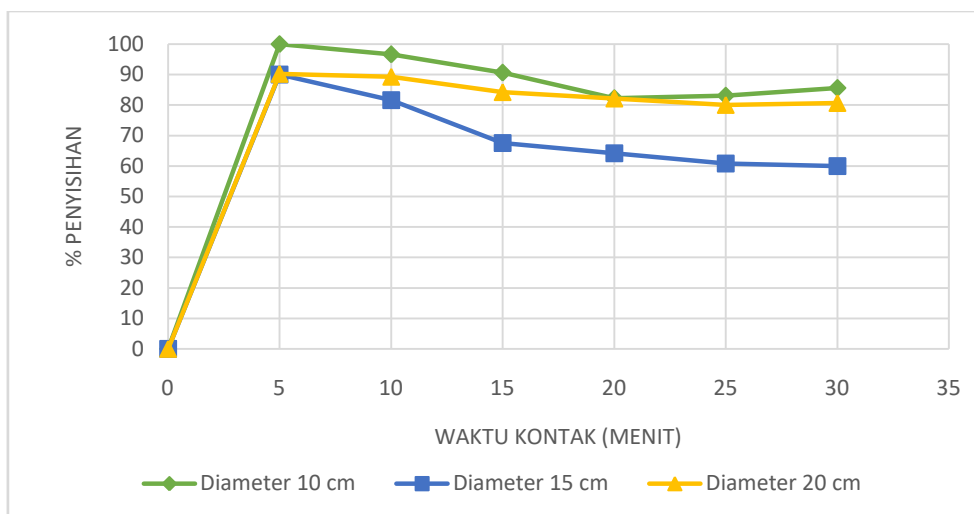
Gambar 12 Presentase Penyisihan Surfaktan Variasi Diameter Reaktor Media Zeolit pada Waktu Kontak 5 Menit

Dari Gambar 11 terlihat presentase penyisihan COD pada diameter reaktor 10 cm sebesar 98,33%, pada diameter reaktor 15 cm sebesar 93,72%, dan diameter reaktor 20 cm sebesar 97,86%. Presentase penyisihan terbaik didapatkan pada waktu kontak selama 5 menit pada setiap variasi diameter reaktor. Dari Gambar 9 terlihat pemeriksaan surfaktan pada waktu kontak 5 menit mendapatkan presentase penyisihan pada diameter reaktor 10 cm sebesar 100%, pada diameter reaktor 15 cm sebesar 99,51%, dan diameter reaktor 20 cm sebesar 95,54%. Dari kedua parameter COD dan surfaktan angka penyisihan terbaik didapat dari diameter reaktor 10 cm.

Pada media karbon aktif, penyisihan COD variasi diameter 10 cm, 15 cm, dan 20 cm dapat dilihat pada Gambar 13 dan persentase penyisihan COD pada Gambar 14 berikut ini.



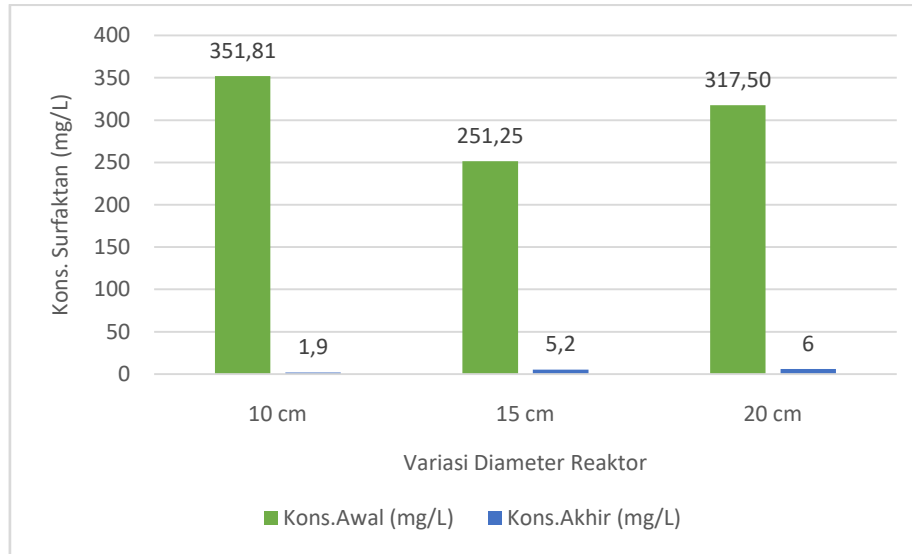
Gambar 13 Grafik Penyisihan Kadar COD Variasi Diameter Reaktor Media Karbon Aktif



Gambar 14 Persentase Penyisihan COD Variasi Diameter Reaktor Media Karbon Aktif

Dari Gambar 13 dan Gambar 14 terlihat bahwa pada diameter 10 cm penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-5 dengan konsentrasi akhir sebesar 0 mg/L, sedangkan pada diameter 15 cm penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-5 dengan konsentrasi akhir sebesar 45,23 mg/L, dan pada diameter 20 cm penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-5 dengan konsentrasi akhir sebesar 51,26 mg/L. Ketiga jenis variasi memiliki waktu optimum pada menit ke-5 dengan penyisihan di atas 90%. Sedangkan pada menit selanjutnya mengalami penurunan adsorpsi sehingga penurunan konsentrasi COD tidak optimum lagi. Hasil yang diperoleh menunjukkan semakin kecil diameter reaktor maka semakin besar penyisihan yang terjadi. Hal ini disebabkan pada diameter reaktor yang kecil, terdapat waktu tunggu untuk air mengalir dari permukaan menuju bawah reaktor. Sedangkan pada reaktor berdiameter besar interval untuk air mencapai bawah reaktor terbilang cepat sehingga zat organik yang telah terikat pada permukaan karbon aktif sebelumnya akan terlepas kembali dan menyebabkan desorpsi.

Pengujian konsentrasi surfaktan anionik pada media karbon aktif dilakukan pada sampel yang memiliki persentase penyisihan COD tertinggi pada setiap variasi. Pada variasi diameter 10 cm, 15 cm, dan 20 cm media karbon aktif, sampel yang diuji surfaktannya adalah sampel menit ke-5. Hasil penyisihan surfaktan anionik dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 15 di bawah ini.



Gambar 15 Grafik Penyisihan Surfaktan Anionik Variasi Diameter Reaktor Media Karbon Aktif

Dari Tabel 7 dan Gambar 15 di atas dapat dilihat penyisihan surfaktan anionik menggunakan karbon aktif mencapai lebih dari 98%. Konsentrasi surfaktan pada diameter 10 cm sebesar 351,81 mg/L dengan waktu kontak media 5 menit dapat menyisihkan surfaktan sebanyak 99% dengan konsentrasi akhir sebesar 1,9 mg/L. Konsentrasi surfaktan pada diameter 15 cm sebesar 251,25 mg/L dengan waktu kontak media 5 menit dapat menyisihkan surfaktan sebanyak 98% dengan konsentrasi akhir sebesar 5,2 mg/L. Dan konsentrasi surfaktan pada diameter 20 cm sebesar 317,50 mg/L dengan waktu kontak media 5 menit dapat menyisihkan surfaktan sebanyak 98% dengan konsentrasi akhir sebesar 6 mg/L. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar surfaktan pada air bekas cucian kendaraan. Hal ini dibuktikan dari penurunan konsentrasi yang signifikan pada sebelum dan sesudah penyaringan.

Setelah dilakukan pemeriksaan COD dan surfaktan kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Perbandingan Nilai COD dan Surfaktan dengan Baku Mutu Variasi Diameter Reaktor Media Zeolit

| Variasi Diameter Reaktor (mm) | Waktu Kontak (menit) | COD | | Baku Mutu COD (mg/l) | Surfaktan | | Baku Mutu Surfaktan (mg/l) |
|-------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | |
| 10 | 5 | 452,26 | 7,54 | 180 | 351,81 | 0,00 | 3 |
| | 10 | | 11,31 | | | | |
| | 15 | | 30,15 | | | | |
| | 20 | | 79,14 | | | | |
| | 25 | | 60,30 | | | | |
| | 30 | | 105,53 | | | | |
| 15 | 5 | 452,26 | 28,38 | 180 | 251,25 | 1,24 | 3 |
| | 10 | | 60,30 | | | | |
| | 15 | | 71,61 | | | | |
| | 20 | | 90,45 | | | | |
| | 25 | | 105,53 | | | | |
| | 30 | | 94,22 | | | | |
| 20 | 5 | 527,63 | 11,31 | 180 | 317,5 | 14,16* | 3 |
| | 10 | | 48,99 | | | | |
| | 15 | | 60,30 | | | | |
| | 20 | | 82,91 | | | | |
| | 25 | | 79,14 | | | | |

| Variasi Diameter Reaktor (mm) | Waktu Kontak (menit) | COD | | Baku Mutu COD (mg/l) | Surfaktan | | Baku Mutu Surfaktan (mg/l) |
|-------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | |
| | 30 | | 94,22 | | | | |

Keterangan: * = Tidak Memenuhi Baku Mutu

Dari Tabel 8 menunjukkan adanya penurunan COD dan surfaktan setelah melewati media zeolit. Hasil akhir penurunan konsentrasi COD dan Surfaktan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri Sabun, Deterjen Dan Produk Minyak Nabati. Nilai akhir konsentrasi yang memenuhi baku mutu didapat dari diameter 10 cm untuk COD sebesar 7,54 mg/l dan untuk surfaktan sebesar 0 mg/l, dan diameter 15 cm untuk COD sebesar 28,38 mg/l dan untuk surfaktan sebesar 1,24 mg/l. Nilai konsentrasi surfaktan yang tidak memenuhi baku mutu didapat dari ketinggian 30 cm sebesar 14,16 mg/l. Maka diameter reaktor terpilih adalah diameter 10 cm karena memiliki angka penyisihan dengan konsentrasi paling kecil, dan diameter reaktor ini digunakan untuk penentuan optimasi pada variasi selanjutnya.

Semakin besar reaktor, maka angka penyisihan semakin buruk. Hal ini terjadi karena perbandingan antara air limbah dan media zeolit tidak seimbang, semakin besar ketebalan media semakin bagus hasil yang didapatkan [9]. Penelitian ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin besar beban air limbah, semakin banyak jumlah zat terlarut yang dapat diadsorpsi sehingga tercapai keseimbangan tertentu, dimana laju zat yang diserap sama dengan zat yang dilepas dari adsorbent.

Hasil penyisihan karbon aktif berukuran >3 mm dan tinggi 90 cm dengan variasi diameter reaktor 10 cm dapat menyisihkan COD mulai dari awal (menit ke-5) sampai akhir dengan (menit ke-30) pengolahan. Untuk variasi diameter reaktor 15 cm, karbon aktif dapat menyisihkan COD hingga di bawah baku mutu sebelum lewat dari 30 menit. Untuk variasi diameter reaktor 20 cm, sejak awal (menit ke-5) sampai akhir (menit ke-30) pengolahan dapat menyisihkan COD hingga di bawah baku mutu. Dan untuk penyisihan surfaktan anionik, variasi diameter 15 cm dan 20 cm masih belum memenuhi baku mutu. Untuk lebih memudahkan perbandingan, dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9 Perbandingan COD dan Surfaktan dengan Baku Mutu Variasi Diameter Reaktor Media Karbon Aktif

| Variasi Diameter | Waktu Kontak (menit) | COD | | Surfaktan Anionik | |
|------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| | | Kons. Akhir (mg/L) | Baku Mutu (mg/L) | Kons. Akhir (mg/L) | Baku Mutu (mg/L) |
| 10 cm | 5 | 0 | 180 | 1.9 | 3 |
| | 10 | 15.08 | | | |
| | 15 | 41.46 | | | |
| | 20 | 79.14 | | | |
| | 25 | 75.38 | | | |
| | 30 | 64.07 | | | |
| 15 cm | 5 | 45.23 | | | |
| | 10 | 82.91 | | | |
| | 15 | 146.98 | | | |
| | 20 | 162.06 | | | |
| | 25 | 177.13 | | | |
| | 30 | 180.90* | | | |
| 20 cm | 5 | 51.26 | | | |
| | 10 | 56.53 | | | |
| | 15 | 82.91 | | | |
| | 20 | 94.22 | | | |
| | 25 | 105.53 | | | |

| Variasi Diameter | Waktu Kontak (menit) | COD | | Surfaktan Anionik | |
|------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| | | Kons. Akhir (mg/L) | Baku Mutu (mg/L) | Kons. Akhir (mg/L) | Baku Mutu (mg/L) |
| | | 30 | 101.76 | | |

Keterangan: * = Tidak Memenuhi Baku Mutu

Pemilihan diameter reaktor optimum dipilih berdasarkan penyisihan surfaktan terbesar dari ketiga variasi tersebut. Dari penelitian di atas, diameter yang akan digunakan adalah diameter 10 cm karena memiliki angka penyisihan surfaktan dengan konsentrasi akhir terkecil.

B.5 Variasi Ukuran Butir Media

Penentuan ukuran butir media optimum dilakukan dengan menggunakan reaktor berbentuk tabung dengan diameter terpilih 10 cm, tinggi reaktor 100 cm dan ketinggian terpilih media zeolit termodifikasi dan karbon aktif di dalam reaktor sebesar 90 cm. Variasi ukuran butir menggunakan ukuran butir media zeolit Z1=1 mm, Z2=2 mm, dan Z3=3 mm, sedangkan variasi ukuran butir karbon aktif yang digunakan adalah 2 mm, 3 mm, dan >3 mm. Jenis air limbah yang digunakan adalah air limbah buatan bekas pencucian kendaraan bermotor sedang. Nilai COD dan surfaktan yang didapatkan dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Air Teknik Lingkungan UNPAS dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Pemeriksaan COD dan Surfaktan Variasi Ukuran Butir Media

| Variasi | Waktu Kontak (menit) | COD Media Zeolit | | | | COD Media karbon Aktif | | | |
|---------|----------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| | | Ukuran Media (mm) | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | Penyisihan (%) | Ukuran Media (mm) | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | Penyisihan (%) |
| Z1 | 5 | 1 | 452,26 | 7,54 | 98,33 | 2 | 452,26 | 90,45 | 80 |
| | 10 | | | 11,31 | 97,50 | | | 97,99 | 78 |
| | 15 | | | 30,15 | 93,33 | | | 94,22 | 79 |
| | 20 | | | 79,14 | 82,50 | | | 75,38 | 83 |
| | 25 | | | 60,30 | 86,67 | | | 90,45 | 80 |
| | 30 | | | 105,53 | 76,67 | | | 64,07 | 86 |
| Z2 | 5 | 2 | 489,94 | 120,60 | 82,22 | 3 | 489,94 | 26,38 | 95 |
| | 10 | | | 203,52 | 70,00 | | | 60,30 | 88 |
| | 15 | | | 241,20 | 64,44 | | | 52,76 | 89 |
| | 20 | | | 286,43 | 57,78 | | | 60,30 | 88 |
| | 25 | | | 256,28 | 62,22 | | | 56,53 | 88 |
| | 30 | | | 252,51 | 62,78 | | | 60,30 | 88 |
| Z3 | 5 | 3 | 678,38 | 241,20 | 50,77 | > 3 | 445,54 | 0 | 100 |
| | 10 | | | 297,74 | 39,23 | | | 15,08 | 97 |
| | 15 | | | 301,50 | 38,46 | | | 41,46 | 91 |
| | 20 | | | 320,35 | 34,62 | | | 79,14 | 82 |
| | 25 | | | 320,35 | 34,62 | | | 75,38 | 83 |
| | 30 | | | 290,20 | 40,77 | | | 64,07 | 86 |

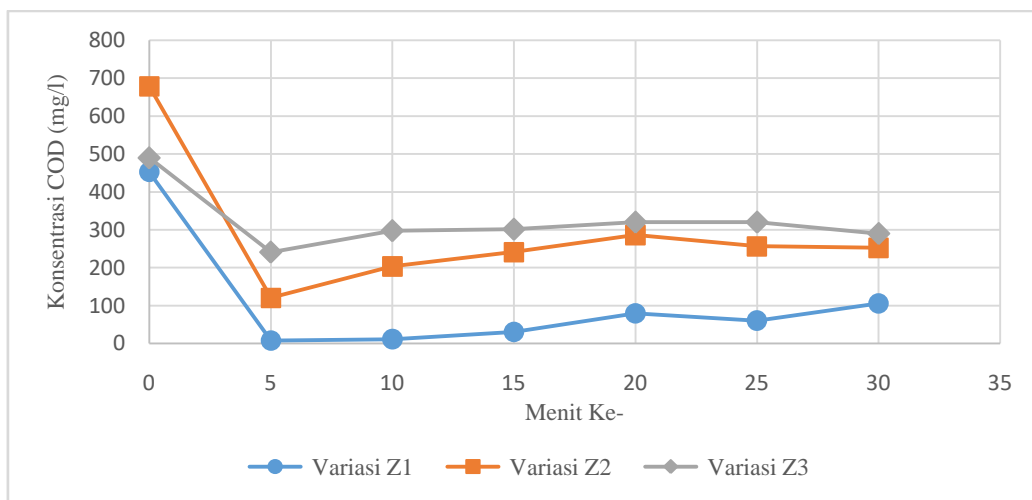
Tabel 11 Hasil Pemeriksaan Surfaktan Anionik Variasi Ukuran Butiran

| Variasi Ukuran | Waktu Kontak | Surfaktan Media Zeolit | | | Surfaktan Media Karbon Aktif | | |
|----------------|--------------|------------------------|-------|------------|------------------------------|-------|------------|
| | | Kons. | Kons. | Penyisihan | Kons. | Kons. | Penyisihan |

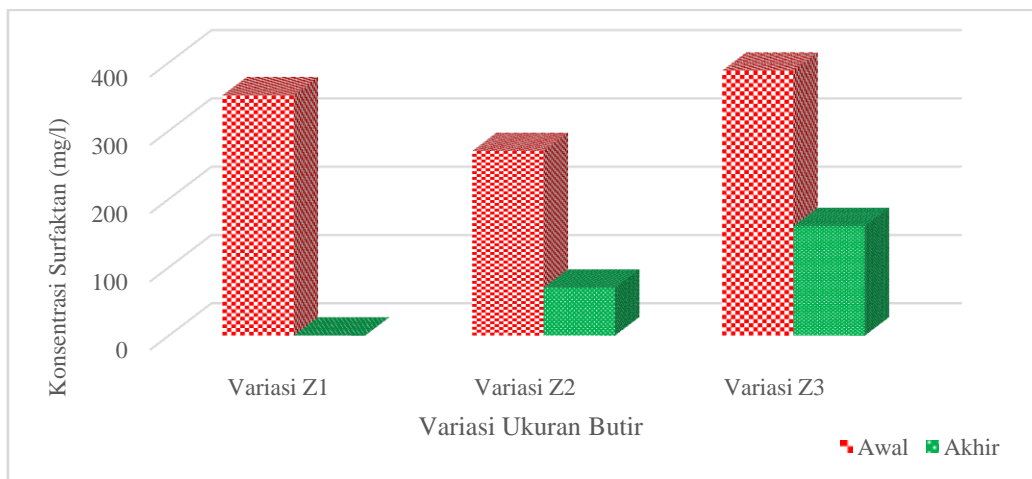
| Butir | (menit) | Awal (mg/L) | Akhir (mg/L) | (%) | Awal (mg/L) | Akhir (mg/L) | (%) |
|-------|---------|-------------|--------------|-------|-------------|--------------|-----|
| 2 mm | 30 | 351,81 | 0 | 100 | 387.94 | 8.17 | 98 |
| 3 mm | 5 | 270,25 | 70,09 | 74,07 | 270.25 | 6.42 | 98 |
| >3 mm | 5 | 387,94 | 160,28 | 58,69 | 351.81 | 1.90 | 99 |

Berdasarkan Tabel 10 terlihat bahwa variasi ukuran butir media dan waktu kontak berpengaruh dalam proses penyisihan COD dan surfaktan. Dilihat dari Tabel 10 nilai awal COD sebesar 452,26-678,38 mg/l dan surfaktan sebesar 270,25-387,94 mg/l, dengan variasi ukuran butir media zeolit 1, 2, 3 mm mengalami penurunan yang signifikan.

Secara grafik penyisihan COD dan surfaktan pada variasi ukuran butir media zeolit dapat dilihat pada Gambar 16 dan 17.



Gambar 16 Grafik Penyisihan COD Variasi Ukuran Butir Media Zeolit

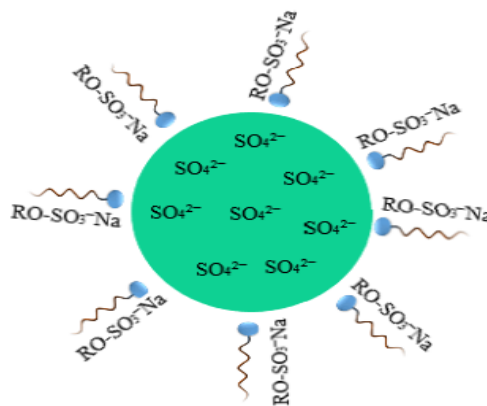


Gambar 17 Grafik Penyisihan Surfaktan Variasi Ukuran Butir Media Zeolit pada Waktu Kontak 5 Menit

Dari Gambar 16 terlihat variasi ukuran butir media zeolit di menit ke-5 sampai menit ke-30 mengalami penurunan konsentrasi COD, dengan nilai penurunan pada ukuran butir media zeolit 1 mm menjadi 7,54-105,53 mg/l, pada ukuran butir media zeolit 2 mm mengalami penurunan menjadi 120,60-251,51 mg/l, dan pada ukuran butir media zeolit 3 mm mengalami penurunan menjadi 241,20-290,20 mg/l. Penyisihan COD terbaik didapat pada waktu kontak selama 5 menit dan waktu tersebut dipilih untuk melakukan pemeriksaan surfaktan. Dari Gambar 17

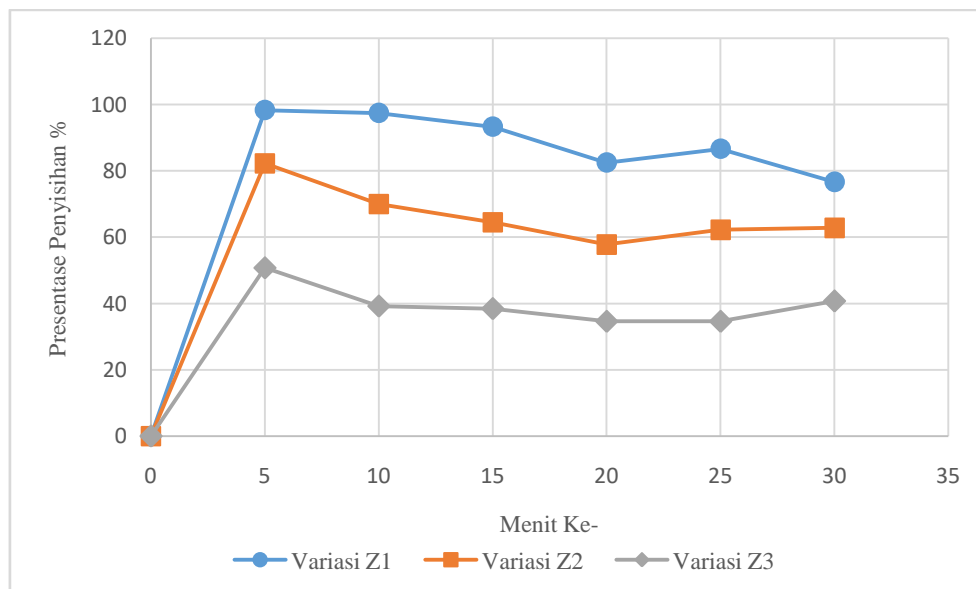
terlihat untuk pemeriksaan surfaktan mengalami penurunan konsentrasi pada ukuran butir media zeolit 1 mm menjadi 7,54 mg/l, pada ukuran butir media zeolit 2 mm mengalami penurunan menjadi 70,09 mg/l, dan pada ukuran butir media zeolit 3 mm mengalami penurunan menjadi 160,28 mg/l.

Treated Natural Zeolit (TNZ) tipe RA 52 mempunyai sifat *ion exchanger* yaitu mempunyai kemampuan untuk menukarkan ion yang terdapat dalam zeolit [1]. Pada saat proses penyisihan *Treated Natural Zeolit* (TNZ) tipe RA 52 menukarkan ion SO_4^{2-} yang terdapat di dalam zeolit dengan ion RO-SO_3^- yang terdapat didalam air limbah [10]. Ketika ion SO_4^{2-} sudah habis dan rongga-rongga zeolit sudah dipenuhi dengan RO-SO_3^- maka zeolit tidak mampu untuk melakukan proses pertukaran ion, artinya zeolit sudah mencapai titik jenuh. Untuk meregenerasi zeolit digunakan garam *ammonium sulfat* $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Pada saat regenerasi, zeolit akan menukarkan ion RO-SO_3^- dengan ion SO_4^{2-} . RO-SO_3^- akan keluar dari zeolit digantikan dengan ion SO_4^{2-} [10]. Proses pengikatan ion antara Air Limbah dengan Zeolit dapat dilihat pada Gambar 18 [10].

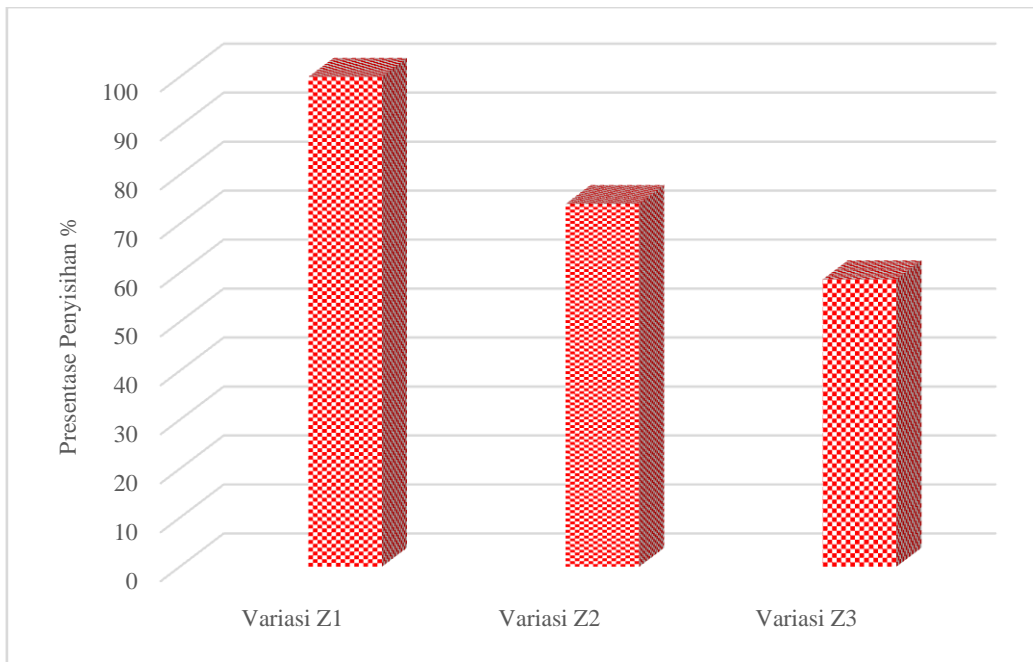


Gambar 18 Proses Pertukaran Anion Air Limbah dengan Zeolit

Hasil presentase penyisihan COD dan surfaktan dengan variasi ukuran butir media zeolit dapat dilihat pada Gambar 19 dan 20.



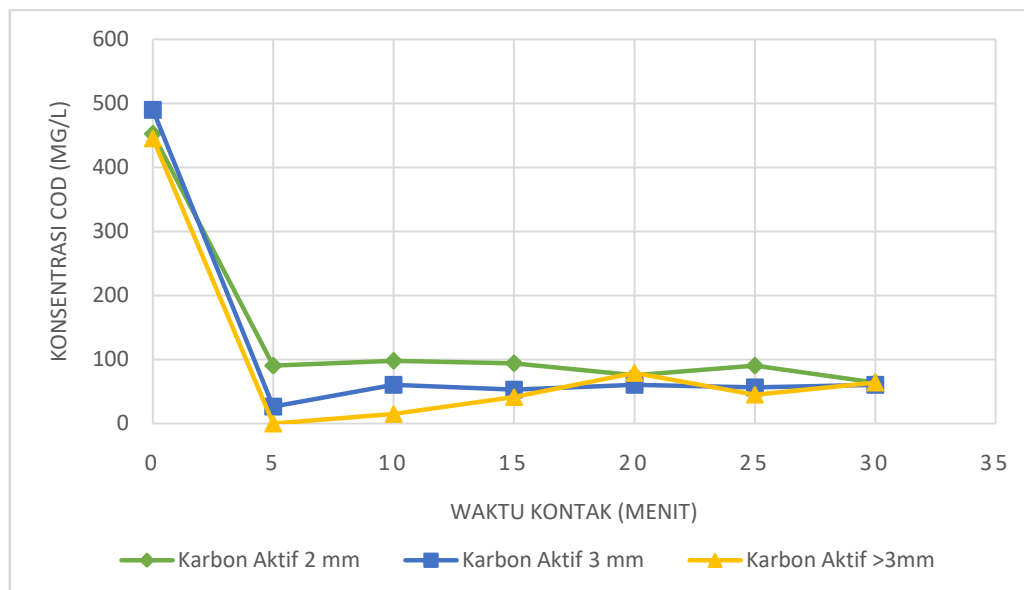
Gambar 19 Grafik Presentase Penyisihan COD Variasi Ukuran Butir Media Zeolit



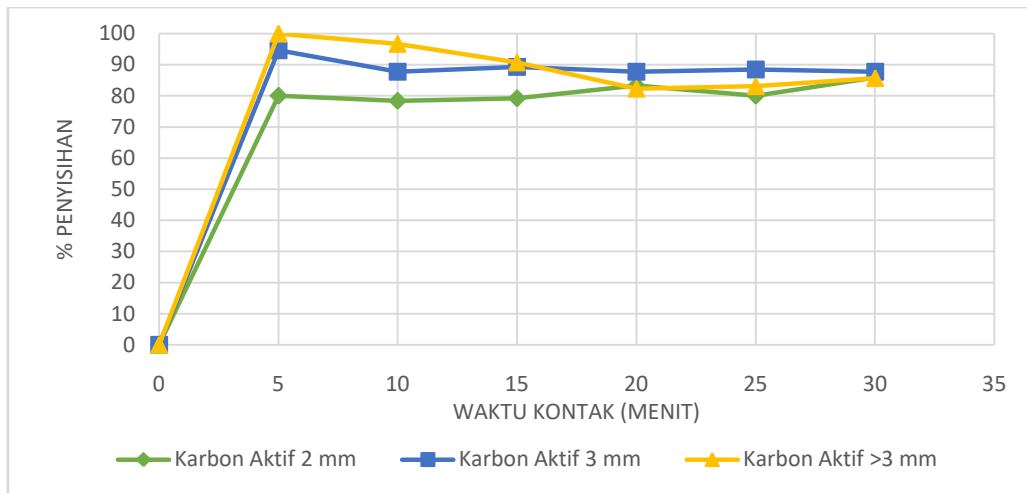
Gambar 20 Presentase Penyisihan Surfaktan Variasi Ukuran Butir Media Zeolit Pada Waktu Kontak 5 Menit

Dari Gambar 19 terlihat presentase penyisihan COD ukuran butir media zeolit 1 mm sebesar 98,33%, ukuran butir media zeolit 2 mm sebesar 82,22%, dan ukuran butir media zeolit 3 mm sebesar 50,77%. Presentase penyisihan terbaik didapatkan pada waktu kontak selama 5 menit pada setiap variasi ukuran butir media zeolit. Dari Gambar 20 terlihat pemeriksaan surfaktan pada waktu kontak 5 menit mendapatkan presentase penyisihan pada ukuran butir media zeolit 1 mm sebesar 100%, pada ukuran butir media zeolit 2 mm sebesar 74,07%, dan ukuran butir media zeolit 3 mm sebesar 58,69%. Dari kedua parameter COD dan surfaktan angka penyisihan terbaik didapat dari ukuran butir media zeolit 1 mm.

Secara grafik penyisihan COD variasi ukuran butir 2 mm, 3 mm dan > 3 mm media karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 21 dan persentase penyisihan COD pada Gambar 22 berikut ini.



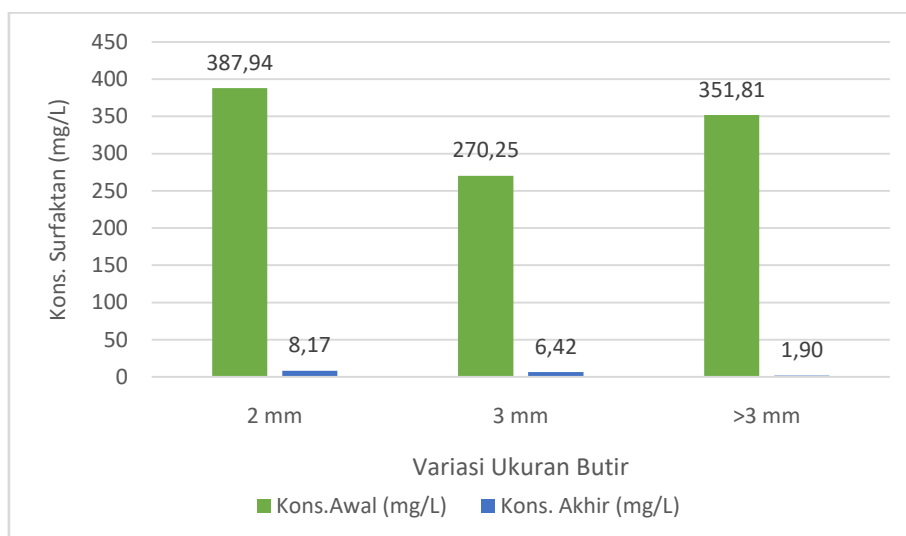
Gambar 20 Grafik Penyisihan Kadar COD Variasi Ukuran Butiran Media Karbon Aktif



Gambar 21 Persentase Penyisihan COD Variasi Ukuran Butiran Media Karbon Aktif

Dari Gambar 20 dan Gambar 21 terlihat bahwa pada media karbon aktif diameter 2 mm penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-30 dengan konsentrasi akhir 64,07 mg/L, sedangkan pada media karbon aktif diameter 3 mm penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-5 dengan konsentrasi akhir sebesar 26,38 mg/L, dan pada media karbon aktif diameter > 3 mm penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-5 dengan konsentrasi akhir sebesar 0 mg/L. Besar persentase penyisihan media karbon aktif 2 mm kurang dari 90%. Adsorben media karbon aktif berukuran >3 mm menunjukkan hasil yang lebih baik dalam menurunkan kandungan COD. Hal ini terjadi karena pada adsorben media karbon aktif berukuran 2 mm saat terjadi adsorpsi, sebagian partikel adsorben yang telah menyerap dan mengandung zat organik dari adsorbat ikut keluar bersama hasil adsorpsi. Penyebab lainnya sebagian adsorben keluar bersama hasil adsorpsi adalah ketidakmampuan *screen* dari bed adsorben menahan adsorben untuk tidak ikut keluar, sehingga zat organik tersebut tercampur lagi dengan hasil adsorpsi yang menyebabkan penurunan kandungan COD yang tidak maksimal [11].

Pengujian konsentrasi surfaktan anionik dilakukan pada sampel yang memiliki persentase penyisihan COD tertinggi pada setiap variasi. Pada variasi media karbon aktif diameter 2 mm sampel yang diuji surfaktannya adalah sampel pada menit ke-30; pada variasi media karbon aktif diameter 3 mm sampel yang diuji surfaktannya adalah sampel pada menit ke-5; dan pada variasi media karbon aktif diameter >3 mm sampel yang diuji surfaktannya adalah sampel pada menit ke-5. Hasil penyisihan surfaktan anionik media karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 11 dan Gambar 22 di bawah ini.



Gambar 22 Grafik Penyisihan Surfaktan Anionik Variasi Ukuran Butiran

Dari Tabel 11 dan Gambar 22 di atas dapat dilihat penyisihan surfaktan anionik menggunakan karbon aktif mencapai lebih dari 98%. Konsentrasi surfaktan pada diameter 2 mm sebesar 387,94 mg/L dengan waktu kontak media 30 menit dapat menyisihkan surfaktan sebanyak 98% dengan konsentrasi akhir sebesar 8,17 mg/L. Konsentrasi surfaktan pada diameter 3 mm sebesar 270,25 mg/L dengan waktu kontak media 5 menit dapat menyisihkan surfaktan sebanyak 98% dengan konsentrasi akhir sebesar 6,42 mg/L. Dan konsentrasi surfaktan pada diameter >3 mm sebesar 351,81 mg/L dengan waktu kontak media 5 menit dapat menyisihkan surfaktan sebesar 99% dengan konsentrasi akhir sebesar 1,90 mg/L. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar surfaktan pada air bekas cucian kendaraan. Hal ini dibuktikan dari penurunan konsentrasi yang signifikan pada sebelum dan sesudah penyaringan.

Setelah dilakukan pemeriksaan COD dan surfaktan kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12 Perbandingan Nilai COD dan Surfaktan dengan Baku Mutu Variasi Ukuran Butir Media Zeolit

| Ukuran Butir Media (mm) | Waktu Kontak (menit) | COD | | Baku Mutu COD (mg/l) | Surfaktan | | Baku Mutu Surfaktan (mg/l) |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | |
| 1 | 5 | 452,26 | 7,54 | 180 | 351,81 | 0 | 3 |
| | 10 | | 11,31 | | | | |
| | 15 | | 30,15 | | | | |
| | 20 | | 79,14 | | | | |
| | 25 | | 60,30 | | | | |
| | 30 | | 105,53 | | | | |
| 2 | 5 | 489,94 | 120,60 | 180 | 270,25 | 70,09* | 3 |
| | 10 | | 203,52* | | | | |
| | 15 | | 241,20* | | | | |
| | 20 | | 286,43* | | | | |
| | 25 | | 256,28* | | | | |
| | 30 | | 252,51* | | | | |
| 3 | 5 | 678,38 | 241,20* | 180 | 387,94 | 160,28* | 3 |
| | 10 | | 297,74* | | | | |
| | 15 | | 301,50* | | | | |
| | 20 | | 320,35* | | | | |
| | 25 | | 320,35* | | | | |
| | 30 | | 290,20* | | | | |

Keterangan: * = Tidak Memenuhi Baku Mutu

Tabel 13 Perbandingan Nilai COD dan Surfaktan Variasi Ukuran Butiran Media Karbon Aktif dengan Baku Mutu

| Variasi Ukuran Butir | Waktu Kontak (menit) | COD | | Surfaktan Anionik | |
|----------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| | | Kons. Akhir (mg/L) | Baku Mutu (mg/L) | Kons. Akhir (mg/L) | Baku Mutu (mg/L) |
| 2 mm | 5 | 26.38 | 180 | 8.17* | 3 |
| | 10 | 60.30 | | | |
| | 15 | 52.76 | | | |
| | 20 | 60.30 | | | |
| | 25 | 56.53 | | | |
| | 30 | 60.30 | | | |

| Variasi Ukuran Butir | Waktu Kontak (menit) | COD | | Surfaktan Anionik | |
|----------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| | | Kons. Akhir (mg/L) | Baku Mutu (mg/L) | Kons. Akhir (mg/L) | Baku Mutu (mg/L) |
| 3 mm | 5 | 113.06 | | 6.42* | |
| | 10 | 120.60 | | | |
| | 15 | 116.83 | | | |
| | 20 | 97.99 | | | |
| | 25 | 113.06 | | | |
| | 30 | 86.68 | | | |
| > 3 mm | 5 | 0 | | 1.90 | |
| | 10 | 15.08 | | | |
| | 15 | 41.46 | | | |
| | 20 | 79.14 | | | |
| | 25 | 75.38 | | | |
| | 30 | 64.07 | | | |

Keterangan: * = Tidak Memenuhi Baku Mutu

Dari Tabel 12 menunjukkan adanya penurunan COD dan surfaktan setelah melewati media zeolit. Hasil akhir penurunan konsentrasi COD dan Surfaktan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produk Minyak Nabati.

Nilai akhir konsentrasi yang memenuhi baku mutu didapat dari ukuran butir media zeolit 1 mm untuk COD sebesar 7,54 mg/l dan untuk surfaktan sebesar 0 mg/l, dan konsentrasi COD dan surfaktan yang tidak memenuhi baku mutu didapat dari media zeolit ukuran butir 2 mm untuk surfaktan sebesar 70,09 mg/l, dan ukuran media zeolit butir 3 mm untuk COD sebesar 241,20 mg/l, dan surfaktan sebesar 160,38 mg/l. Ukuran butir media zeolit terpilih adalah ukuran 1 mm karena memiliki angka penyisihan dengan konsentrasi paling kecil, dan ukuran butir media ini digunakan untuk penentuan optimasi pada variasi selanjutnya.

Hasil dari pengujian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo [4], di mana ukuran butir media zeolit 1 mm mempunyai daya adsorpsi yang sangat baik dengan presentase penyisihan 95,77%. Menurut Mubarak [8], semakin kecil ukuran diameter zeolit maka luas bidang permukaannya semakin besar. Dengan luas bidang permukaan yang besar menyebabkan ruang hampa dan pori – pori yang dimiliki zeolit semakin banyak. Ruang hampa pada zeolit berfungsi sebagai tempat menampung air yang teradsorpsi dan pori – pori pada zeolit berfungsi sebagai tempat jalur masuknya air yang teradsorpsi. Sehingga ruang hampa dan pori – pori yang semakin banyak inilah yang membuat zeolit mampu mengadsorpsi air yang semakin banyak pula. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian yang dikerjakan yaitu mendapatkan ukuran butir media zeolit terpilih 1 mm dari ukuran butir zeolit 2 mm dan 3 mm.

Untuk media karbon aktif, pemilihan ukuran butiran optimum dipilih berdasarkan penyisihan surfaktan terbesar dari ketiga variasi tersebut. Dari penelitian di atas, ukuran butiran media karbon aktif yang akan digunakan adalah diameter >3 mm karena memiliki angka penyisihan surfaktan dengan konsentrasi akhir terkecil.

B.6 Variasi 3 Jenis Air Limbah

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan zeolit dalam menyisihkan kadar air limbah dengan konsentrasi yang bervariasi. Variasi 3 jenis air limbah dilakukan dengan menggunakan reaktor berbentuk tabung dengan diameter terpilih 10 cm, tinggi reaktor 100 cm dan ketinggian terpilih media zeolit termodifikasi di dalam reaktor sebesar 90 cm. Variasi ukuran butir menggunakan ukuran butir terpilih media zeolit 1 mm dan media karbon aktif berdiameter > 3 mm, dengan jenis air limbah buatan bekas pencucian kendaraan bermotor L1=kecil, L2=sedang, dan L3=besar. Nilai COD dan surfaktan yang didapatkan dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Air Teknik Lingkungan UNPAS dapat dilihat pada Tabel 14 dan 15.

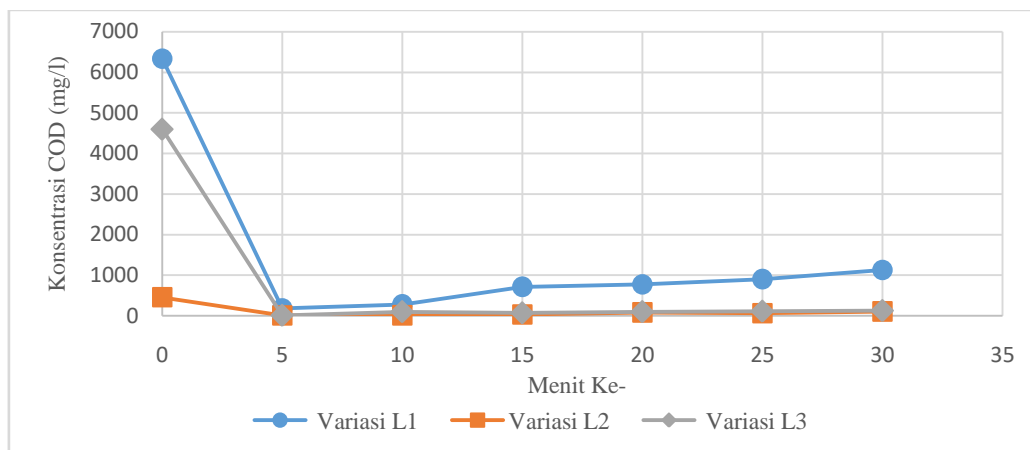
Tabel 14 Hasil Pemeriksaan COD dan Surfaktan Variasi 3 Jenis Air Limbah

| Variasi | Jenis Air Limbah Buatan | Waktu Kontak (menit) | COD Media Zeolit | | | COD Media Karbon Aktif | | |
|---------|-------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| | | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | Penyisihan (%) | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | Penyisihan (%) |
| L1 | Kecil | 5 | 4597,94 | 7,54* | 99,84 | 4070,30 | 2638,16 | 35 |
| | | 10 | | 97,99 | 97,87 | | 3090,42 | 24 |
| | | 15 | | 67,84 | 98,52 | | 3768,80 | 7 |
| | | 20 | | 97,99 | 97,87 | | 3798,95 | 7 |
| | | 25 | | 109,30 | 97,62 | | 3844,18 | 6 |
| | | 30 | | 124,37 | 97,30 | | 3467,30 | 15 |
| L2 | Sedang | 5 | 452,26 | 7,54* | 98,33 | 445,54 | 0 | 100 |
| | | 10 | | 11,31 | 97,50 | | 15,08 | 97 |
| | | 15 | | 30,15 | 93,33 | | 41,46 | 91 |
| | | 20 | | 79,14 | 82,50 | | 79,14 | 82 |
| | | 25 | | 60,30 | 86,67 | | 75,38 | 83 |
| | | 30 | | 105,53 | 76,67 | | 64,07 | 86 |
| L3 | Besar | 5 | 6331,58 | 184,67* | 97,08 | 6331,58 | 4145,68 | 35 |
| | | 10 | | 282,66 | 95,54 | | 4673,31 | 26 |
| | | 15 | | 716,07 | 88,69 | | 5427,07 | 14 |
| | | 20 | | 772,60 | 87,80 | | 5276,32 | 17 |
| | | 25 | | 904,51 | 85,71 | | 5200,94 | 18 |
| | | 30 | | 1130,64 | 82,14 | | 4447,18 | 30 |

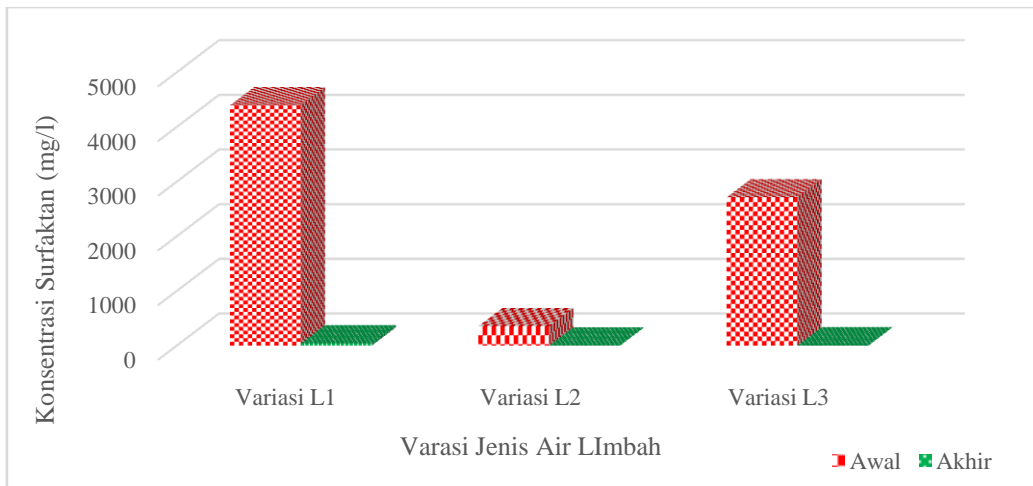
Tabel 15 Hasil Pemeriksaan Surfaktan Anionik Variasi Air Bekas Buatan

| Variasi Skala Pencucian | Waktu Kontak (menit) | Surfaktan Media Zeolit | | | Surfaktan Media Karbon Aktif | | |
|-------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|----------------|------------------------------|--------------------|----------------|
| | | Kons. Awal (mg/L) | Kons. Akhir (mg/L) | Penyisihan (%) | Kons. Awal (mg/L) | Kons. Akhir (mg/L) | Penyisihan (%) |
| Kecil | 5 | 2710,63 | 1,87 | 99,93 | 2710,63 | 1376,25 | 49 |
| Sedang | 5 | 351,81 | 0 | 100 | 351,81 | 1,90 | 99 |
| Besar | 5 | 4393,75 | 38,73 | 99,12 | 4393,75 | 1581,25 | 64 |

Berdasarkan Tabel 14 dan 15 terlihat bahwa variasi jenis air limbah dan waktu kontak berpengaruh dalam proses penyisihan COD dan surfaktan. Dilihat dari Tabel 14 dan 15 nilai awal COD sebesar 452,26-6331,58 mg/l dan surfaktan sebesar 351,81-4393,75 mg/l, jenis air limbah kecil, sedang, dan besar mengalami penurunan yang signifikan. Secara grafik penyisihan COD dan surfaktan variasi 3 jenis air limbah dapat dilihat pada Gambar 23 dan 24.



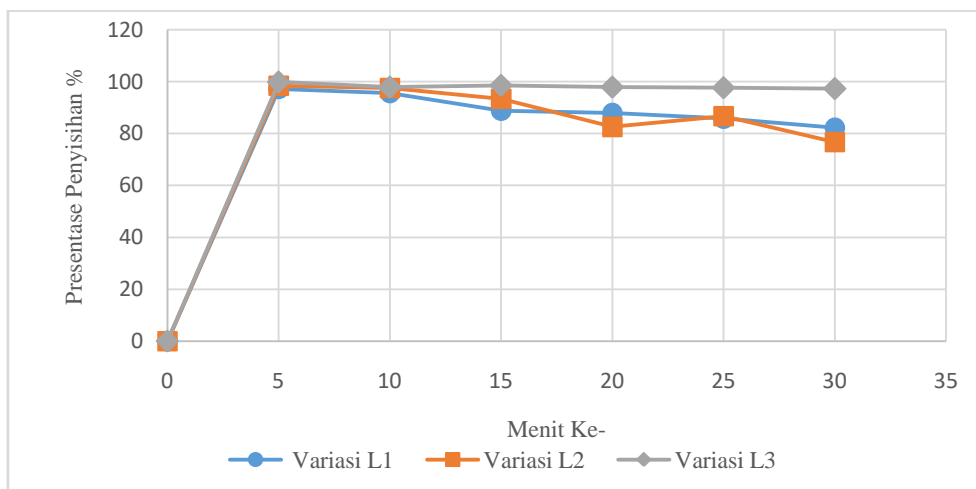
Gambar 23 Penyisihan COD Variasi 3 Jenis Air Limbah Media Zeolit



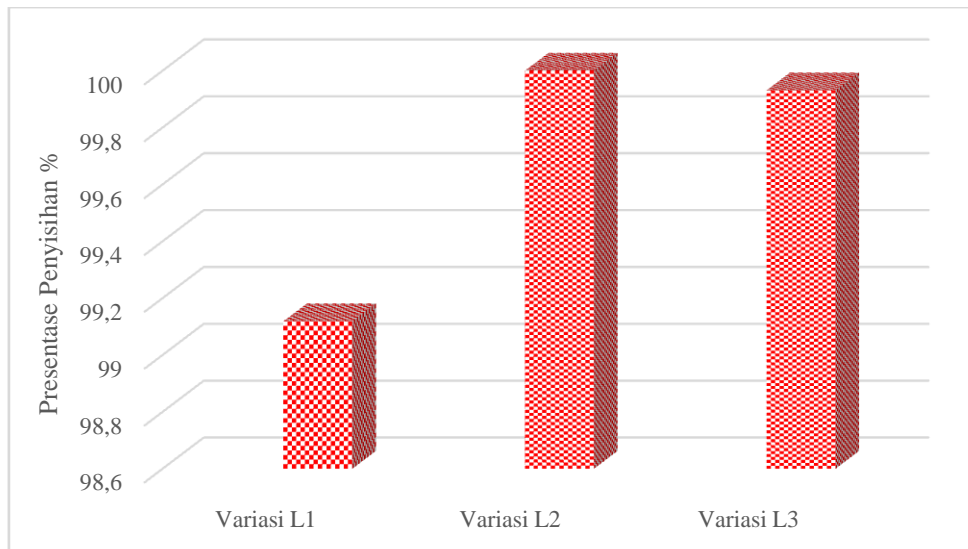
Gambar 24 Penyisihan Surfaktan Variasi 3 Jenis Air Limbah dengan Media Zeolit pada Waktu Kontak 5 Menit

Dari Gambar 23 terlihat variasi jenis air limbah buatan tempat pencucian kendaraan bermotor di menit ke-5 sampai menit ke-30 mengalami penurunan konsentrasi COD dengan media zeolit untuk air limbah buatan tempat pencucian kendaraan bermotor kecil menjadi 7,54-124,37 mg/l, air limbah buatan sedang mengalami penurunan menjadi 7,54-105,53 mg/l, dan air limbah buatan besar mengalami penurunan sebesar 184,67-1130,64 mg/l. Penyisihan COD terbaik dengan media zeolit didapat pada waktu kontak selama 5 menit dan waktu tersebut dipilih untuk melakukan pemeriksaan surfaktan. Dari Gambar 24 terlihat pada pemeriksaan surfaktan mengalami penurunan konsentrasi untuk air limbah buatan tempat pencucian kendaraan bermotor kecil menjadi 1,87 mg/l, air limbah buatan sedang mengalami penurunan menjadi 0 mg/l, dan air limbah buatan besar mengalami penurunan menjadi 38,73 mg/l.

Pada penelitian ini zeolit tidak mampu untuk menurunkan kadar COD dan surfaktan hingga di bawah baku mutu air limbah, dengan konsentrasi awal air limbah untuk COD sebesar 6331,58 mg/l, dan surfaktan 4393,75 mg/l. Dapat disimpulkan bahwa zeolit sudah menyerap kadar COD dan surfaktan hingga batas maksimum sehingga zat yang terserap terlepas kembali dari zeolit. Pertukaran ion terjadi secara terus menerus sampai kation yang ada dalam zeolit habis atau dengan kata lain zeolit mengalami kejenuhan [12]. Hasil presentase penyisihan COD dan surfaktan dengan variasi jenis air limbah buatan pencucian kendaraan bermotor menggunakan media zeolit dapat dilihat pada Gambar 25 dan 26.



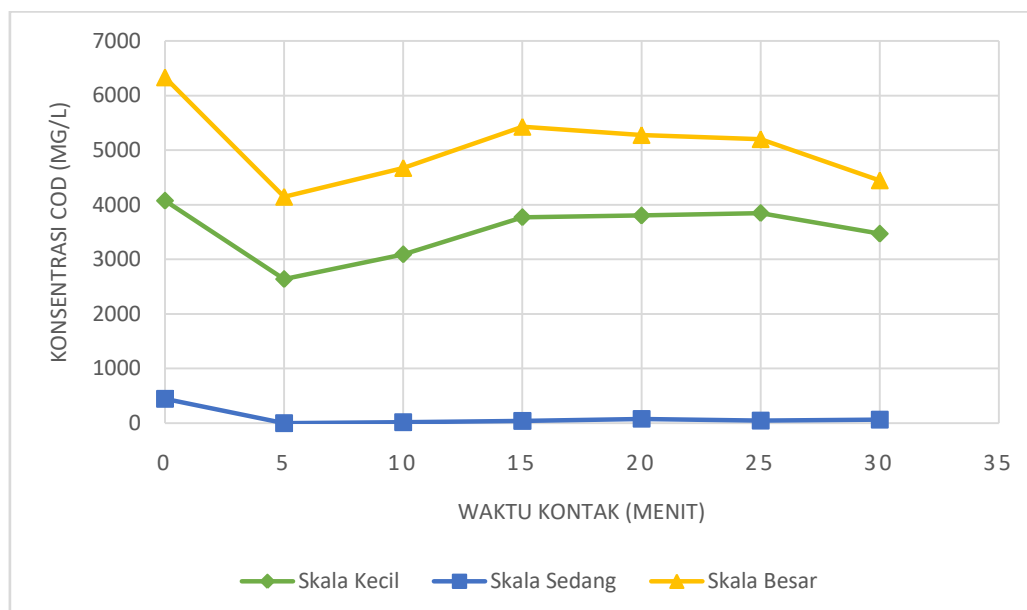
Gambar 25 Grafik Presentase Penyisihan COD Variasi Jenis Air Limbah Media Zeolit



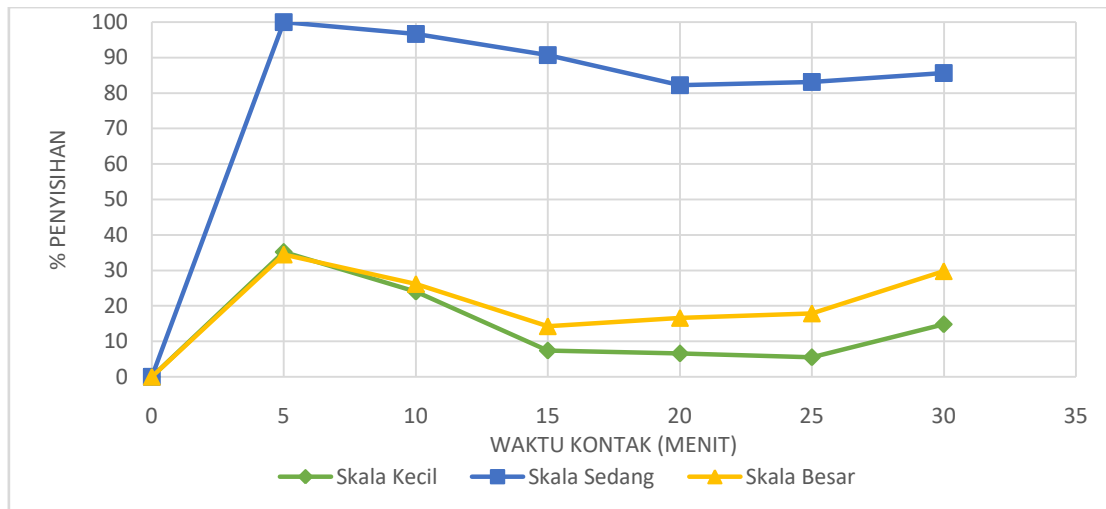
Gambar 26 Presentase Nilai Surfaktan Variasi Jenis Air Limbah Media Zeolit pada Waktu Kontak 5 Menit

Dari Gambar 25 dan Gambar 26 terlihat penyisihan 3 jenis air limbah menggunakan media zeolit dengan variasi terpilih dengan waktu kontak 5 menit mempunyai presentase penyisihan terbaik. Untuk air limbah buatan pencucian kendaraan kecil, media zeolit dapat menyisihkan COD sebesar 99,84%, dan surfaktan sebesar 99,93%. Presentasi penyisihan air limbah buatan sedang untuk COD sebesar 98,33%, dan surfaktan sebesar 100%, dan air limbah buatan besar presentase penyisihan COD sebesar 97,08% dan surfaktan 99,12%.

Untuk penyisihan COD dan surfaktan menggunakan karbon aktif, air bekas skala kecil konsentrasi awal COD sebesar 4070,3 mg/L; air bekas skala sedang memiliki konsentrasi COD sebesar 445,54 mg/L; dan pada air bekas skala besar memiliki konsentrasi awal COD sebesar 6331,58 mg/L. Secara grafik penyisihan COD air bekas skala kecil, skala sedang, dan skala besar menggunakan media karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 27 dan persentase penyisihan COD pada Gambar 28 berikut ini.



Gambar 27 Penyisihan Kadar COD Variasi Air Bekas Buatan dengan Media Karbon Aktif



Gambar 28 Persentase Penyisihan COD Variasi Air Bekas Buatan dengan Media Karbon Aktif

Dari Gambar 27 dan Gambar 28 terlihat bahwa penggunaan media karbon aktif pada pengolahan air bekas skala kecil penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-5 dengan konsentrasi akhir sebesar 2638,16 mg/L, sedangkan pengolahan air bekas skala sedang penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-5 dengan konsentrasi akhir sebesar 0 mg/L, dan pengolahan air bekas skala besar penyisihan COD terbesar terjadi pada menit ke-5 dengan konsentrasi akhir sebesar 4145,68 mg/L. Besar penyisihan air bekas skala kecil dan skala besar menggunakan media karbon aktif berada di bawah 40%. Buruknya penyisihan COD disebabkan oleh konsentrasi awal yang terlalu tinggi sehingga karbon aktif tidak mampu untuk mengolah air bekas yang ada. Tingginya konsentrasi pada air bekas pencucian skala kecil dan besar menyebabkan penurunan jumlah adsorbat yang teradsorpsi. Hal ini diduga karena karbon aktif mencapai kapasitas yang jenuh. Selain itu, pada konsentrasi tinggi, molekul surfaktan mempunyai kecenderungan membentuk dua lapisan (bilayer) karena terjadi reaksi hidrofobik antara rantai hidrokarbon pada lapisan tersebut dengan surfaktan lain sehingga gugus polar masuk ke fase cair akibat desorpsi. Interaksi ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tinggi kekuatan tolakan antara molekul surfaktan yang teradsorpsi pada permukaan adsorben dengan larutan lebih efektif, maksudnya gaya tarik terhadap adsorbat oleh fluida lebih besar [13].

Setelah dilakukan pemeriksaan COD dan surfaktan kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang dapat dilihat pada Tabel 16 dan 17. Dari Tabel 16 dan 17 menunjukkan adanya penurunan COD dan surfaktan setelah melewati media zeolit dan karbon aktif. Hasil akhir penurunan konsentrasi COD dan Surfaktan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri Sabun, Deterjen Dan Produk Minyak Nabati.

Tabel 16 Perbandingan Nilai COD dan Surfaktan dengan Baku Mutu Variasi 3 Air Limbah pada Media Zeolit

| Jenis Air Limbah Buatan | Waktu Kontak (menit) | COD | | Baku Mutu COD (mg/l) | Surfaktan | | Baku Mutu Surfaktan (mg/l) |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | |
| Kecil | 5 | 597,94 | 7,54* | 180 | 2710,63 | 1,87 | 3 |
| | 10 | | 97,99 | | | | |
| | 15 | | 67,84 | | | | |
| | 20 | | 97,99 | | | | |
| | 25 | | 109,30 | | | | |
| | 30 | | 124,37 | | | | |
| Sedang | 5 | 452,26 | 7,54* | 351,81 | 0 | | |
| | 10 | | 11,31 | | | | |
| | 15 | | 30,15 | | | | |
| | 20 | | 79,14 | | | | |
| | 25 | | 60,30 | | | | |
| | 30 | | 105,53 | | | | |

| Jenis Air Limbah Buatan | Waktu Kontak (menit) | COD | | Baku Mutu COD (mg/l) | Surfaktan | | Baku Mutu Surfaktan (mg/l) |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | |
| Besar | 5 | 6331,58 | 184,67* | 4393,75 | 38,73 | | |
| | 10 | | 282,66 | | | | |
| | 15 | | 716,07 | | | | |
| | 20 | | 772,60 | | | | |
| | 25 | | 904,51 | | | | |
| | 30 | | 1130,64 | | | | |

Keterangan: * = Tidak Memenuhi Baku Mutu

Tabel 17 Perbandingan Penyisihan COD dan Surfaktan Variasi Air Bekas Buatan dengan Baku Mutu pada Media Karbon Aktif

| Jenis Air Limbah Buatan | Waktu Kontak (menit) | COD | | Baku Mutu COD (mg/l) | Surfaktan | | Baku Mutu Surfaktan (mg/l) |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | | Konsentrasi Awal (mg/l) | Konsentrasi Akhir (mg/l) | |
| Kecil | 5 | 597,94 | 3165.79* | 180 | 2710,63 | 1376.25* | 3 |
| | 10 | | 3618.05* | | | | |
| | 15 | | 4296.43* | | | | |
| | 20 | | 2713.54* | | | | |
| | 25 | | 4371.81* | | | | |
| | 30 | | 3994.93* | | | | |
| Sedang | 5 | 452,26 | 0 | 351,81 | 1.90 | | |
| | 10 | | 15.08 | | | | |
| | 15 | | 41.46 | | | | |
| | 20 | | 79.14 | | | | |
| | 25 | | 75.38 | | | | |
| | 30 | | 64.07 | | | | |
| Besar | 5 | 6331,58 | 4145.68* | 4393,75 | 1581.25* | | |
| | 10 | | 4899.44* | | | | |
| | 15 | | 5427.07* | | | | |
| | 20 | | 4899.44* | | | | |
| | 25 | | 5200.94* | | | | |
| | 30 | | 4447.18* | | | | |

Keterangan: * = Tidak Memenuhi Baku Mutu

Pada pengolahan air limbah menggunakan media zeolit pada Tabel 16, nilai akhir konsentrasi yang memenuhi baku mutu adalah dari jenis air limbah buatan pencucian kendaraan bermotor sedang untuk COD sebesar 7,54 mg/l dan untuk surfaktan sebesar 0 mg/l, dan dari jenis air limbah buatan pencucian kendaraan bermotor kecil untuk COD sebesar 7,54 mg/l dan untuk surfaktan sebesar 1,87 mg/l. Konsentrasi COD dan surfaktan yang tidak memenuhi baku mutu didapat dari jenis air limbah buatan pencucian kendaraan bermotor besar dengan konsentrasi untuk COD sebesar 184,67 mg/l, dan surfaktan sebesar 38,73 mg/l.

Pengolahan air limbah menggunakan media karbon aktif menunjukkan hasil yang lebih buruk dari pengolahan menggunakan media zeolit. Pada Tabel 17 terlihat bahwa dari 3 jenis air limbah buatan, hanya jenis limbah buatan dari tempat pencucian kendaraan sedang saja yang memenuhi baku mutu baik COD maupun surfaktan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena konsentrasi awal COD dan surfaktan dari tempat pencucian kendaraan sedang paling kecil di antara tempat pencucian kendaraan yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif hanya dapat mengolah air limbah pencucian kendaraan dengan konsentrasi yang rendah.

Untuk menanggulangi hal tersebut diperlukan penelitian lanjutan dengan melakukan variasi rangkaian media zeolit dan karbon aktif atau sebaliknya.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan pada tahun pelaksanaan penelitian. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian luaran

Luaran wajib yang dijanjikan adalah publikasi di jurnal Internasional. Draft jurnal internasional telah disusun dan dikirimkan ke *The Institute of Electrical and Electronics Engineers (The IEEE) Explore* melalui konferensi/seminar Internasional “2019 International Conference on Sustainable Engineering and Creative Computing (ICSECC)” yang diselenggarakan oleh President University pada tanggal 20-22 Agustus 2019 di Hotel Grand Tjokro Bandung. Berikut ini kronologis pengajuan paper:

- Pendaftaran Draft Paper/Upload Paper (yang sekaligus sebagai draft seminar) didaftarkan ke seminar internasional tersebut pada tanggal 22 Juni 2019.
- Draft Paper diterima oleh panitia Seminar Internasional pada tanggal 24 Juni 2019
- Hasil review pertama Draft Paper diterima pada tanggal 5 Juli 2019
- *Acceptance Letter* diterima pada tanggal 8 Juli 2019
- Perbaikan review Draft Paper dikirimkan pada tanggal 20 Juli 2019
- Hasil review kedua Draft Paper diterima pada tanggal 12 Agustus 2019
- Perbaikan review kedua Draft Paper yang sekaligus sebagai Final Manuscript dikirimkan tanggal 15 Agustus 2019
- Paper dinyatakan lengkap dan siap untuk dipublikasi pada tanggal 27 Agustus 2019
- Permohonan pengisian Form Copyright diterima pada tanggal 29 Agustus 2019
- Pengembalian Form Copyright dilakukan pada tanggal 2 September 2019
- Sampai sekarang sedang menunggu diterbitkan di jurnal

Papernya sendiri sudah dipresentasikan di dalam conference “2019 International Conference on Sustainable Engineering and Creative Computing (ICSECC)” yang diselenggarakan oleh President University di Hotel Tjokro pada tanggal 20 – 22 Agustus 2019 dan dikumpulkan dalam buku abstrak seminar tersebut.

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (jika ada). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra unggah melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian mitra

Tidak ada

.....
.....
.....
.....

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan penelitian adalah media penyaringan yang tidak sama ukurannya dan berbeda jenis dari sebelumnya. Selain itu sabun yang digunakan juga berbeda-beda jenisnya sehingga kandungan surfaktan dan reaksi yang terjadi terhadap media penyaringan juga berbeda-beda.

Untuk kendala yang dihadapi dalam mencapai luaran yang dijanjikan adalah sulitnya untuk memasukkan paper ke jurnal internasional bereputasi karena jurnal tersebut sangat selektif terhadap tema yang diajukan karena peminatnya banyak, sehingga hanya paper yang mempunyai originalitas yang tinggi yang akan dipublikasi di jurnal tersebut. Selain itu terkadang pemilik jurnal menerapkan tarif yang tinggi untuk dapat diterima dan diterbitkan dalam jurnal tersebut.

G. RENCANA TINDAKLANJUT PENELITIAN: Tuliskan dan uraikan rencana tindaklanjut penelitian selanjutnya dengan melihat hasil penelitian yang telah diperoleh. Jika ada target yang belum diselesaikan pada akhir tahun pelaksanaan penelitian, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai tersebut.

Tahap selanjutnya dari penelitian ini adalah melakukan penelitian pengolahan air limbah sabun untuk pencucian kendaraan menggunakan reaktor kontinyu dengan variasi arah aliran, debit dan konsentrasi air limbah yang diisi media zeolit dan karbon aktif.

Luaran yang dijanjikan telah diupayakan dan sudah mencapai tahap menunggu diterbitkan.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Muin, Z. 2018. *Treated Natural Zeolite (TNZ)*. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
2. Indah, N. Joko, S. Mochamad, S. 2018. *Pengaruh Konsentrasi Dan Waktu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu Dan Fungsinya Sebagai Adsorben Pada Limbah Cair*. Jurnal Teknik WAKTU Volume 16 Nomor 01 Januari 2018 ISSN:14121867. Program Studi Teknik Lingkungan. FTSP. UNIPA. Surabaya.
3. Sari, I.P. dan Widiastuti, N. 2010. *Adsorpsi Methylen Blue Dengan Abu Dasar PT. IPMOMI Probolinggo Jawa Timur Dan Zeolit Berkarbon*. Prosiding Kimia. FMIPA ITS. Surabaya.
4. Prasetyo, D. 2018. *Penyisihan Fosfat (PO₄) dalam Air Bekas Buatan Menggunakan Zeolit Termodifikasi Treated Natural Zeolite (TNZ) RA52 dan Karbon Aktif*. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
5. Suhartana. 2006. *Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Belor Kecamatan Ngaringan Kabupaten Grobogan*. Berkala Fisika 9 (3). Laboratorium Kimia Organik. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Diponegoro. Semarang
6. Agustina, T. E. Chris, L. Tizana, L. 2015. *Pengaruh Ketinggian Zeolit Dan Suhu Aktivasi Zeolit Terhadap Penurunan Konsentrasi Fosfat Pada Air Limbah Laundry Sintetik*. Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 21, Januari 2015. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya. Palembang.
7. Christi, N. Evy, E. Haryono, M. 2016. *Pengolahan Limbah Cair Kantin MIPA Menggunakan Zeolit Alam dan Pasir Silika*. Departemen Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjadjaran. Bandung.
8. Mubarak, S. 2016. *Pengolahan Limbah Cair Kantin MIPA Menggunakan Zeolit Alam dan Pasir Silika Sebagai Media Filter*. Universitas Padjadjaran. Bandung.
9. Sularso, AD. 1998. *Penurunan Kadar Fe dan Mn Air sumur dengan Kombinasi Proses Aerasi dan Proses Saringan Pasir Cepat Perumnas II Tangerang Jawa Barat*. STTI YLH. Yogyakarta.

10. Rahmadhani, D. S. 2014. *Perbedaan Keefektifan Media Filter Zeolit Dengan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur di Desa Kismoyoso Ngemplak Boyolali*. Program Studi Kesehatan Masyarakat. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta
11. Puspitasari, D. P. 2006. *Adsorpsi Surfaktan Anionik pada Berbagai pH Menggunakan Karbon Aktif Termodifikasi Zink Klorida*. Departemen Kimia. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
12. Asadiya, A. dan Nieke, K. 2018. *Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolit-Arang Aktif*. Jurnal Teknik Its Vol. 7, No. 1, (2018) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print). Departemen Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
13. Rini, D.K dan Fendy, A.L. 2010. *Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.