

Mohammadi *et al* (2002) melakukan penelitian pencucian kimia menggunakan Sodium Hiroksida pada konsentrasi 0.6 – 0.8 menghasilkan hasil yang terbaik. Konsentrasi yang tinggi menyebabkan efisiensi pada recovery fluks menurun. Azemimoghadam dan Mohammadi (2006) telah mengkombinasikan *agent chemical cleaning* (NaOH) dengan agen lainnya seperti SDS, EDTA dan asam hipoklorit, dimana kondisi operasi seperti temperatur pencucian, waktu dan pH yang paling baik dilakukan adalah 60 °C, 50 menit dan 12 untuk pencucian *foulant* susu perah dari membran.

Pencucian secara kimia pada limbah emulsi minyak *cutting oil* menggunakan NaOH sebagai *agent chemical cleaning* seperti yang diteliti oleh Adyatmadja (2002). Hasil yang diperoleh hanya sebagian *foulant* yang bereaksi dan terhidrolisis dengan larutan NaOH. Sedangkan sebagian lagi membentuk *irreversible foulant* yang menjadi lapisan *cake* pada permukaan membran serta pori.

Menurut Costa (2006) penggunaan NaOH dengan pH 9,5 pada membran selulosa asetat efisiensi berkisar antara 40 hingga 60% pada temperatur 35 °C untuk *foulant* organik. Sedangkan menurut Park (2006) efisiensi pencucian hampir tetap untuk membran nanofiltrasi yakni sekitar 2,4%. Lim dan Bai (2003) mengemukakan pada prinsipnya pencucian secara kimia adalah menghidrolisis molekul-molekul organik menghilangkan partikel atau biofilm (*cake*) dan menyerang membran. Hasil penelitiannya menunjukkan pada penggunaan campuran NaOH dan HNO₃ 0,05% Fluks Recovery mencapai 76,8%.

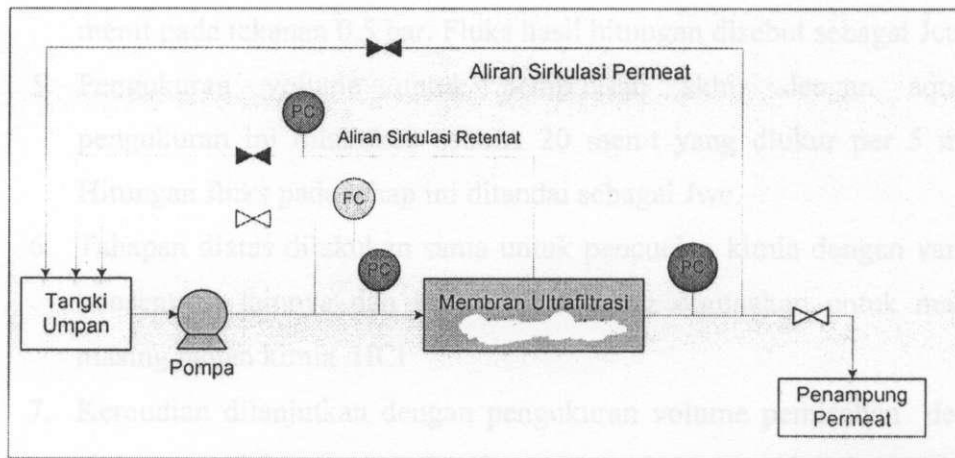
IV. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam rangka mencapai tujuan penelitian, maka secara umum penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap yaitu: persiapan bahan dan alat, pelaksanaan penelitian, analisa hasil, perhitungan kinerja membran, dan uji statistik.

4.1 Bahan dan Alat.

Bahan yang digunakan CPO parit sebagai bahan baku, dan bahan kimia untuk pencucian membran yaitu NaOH dan HCL serta aquadest untuk pembilasan. Alat-alat yang digunakan meliputi seperangkat peralatan membran Ultrafiltrasi

berbahan polypropilen dengan modul Capillary sistem aliran crossflow, sebagai alat utama yang dilengkapi dengan gelas ukur, stopwatch, termometer, neraca digital, alat distilasi aquades, heater, pH meter, screen dan lain-lain . Diagram rangkaian peralatan membran seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Diagram alat Ultrafiltrasi Sistem Aliran Crossflow

4.2 Variabel Penelitian.

- tekanan operasi dilakukan pada 0,5; 1; 1,5 dan 2 bar ;
- bahan pencuci yang digunakan adalah NaOH dan HCL;
- konsentrasi bahan pencuci adalah 0, 0,5 dan 1 N
- tekanan pencucian mengikuti tekanan operasi
- waktu operasi untuk satu kali run selama 90 menit
- waktu pencucian dan pembilasan selama 20 menit

4.3 Prosedur Penelitian.

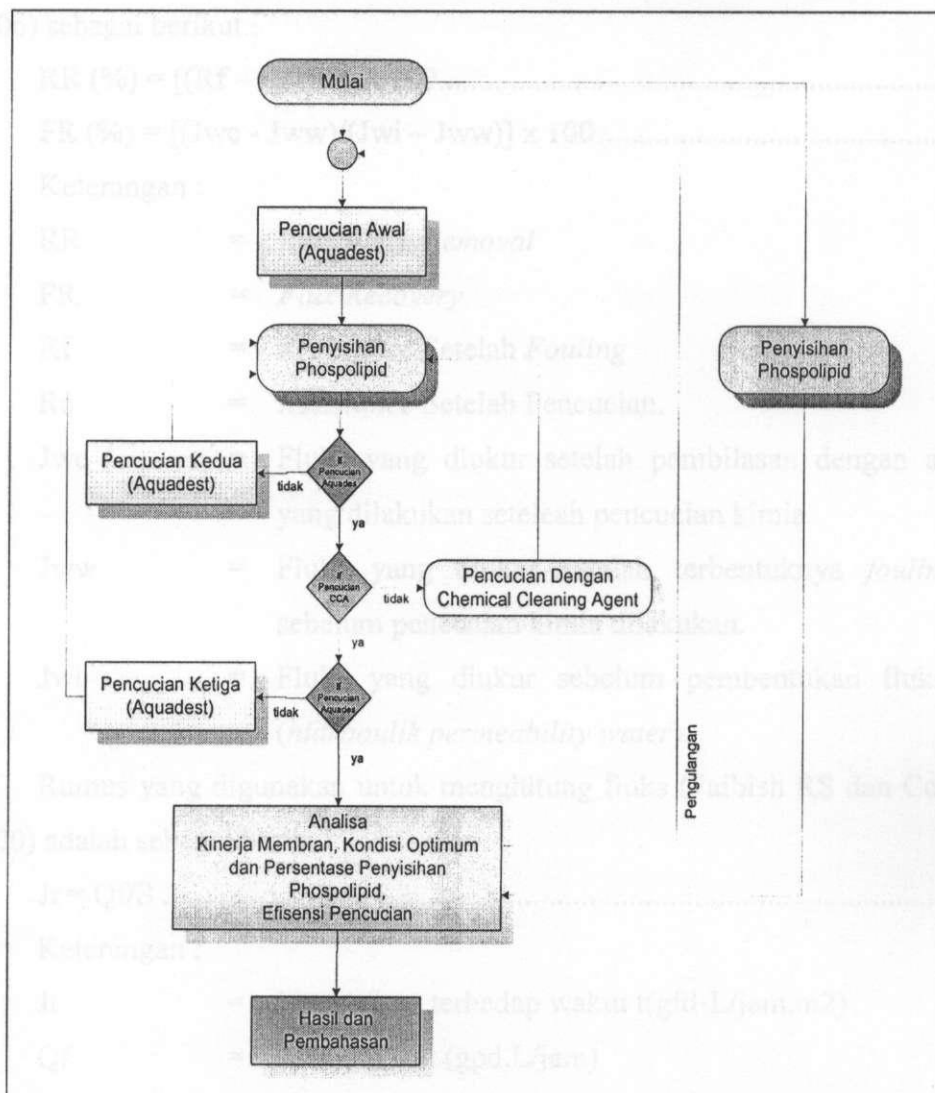
- Pengukuran volume aquades pada pencucian awal di aliran permeat per 5 menit selama 20 menit pada tekanan 0,5 bar. Hasil hitungan fluks dikatakan sebagai J_{wi} .
- Pengukuran volume di aliran permeat per 5 menit selama 90 pada tekanan 0,5 bar. Pada tahap ini fluks ditandai sebagai J_f

3. Pengukuran volume pembilasan dengan aquades, dialiran permeat per 5 menit selama 20 menit pada tekanan 0,5 bar. Hasil hitungan fluks dikatakan sebagai J_{ww} .
4. Pengukuran volume pencucian kimia menggunakan NaOH 0,1 N, pada tahap ini pengukuran volume di aliran permeat per 5 menit selama 20 menit pada tekanan 0,5 bar. Fluks hasil hitungan disebut sebagai J_{cc}
5. Pengukuran volume untuk pembilasan akhir dengan aquades, pengukuran ini dilakukan selama 20 menit yang diukur per 5 menit, Hitungan fluks pada tahap ini ditandai sebagai J_{wc} .
6. Tahapan diatas dilakukan sama untuk pencucian kimia dengan variabel konsentrasi lainnya dan bahan kimia yang digunakan untuk masing-masing bahan kimia HCl
7. Kemudian dilanjutkan dengan pengukuran volume pemisahan dengan air tanpa perlakuan pencucian dengan aquades, pencucian dengan bahan kimia maupun pembilasan akhir dengan aquades. Prosedur penelitian seperti pada Gambar 4.2.

4.4 Analisa Hasil.

Analisa kualitas fluks yang diperoleh dilakukan di Sucofindo Pekanbaru. Analisa data dilakukan untuk mengetahui hubungan fluks terhadap waktu dan tekanan. Sedangkan efektifitas pencucian secara kimia adalah dengan menghitung persen *residual removal* (RR%) dan *flux recovery* (FR%) pada berbagai kondisi konsentrasi *chemical cleaning agent* terhadap masing-masing kondisi operasi filtrasi. Rumus yang digunakan untuk menghitung persen *residual*

Gambar 4.2. Flow Chart Prosedur Penelitian.



4.4 Analisa Hasil.

Analisa kualitas fluk yang diperoleh dilakukan di Sucofindo Pekanbaru. Analisa data dilakukan untuk mengetahui hubungan fluk terhadap waktu dan tekanan. Sedangkan efektifitas pencucian secara kimia adalah dengan menghitung persen *resistant removal* (RR%) dan *flux recovery* (FR%) pada berbagai kondisi konsentrasi *chemical cleaning agent* terhadap masing-masing kondisi operasi filtrasi. Rumus yang digunakan untuk menghitung persen *resistant*

removal dan persen *flux recovery* (Kazemimoghadam M dan Mohammadi T, 2006) sebagai berikut :

$$RR (\%) = [(R_f - R_c)/R_f] \times 100 \dots\dots\dots 4.1$$

$$FR (\%) = [(J_{wc} - J_{ww})/(J_{wi} - J_{ww})] \times 100 \dots\dots\dots 4.2$$

Keterangan :

RR = *Resistance Removal*

FR = *Flux Recovery*

R_f = *Resistance Setelah Fouling*

R_c = *Resistance Setelah Pencucian.*

J_{wc} = Fluks yang diukur setelah pembilasan dengan akuades yang dilakukan setelah pencucian kimia

J_{ww} = Fluks yang diukur setelah terbentuknya *fouling* tapi sebelum pencucian kimia dilakukan.

J_{wi} = Fluks yang diukur sebelum pembentukan fluks awal (*hidraulic permeability water*).

Rumus yang digunakan untuk menghitung fluks (Faibish RS dan Cohen Y, 2000) adalah sebagai berikut:

$$J_t = Q_f/S \dots\dots\dots 4.3$$

Keterangan :

J_t = Filtrat *fluks* terhadap waktu t(gfd-L/jam.m²)

Q_f = Aliran filtrat (gpd,L/jam)

S = Luas permukaan area membran (ft², m²)

Rumus yang digunakan untuk menghitung Resistan Membran mengikuti hukum darcy (Miscolia D A, 2000) yakni :

$$J = \frac{\Delta P_T}{\mu * R_m} \dots\dots\dots 4.4$$

Atau

$$R_m = \frac{\Delta P_T}{\mu * J} \dots\dots\dots 4.5$$

Keterangan :

R_m = *Resistance membran.*

DPt = Tekanan trans-membran (bar)

miu = Viskositas air absolut

J = *Fluks* permeat. (gfd-L/jam.m2)

Tekanan Trans-membran dihitung dengan rumus :

$$P_{TM} = \left[\frac{(P_i + P_o)}{2} \right] - P_p \dots\dots\dots 4.6$$

Karena untuk aliran *dead end* maka rumus diatas menjadi

$$P_{TM} = \frac{(P_i + P_r)}{2} \dots\dots\dots 4.7$$

Keterangan :

Ptm = Tekanan Trans-membran (bar)

Pi = Tekanan umpan (bar)

Pp = Tekanan permeat (bar)

Po = P keluar (bar)

Pr = P retentat (bar)

Perhitungan spesifik *fluks*, aficiacy pencucian dan irreversible loss pada spesifik *fluks* membran dilaporkan untuk menghitung masa hidup membran. Hal ini digunakan untuk menghitung efisiensi pencucian. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\% \text{Recovery spesifik } \textit{fluks} = 100 * [1 - (J_{sf} / J_{si})] \dots\dots\dots 4.8$$

$$\text{Loss original spesifik } \textit{fluks} = 100 * [1 - (J_{sf} / J_{sio})] \dots\dots\dots 4.9$$

Keterangan :

Jsf = *Fluks* Spesifik.akhir pada setiap curren (arus) run

Jsi = *Fluks* spesifik pada awal subsequent (yang berikutnya) dijalankan.

Jsio = *Fluks* spesifik pada awal pengujian membran dijalankan.

Rumus yang digunakan untuk menghitung spesifik *fluks* adalah sebagai berikut:

$$J_{spec} = J_t / P_{tm} \dots\dots\dots 4.10$$

Keterangan :

Jspec = *Fluks* Spesifik.

J_t = Filtrat fluks terhadap waktu t (gfd-L/jam.m2)
 P_{tm} = Trans-mebran Tekanan (bar)

Untuk menghitung efektivitas pencucian dapat menggunakan rumus berikut (Scot JB, 2006) :

$$\text{Cleaning effectivness (\%)} = (1 - \text{avg}(\text{uncleaned fluks}/\text{cleaned fluks}) * 100 \quad 4.11$$

5.1. Rejeksi Phosphorus dan FFA

Permeabilitas dari membran merupakan ukuran kemampuan suatu membran untuk menahan suatu spesi atau melewatkan suatu spesi tertentu, hal ini sangat tergantung pada interaksi antar muka. Jenis spesi yang akan melewatinya, ukuran spesi dan ukuran pori.

Analisa	Konsentrasi dalam sampel	Konsentrasi dalam permeat	Rejeksi (%)
FFA %	23,1	4,914	79
Phosphorus, ppm	55	3,3	44

Tabel 5.1 Rejeksi membran (hasil analisis Surodindo 2008)

Tabel 5.1 menunjukkan kemampuan membran dalam merejeksi Phosphorus dan FFA yang relatif baik. konsentrasi FFA dalam permeat telah memenuhi syarat untuk proses pembuatan biodiesel satu tahap, dan konsentrasi phosphorus memenuhi standar untuk kualitas biodiesel yang baik.

5.2. Karakteristik Fluks

5.2.1. Fluks tanpa pencucian kimia (NaOH 0 N)

Perubahan fluks terhadap waktu pada berbagai tekanan pada proses tanpa pencucian kimia, dari Gambar 5.1, menunjukkan bahwa secara keseluruhan semakin besar tekanan maka fluks yang dihasilkan semakin besar, tetapi pada tekanan 1,5 dan 2 bar kecendrungan fluksnya sama rata-rata pada separuh waktu. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh resistansi membran dan fouling jauh lebih besar dari tekanan yang diberikan sehingga peningkatan tekanan tidak berpengaruh langsung pada peningkatan fluks. Pada tekanan 1 bar laju penurunan fluks terhadap waktu lebih stabil dibandingkan pada tekanan yang lain, dengan