

Efek Polietilen Glikol pada Membran Berbahan Dasar Polisulfon untuk Pemisahan Gas CO₂ dan CH₄

Effect of Polyethylene Glycol on Membrane Made of Polysulphone for Separation of CO₂ and CH₄

Yuffinawati Away dan Adiwari

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"

Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan

Telepon: 62-21-7394422, Fax: 62-21-7246150

E-mail: yuffinawatia@lemigas.esdm.go.id; adiwari@lemigas.esdm.go.id

Teregistrasi I tanggal 21 November 2013; Diterima setelah perbaikan tanggal 16 Desember 2013

Disetujui terbit tanggal: 30 Desember 2013

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai efek polietilen glikol (PEG) pada membran berbahan dasar polisulfon untuk pemisahan gas CO₂ dan CH₄. Pembuatan membran dilakukan dengan metode pengendapan pencelupan polimer melalui tahapan casting, koagulasi, annealing dan penyimpanan. Variasi yang dilakukan mencakup waktu koagulasi 4, 8, 16, 24, dan 32 menit, media penyimpanan dalam air, iso propanol dan desikator, konsentrasi polisulfon 20; 22,5; 25; 27,5 dan 30%, berat molekul PEG 600, 1000, 2000, 4000, 6000 dan 10000. Pengujian permeabilitas membran dilakukan dengan menggunakan sel permeasi pada kisaran tekanan dari 10 sampai 100 psi. Data memperlihatkan bahwa waktu koagulasi yang optimal adalah 16 menit, konsentrasi optimal polisulfon adalah 25% berat dan berat molekul optimal PEG adalah 4000. Membran polisulfon yang dihasilkan mempunyai selektivitas berkisar dari 18,30 sampai 66,05 pada kisaran tekanan dari 10 sampai 100 psi. Nilai selektivitas ini jauh lebih baik dari pada membran polisulfon tanpa PEG yang mempunyai selektivitas hanya berkisar dari 0,96 sampai 6,83 untuk kisaran tekanan dari 10 sampai 100 psi.

Kata kunci: karbon dioksida, CH₄, polisulfon, polietilen glikol

ABSTRACT

A study has been carried out to see the effect of polyethylene glycol (PEG) on polysulfone based membrane to separate CO₂ and CH₄. Membrane preparation was carried out by phase inversion process through steps of casting, coagulation, annealing, and storage. The variation covered coagulation time of 4, 8, 16, 24, and 32 minutes; molecular weight of PEG 600, 1000, 2000, 4000, 6000, and 10000; storage media water, isopropanol and desicator; polysulfone concentration 20%, 22.5%, 25%, 27.5%, and 30% weight. Membrane permeability is tested using permeation cell at pressure from 10 to 100 psi. Data indicated that optimal coagulation time was 16 minutes, optimal polysulfone concentration was 25% weight and optimal PEG molecular weight was 4000. The membrane produced had selectivity ranging from 18.30 to 66.05 at pressure 10 to 100 psi. The value of the selectivity is better than that of polysulfone membrane without PEG which has selectivity ranging only from 0.96 to 6.83 at pressure 10 to 100 psi.

Keywords: carbon dioxide, CH₄, polysulfone, polyethylene glycol

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil gas alam terbesar. Gas alam yang diambil dari perut bumi terdiri dari berbagai komponen senyawa di dalamnya. Salah satu komponen senyawa yang perlu diperhatikan adalah CO₂. Karbon dioksida (CO₂) bila bereaksi dengan air akan menjadi asam dan bersifat korosif sehingga dapat merusak bagian sistem perpipaan. Pada proses pencairan gas alam (CH₄) ini, Gas CO₂ dapat menjadi penghalang karena gas CO₂ memiliki titik beku (-56,4°C) lebih tinggi dari pada titik beku gas CH₄ (-61,4°C) sehingga mengakibatkan penyumbatan pada tangki.

Keberadaan gas CO₂ di dalam gas alam dapat menjadi permasalahan yang serius. Dengan demikian perlu dilakukan proses penghilangan CO₂ tersebut. Proses penghilangan gas CO₂ harus dilakukan hingga mencapai batas maksimal yaitu 2% untuk transportasi gas alam pada sistem perpipaan dan 50 ppm untuk gas alam yang dicairkan (Astarita, 1983). Proses pemisahan gas sangat luas penggunaannya, mulai dari yang besar seperti pemisahan udara sampai yang paling kecil seperti pemurnian gas yang digunakan pada industri (George, *et al.*, 1993).

Metode yang dinilai cukup ekonomis adalah teknik membran. Teknik ini mempunyai kelebihan yaitu proses yang sederhana, mudah, ramah lingkungan dan pemakaian energi serta biaya operasional yang cukup rendah (Mulder, 1996). Membran sebenarnya telah dikenal sejak tahun 1861, yaitu sejak Graham menemukan mekanisme transportasi gas melalui membran karet (Ahmad, 2007), namun teknologi membran baru berkembang sekitar 20-30 tahun yang lalu seiring dengan pertumbuhan industri polimer yang berkembang dan menyediakan bahan baku membran sintetik.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kinerja membran dalam pemisahan antara lain pemilihan polimer, teknik preparasi, komposisi bahan pembentuk, ketebalan membran, dan media penyimpanan. Teknik preparasi membran yang dipilih adalah inversi fase. Pemilihan teknik ini dikarenakan teknik ini sangat fleksibel dan memungkinkan diperolehnya bentuk morfologi membran.

Secara umum definisi membran adalah suatu penghalang atau daerah yang tipis antara dua fase yang memberikan lintasan

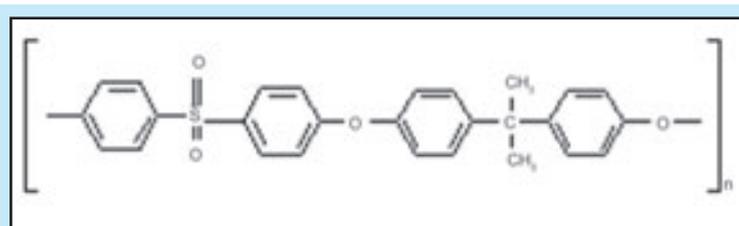
selektif (Baker, 2000), sehingga memungkinkan fase atau komponen tertentu menembus lebih cepat dibandingkan dengan fase atau komponen lainnya di bawah pengaruh gaya penggerak (*driving force*) (Andalucia, 2006).

Membran yang digunakan pada penelitian ini termasuk dalam jenis membran asimetrik. Membran ini pertama kali dibuat oleh Loeb Sourirajan pada tahun 1960-an (Ani Idris, dkk, 2005). Jenis membran ini memiliki dua lapisan struktur, yaitu lapisan atas dan bawah. Pada lapisan atas memiliki struktur yang lebih rapat (0,1-0,5 μm) sedangkan pada lapisan bawah mempunyai struktur yang lebih berpori (ketebalan 50-150 μm). Sifat-sifat pemisahan dan laju permeasi membran ditentukan oleh lapisan permukaannya sedangkan substrukturnya berfungsi sebagai penopang yang memberikan kekuatan mekanik pada membran.

Pada penelitian ini bahan dasar yang digunakan adalah polisulfon. Pemilihan sistem polimer merupakan hal yang penting. Karena polimer yang digunakan akan sangat berpengaruh dalam proses pemisahan. Polimer yang ideal adalah yang memiliki struktur yang sesuai dengan unsur yang akan dipisahkan, kuat, amorf, tetapi tidak rapuh dengan pemakaian pada temperatur di bawah Transisi gelasnya (T_g). Polisulfon juga mempunyai sifat kaku (Muthusamy, *et al.*, 2005), polar, transparan, amorf, dan termoplastik sehingga dapat dicetak dalam berbagai bentuk. Struktur dari polisulfon dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Penelitian ini bertujuan untuk pemisahan gas CH₄ dan CO₂ dengan:

1. Menentukan dampak penambahan PEG pada membran.
2. Menentukan waktu optimal koagulasi.
3. Menentukan media penyimpanan yang terbaik agar dapat menghasilkan kinerja membran yang optimal.



Gambar 1
Struktur kimia polisulfon (Moerniati, Dkk., 1996)

4. Menentukan konsentrasi polisulfon yang optimal dalam komposisi membran.
5. Menentukan berat molekul polietilen glikol untuk menghasilkan membran yang optimal.

II. EKSPERIMENTAL

A. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: pisau perata merek yoshimitsu (0-500 μm) Tokyo Jepang, kaca lembaran (ukuran 26x32cm), tabung erlenmeyer pirex, kaki glass Jepang, neraca meter toledo tipe PB 3002-s, spatula, desikator, penangas air merek grant W28, *stopwatch* seiko S031-4010 jepang, pipet volume, magnetik stirrer IKA labortechnik tipe RCT-B, kotak plastik merek dicky, *tissue*, sel permeasi terdiri dari dua buah lempeng logam sebagai tempat membran diletakkan kemudian kedua lempeng logam akan dikaitkan dengan baut sehingga gas yang akan dialirkan di dalam sel permeasi tidak bocor.

B. Bahan

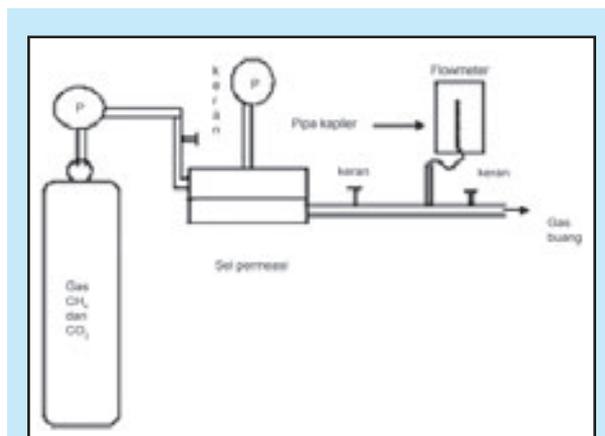
Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Gas CH₄ dan CO₂ murni, Polisulfon, n-metil-2-pirolidon, Isopropil alkohol, Polietilen glikol, n-hexan dan air.

C. Prosedur Percobaan

1. Pembuatan Membran

Bahan dasar membran sebanyak 15 gram polisulfon dicampurkan dengan 45 gram n-Metil Pirolidon di dalam erlenmeyer sambil diaduk dengan magnetik *stirrer* (selama ± 24 jam). Setelah homogen, dicampurkan polietilen glikol (PEG) sebanyak 1,5 gram lalu diaduk kembali dengan magnetik *stirrer* hingga benar-benar homogen lagi. Larutan yang sudah homogen didiamkan sampai gelembung udara yang ada di dalam larutan menghilang (± 12 jam).

Larutan adonan dituangkan di atas plat kaca untuk proses *casting* dilakukan dengan pisau *Dr knife* yang memiliki ukuran tertentu. Larutan yang telah dicetak kemudian dikoagulasi dengan memasukkan plat kaca yang berisi cetakan membran ke dalam bak berisi larutan pengkoagulasi (iso propanol) selama waktu yang ditentukan hingga merata tercelup. Setelah itu membran dimasukkan ke dalam bak yang berisi air dengan suhu 70°C selama 20 menit (proses *annealing*). Membran yang telah terbentuk ditempatkan di dalam bak penyimpanan.



Gambar 2
Skema peralatan sel permeasi

2. Pengujian gas model

Membran yang telah dicetak di uji selektivitasnya dengan alat permeasi. Sebelumnya membran dibentuk lingkaran yang berdiameter 4 cm lalu diletakkan dalam sel permeasi dan ditutup rapat (pastikan tidak ada kebocoran). Sel permeasi dihubungkan dengan tabung gas CH₄ murni. Gas CH₄ murni dialirkan dengan tekanan dari yang rendah 10 psi hingga 100 psi. Pengoperasian sel dimulai dari membuka keran pertama untuk mengalirkan gas CH₄ atau CO₂. Aliran gas akan melewati membran yang ada di dalam sel. Keran kedua dan ketiga untuk mengatur aliran gas, ketika pengujian keran ketiga ditutup maka gas akan tertahan di dalam sel dan ketika selesai pengujian keran dibuka untuk membuang gas. Indikator gas yang melewati membran dapat dilihat pada isopropanol yang bergerak pada *flowmeter* dan dihitung waktu tempuhnya per sentimeter. Waktu tempuh diukur pada masing-masing tekanan gas CH₄ yang menembus membran untuk 3 variasi jarak. Ketebalan membran diukur sebelum dan sesudah pengujian. Diulangi langkah diatas untuk gas CO₂.

Persamaan yang digunakan untuk menentukan permeabilitas gas murni yaitu:

$$P = \frac{Q \cdot l}{A \cdot m \cdot \Delta P} \quad (1)$$

Di mana:

P = permeabilitas gas murni (cm³ cm/cm² det cmHg)

- Q = laju alir permeat (cm³/detik)
 I = tebal membran (cm)
 Am = luas membran (cm²)
 ΔP = beda tekanan umpan dan permeat (cmHg)

Selektivitas membran dinyatakan dengan faktor pemisahan (α). Faktor pemisahan (α) adalah perbandingan permeabilitas dari pasangan gas yang dialirkan (i,j) dengan rumus:

$$\alpha_{i,j} = \frac{P_i}{P_j} \quad (2)$$

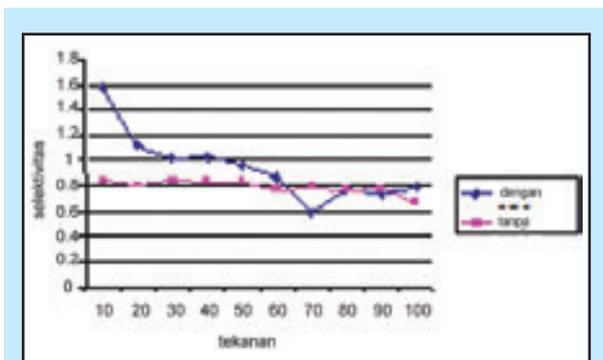
Di mana:

- P_j = permeabilitas gas murni (j)
 P_i = permeabilitas gas murni (i)
 α = selektivitas

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Pembawa (Carrier) Polietilen Glikol (PEG) Terhadap Kinerja Membran

- Membran dengan media pengkoagulan air dan isopropanol



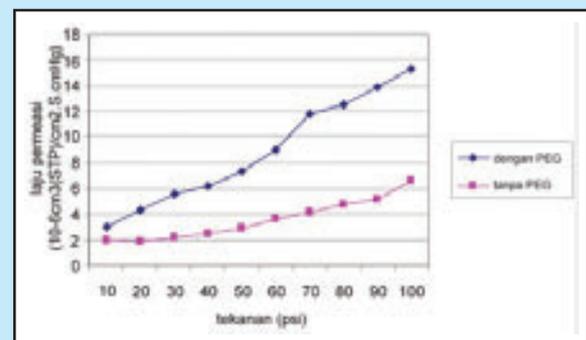
Gambar 3
 Nilai selektivitas pada membran dengan PEG dan tanpa PEG dengan pengkoagulan air dan isopropanol

Dari gambar di atas kedua membran menghasilkan nilai selektivitas yang tidak jauh berbeda. Membran dengan PEG mempunyai nilai selektivitas yang hanya mencapai kisaran 0,59 sampai 1,58 pada kisaran tekanan 10-100 psi. Begitu pula pada membran tanpa

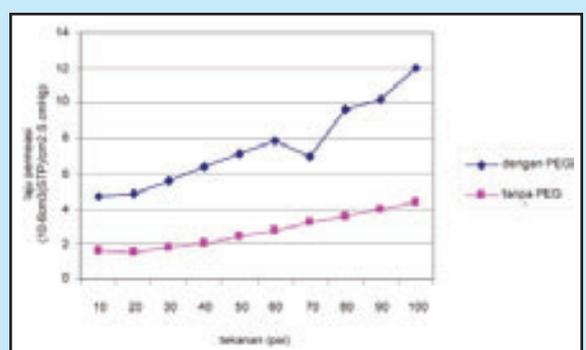
PEG juga menghasilkan nilai selektivitas yang rendah, yaitu 0,66 sampai 0,84. Nilai selektivitas yang rendah dari kedua membran mengartikan penggunaan media pengkoagulan air dan isopropanol kurang baik untuk pemisahan gas CO₂ dan CH₄. Penggunaan media air sebagai pengkoagulan dapat melarut PEG yang terdapat di dalam membran. Karena PEG mempunyai sifat dapat larut dalam air.

Pada membran tanpa PEG laju alir CH₄ rendah (1,915 sampai 6,635) dan laju alir dari CO₂ juga rendah (1,529 sampai 4,348) sehingga menghasilkan selektivitas yang rendah pula. Laju alir yang rendah dari kedua gas dikarenakan tidak adanya PEG yang dapat membantu mengabsorpsi CO₂.

Untuk membran dengan PEG, terlihat laju alir CO₂ lebih tinggi sebesar 47,19 sampai 12,01. Gas CO₂ yang melewati membran terabsorpsi bila dibandingkan dengan membran tanpa PEG. Meskipun demikian, membran ini masih kurang baik karena jika melihat laju alir CH₄ masih tinggi (2,983 sampai 15,3). Adanya dampak seperti ini dimungkinkan



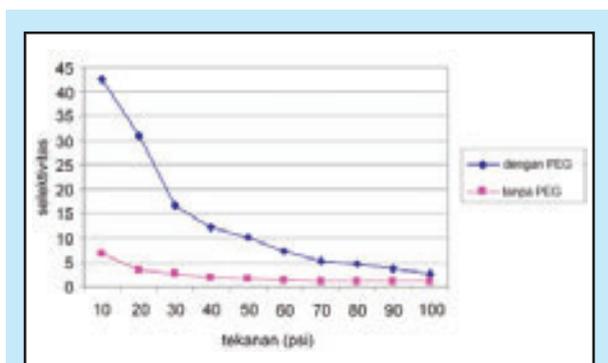
Gambar 4
 Permeabilitas CH₄ pada membran dengan PEG dan tanpa PEG dengan pengkoagulan air dan IPA



Gambar 5
 Permeabilitas CO₂ pada membran dengan PEG dan tanpa PEG dengan pengkoagulan air dan IPA

karena pembentukan lapisan selektivitas masih belum efektif yang mana PEG yang seharusnya membantu mengabsorpsi telah larut bersama air sehingga masih sulit untuk diaplikasikan.

2. Membran dengan media pengkoagulan isopropanol



Gambar 6
Nilai selektivitas pada membran dengan PEG dan tanpa PEG dengan pengkoagulan isopropanol

Dari gambar di atas dapat dilihat perbedaan yang signifikan antara membran dengan PEG dan tanpa PEG. Membran dengan PEG mempunyai nilai selektivitas yang jauh lebih tinggi dari pada membran tanpa PEG. Penggunaan media pengkoagulan IPA pada membran dengan PEG dapat memberikan nilai selektivitas dengan kisaran 2,69 sampai 43,52 pada tekanan 10-100 psi. Dengan adanya pematatan kristal PEG difusi gas CO₂ menjadi tinggi (Jintong, *et al.*, 1998). Nilai ini lebih baik dari pada nilai selektivitas pada membran tanpa PEG yaitu pada kisaran 0,96 sampai 6,83.

Dari gambar, terlihat bahwa laju alir gas CH₄ pada membran PEG lebih rendah (0,0205 sampai

0,1969) dari pada membran tanpa PEG (0,1691 sampai 2,668), karena PEG dapat menahan aliran CH₄ pada lapisan selektif.

Pada membran dengan PEG, gas CO₂ ketika melewati membran akan diabsorpsi oleh PEG karena CO₂ memiliki daya absorpsi yang lebih tinggi dari pada CH₄. Mekanisme difusi yang terjadi antara PEG dengan gas CO₂ termasuk dalam jenis *fix carier*, gas yang bereaksi dengan PEG (*carrier*) akan bergerak dari sisi satu *carrier* ke sisi *carrier* yang lain (kusumawati, I., 2007). Dengan demikian PEG sebagai pembawa (*carrier*) yang terdapat pada membran dapat meningkatkan nilai selektivitas.

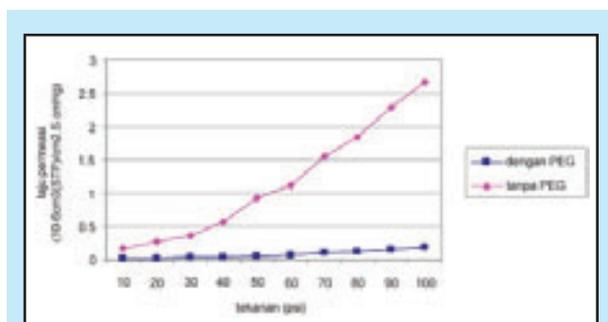
Faktor tekanan juga mempengaruhi laju alir gas. Jika tekanan gas diperbesar maka laju alir gas juga semakin tinggi. Begitu sebaliknya, jika tekanan gas diperkecil maka laju alir gas akan kecil. Hal ini terbukti pada membran tanpa PEG mempunyai laju alir gas CH₄ dan CO₂ kecil pada tekanan rendah dan sebaliknya. Oleh karena itu membran ini nilai selektivitasnya rendah.

Tetapi pada membran dengan PEG mempunyai nilai laju alir yang stabil untuk kedua gas. Aliran kedua gas yang stabil mengartikan bahwa terdapat lapisan selektif yang efisien dalam memisahkan gas. Dengan demikian, membran ini efektif untuk pemisahan gas pada tekanan antara 10-100 psi karena memiliki lapisan yang selektif yang lebih baik.

B. Pengaruh Waktu Koagulasi Terhadap Kinerja Membran

Proses ini dilakukan untuk memperlambat pematatan pori membran pada lapisan pendukung sehingga diperoleh lapisan atas yang memiliki pori yang lebih rapat dari pada lapisan di bawahnya sehingga menghasilkan membran yang disebut membran asimetrik (Andriani, 2003).

Waktu yang optimal terdapat pada membran dengan waktu koagulasi 16 menit memiliki nilai selektivitas 19,95 sampai 30,81. Selama waktu ini dimungkinkan pertukaran pelarut dengan larutan koagulan lebih efektif untuk permeabilitas gas CO₂ terhadap CH₄. Kelarutan NMP dalam isopropanol juga cukup rendah sehingga menyebabkan terbentuknya pori yang sesuai. Makin lama waktu perendaman maka akan menghasilkan membran yang tebal dan rapat (Andriani, 2003).



Gambar 7
Permeabilitas CH₄ pada membran dengan PEG dan tanpa PEG dengan pengkoagulan IPA

Waktu koagulasi yang optimum adalah 16 menit dengan laju alir gas CH₄ sangat rendah sedangkan aliran gas CO₂ sangat tinggi yang dapat menembus lapisan selektif membran. Nilai permeabilitas CH₄ yang diharapkan adalah serendah mungkin dan sebaliknya nilai permeabilitas CO₂ diharapkan setinggi mungkin.

C. Pengaruh Media Penyimpanan Terhadap Kinerja Membran

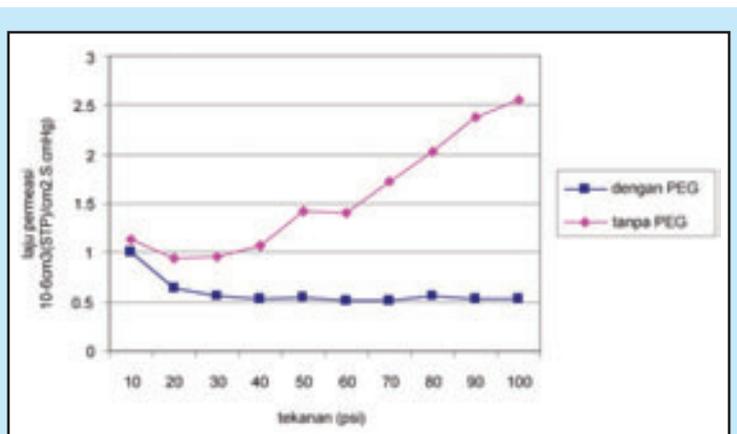
1. Membran Yang Tidak Melalui Proses *Annealing*

Variasi ini dilakukan untuk mengurangi tingkat kelarutan PEG di dalam air. Karena membran yang disimpan di dalam air dapat mengakibatkan PEG terlarut. PEG mempunyai kelarutan di dalam air sebesar 50 mg/ml H₂O. Kelarutan ini dapat menyebabkan terjadinya lapisan lendir di atas lembaran membran yang dapat mempengaruhi kinerja membran dalam pemisahan.

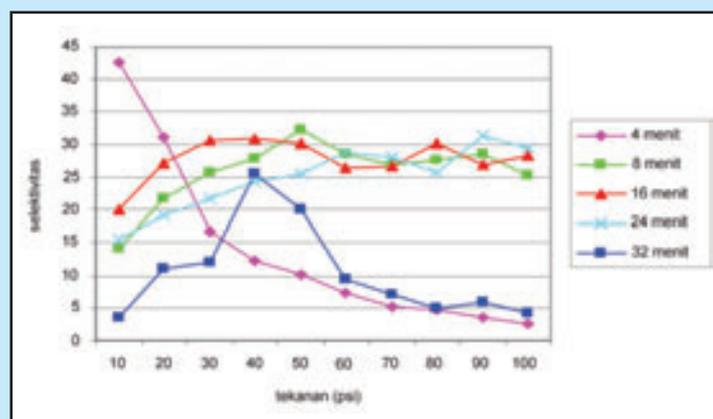
Nilai selektivitas pada membran yang disimpan dalam air lebih tinggi (0,9 sampai 9,15). Sedangkan pada membran yang di simpan dalam desikator hanya pada 30 psi saja. Ini dikarenakan lapisan selektif tidak mampu lagi menahan tekanan yang lebih tinggi lagi.

Oleh karena itu, kelarutan PEG di dalam air tidak memberikan pengaruh terhadap selektivitas terbukti dengan membran yang disimpan dalam air lebih baik dari pada membran yang di simpan dalam iso propanol dan dalam desikator. Selain itu, perlakuan yang tanpa annealing juga memberikan dampak terhadap kemampuan membran dalam menseleksi gas sehingga tidak optimum terutama pada tekanan yang lebih tinggi. Fenomena ini dikarenakan tidak terjadinya penciutan pori pada matriks membran terutama pada lapisan selektifnya. penciutan pori pada proses *annealing* dapat meningkatkan selectivitas (kusumawati. I., 2007)

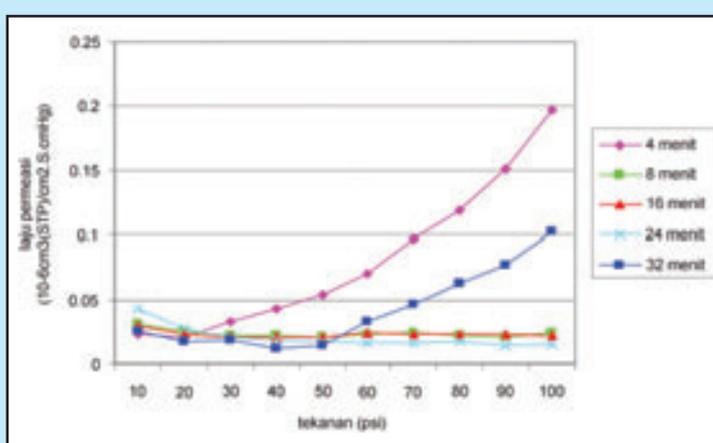
Aliran CH₄ tinggi pada membran yang disimpan di desikator, ini menandakan



Gambar 8 Permeabilitas CO₂ pada membran dengan PEG dan tanpa PEG dengan pengkoagulan IPA



Gambar 9 Nilai selektivitas gas CO₂ dan CH₄ terhadap variasi waktu koagulasi



Gambar 10 Permeabilitas CH₄ terhadap variasi waktu koagulasi

lapisan selektif tidak efisien sebaliknya aliran CH₄ yang rendah menandakan lapisan selektif yang efisien. Lapisan yang cukup efisien terbukti pada membran yang disimpan dalam air, dengan laju alir CH₄ yang rendah (0,0484 sampai 61,3).

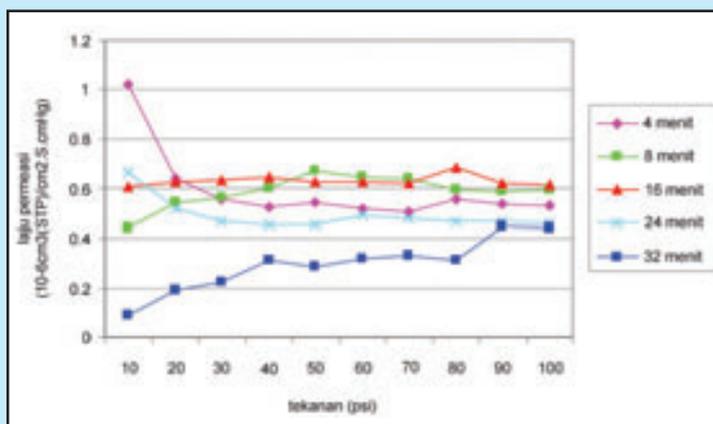
laju aliran CO₂ pada membran yang di simpan dalam iso propanol dan desikator memang cukup tinggi tetapi bukan karena proses absorpsi oleh media pembawa (PEG) tetapi disebabkan karena morfologi membran tidak terbentuk dengan sempurna.

2. Membran Yang Melalui Proses *Annealing*

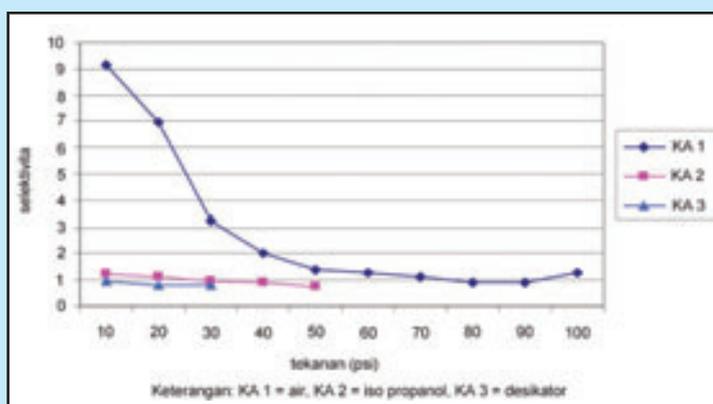
Penyimpanan di dalam air mempunyai nilai selektivitas yang tinggi sebesar 2,59 sampai 24,5. Membran dengan perlakuan annealing ini dapat berfungsi dengan baik karena kemungkinan struktur membrannya tidak rusak dan tetap terjaga. Tetapi pada tekanan 80 psi nilai selektivitas menurun, hal ini dimungkinkan karena adanya *defect* (cacat) pada lapisan membran. Membran yang memiliki *defect* akan menyebabkan selektivitas menurun (Dongliang, *et al.*, 1995). Penyimpanan membran pada iso propanol dan kondisi kering (di desikator) rentan terhadap cacat terutama pada lapisan selektifnya. Ini terbukti dengan hasil selektivitas yang rendah (1,01 sampai 3,57 dan 0,79 sampai 1,05).

Membran yang disimpan di dalam air nilai laju permeasi gas CH₄ lebih rendah (0,0219). Ini berarti aliran CH₄ pada membran yang di simpan dalam air dapat tertahan pada lapisan selektif membran. Sedangkan membran yang disimpan dalam desikator dan iso propanol kurang mampu menahan laju permeasi gas CH₄.

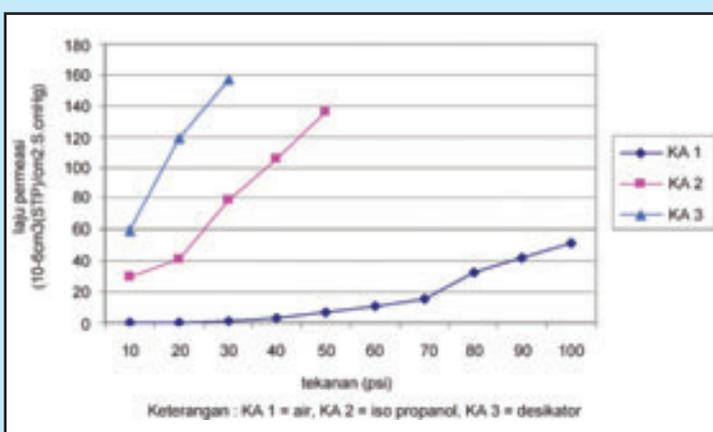
Sedangkan pada laju permeasi gas CO₂, membran yang di simpan dalam air memiliki nilai yang lebih rendah. Walaupun demikian, jika nilai ini dibagi dengan nilai permeabilitas CH₄ akan menghasilkan selektivitas (28,93) yang lebih baik dari pada jenis membran yang lain.



Gambar 11
Permeabilitas CO₂ terhadap variasi waktu koagulasi



Gambar 12
Nilai selektivitas terhadap media penyimpanan membran tanpa proses *annealing*



Gambar 13
Permeabilitas CH₄ terhadap media penyimpanan

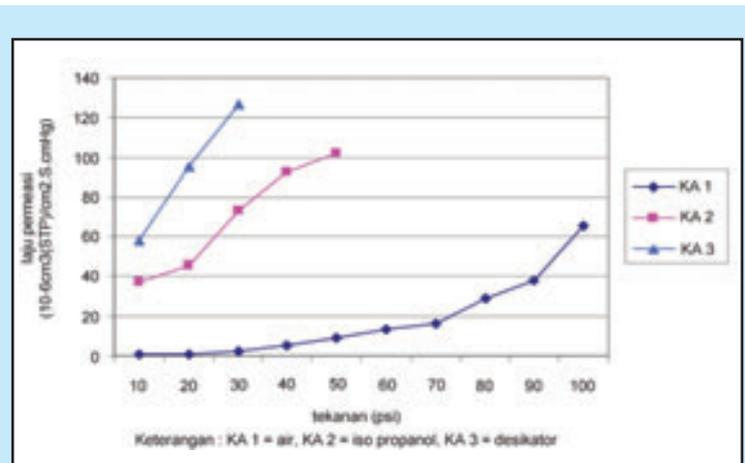
Untuk jenis membran yang lain meskipun nilai permeabilitas CO₂ cukup tinggi tetapi ini tidak mengartikan bahwa gas CO₂ diabsorpsi oleh PEG untuk melewati membran. Ini dikarenakan lapisan selektif tidak terbentuk secara maksimal maka permeabilitas dari kedua gas cukup tinggi dan menghasilkan selektivitas yang rendah.

D. Pengaruh Konsentrasi Polisulfon Terhadap Kinerja Membran

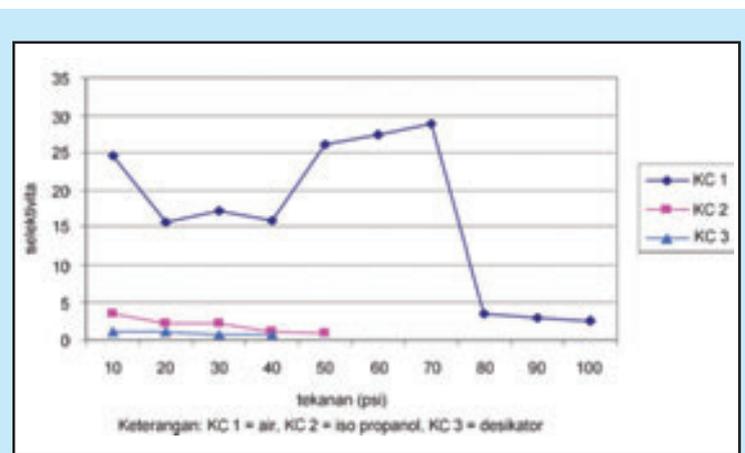
Pada membran dengan konsentrasi 25% lapisan selektifnya terbentuk lebih sempurna dari yang lain. Terbukti dengan nilai selektivitas yang optimum dari yang lain. Membran berbahan dasar polisulfon dapat memberikan nilai selektivitas 15-45.39 (Yaacob,.A. dkk). Konsentrasi polisulfon 20% dan 22,5% nilai selektivitasnya lebih rendah dari pada konsentrasi polisulfon 25%, dikarenakan jumlah komposisi bahan dasar yang jauh lebih sedikit dari pada pelarutnya sehingga pembentukan rantai polimer yang kurang maksimal.

Nilai sektivitas mulai menurun pada konsentrasi 27,5% polisulfon dan pada membran dengan konsentrasi 30% polisulfon. Ini dikarenakan konsentrasi polisulfon yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan selektif terlalu rapat dan lapisan selektifnya tidak berfungsi dengan baik.

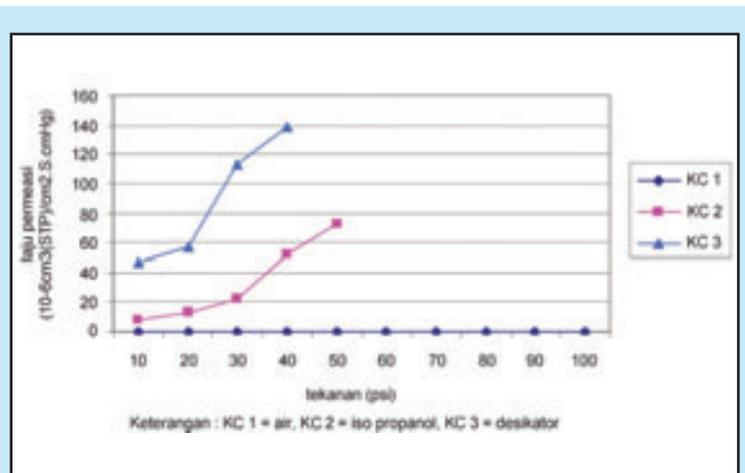
Laju alir CH₄ dari membran dengan konsentrasi 25% juga cukup baik berada dibawah membran dengan konsentrasi 20% dan 22,5%. Dan mempunyai laju alir CO₂ yang paling tinggi. Berbeda dengan konsentrasi 27,5% dan 30%, meskipun laju alir CH₄ sangat rendah tetapi laju alir dari CO₂ juga rendah pula. Lapisan selektif dari membran ini tidak terbentuk dengan baik kemungkinan karena konsentrasi polisulfon yang terlalu tinggi yang menyebabkan matriks rantai polimer terlalu padat dan rapat. Dampaknya pemisahan CH₄ dan CO₂ menjadi tidak efektif.



Gambar 14 Permeabilitas CO₂ terhadap media Penyimpanan



Gambar 15 Nilai selektivitas terhadap media penyimpanan membran dengan proses annealing



Gambar 16 Permeabilitas CH₄ terhadap media penyimpanan

E. Pengaruh Berat Molekul Poliethilen Glikol Terhadap Kinerja Membran

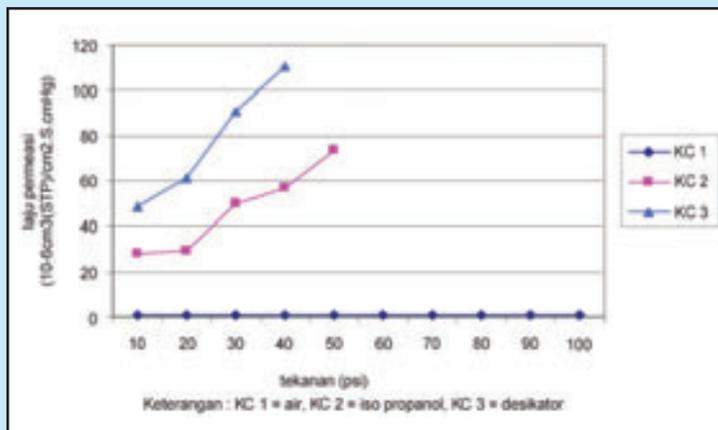
Seiring dengan kenaikan berat molekul PEG nilai selektivitas juga meningkat (18,3 sampai 66,05) hingga mencapai nilai optimum yaitu pada berat molekul 4000. Pada berat molekul 4000 ikatan intersegmennya terbentuk dengan baik.

Bertambahnya berat molekul PEG akan membentuk ikatan intersegmental di dalam membran sehingga dapat membantu gas CO₂ melewati membran (Jintong, *et al.*, 1998). Berat molekul yang lebih tinggi lagi hanya akan menghasilkan nilai selektivitas yang rendah karena ikatan intersegmen yang terbentuk terlalu padat.

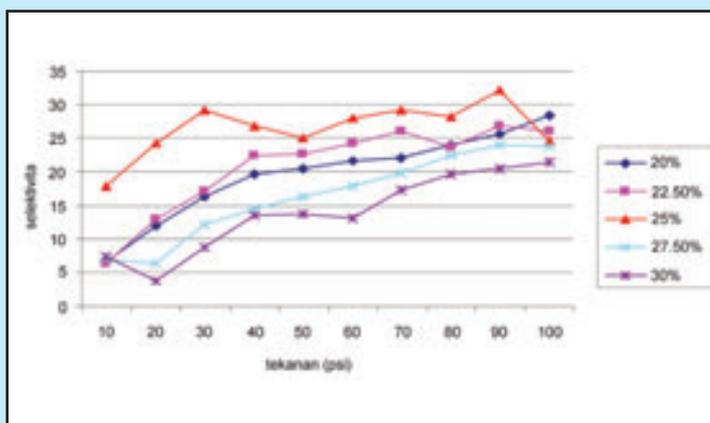
Berat molekul PEG BM 4000 memiliki nilai laju permeasi CH₄ yang rendah yaitu 0,008468. Laju permeasi CO₂ pada berat molekul 4000 memiliki nilai 0,5593. Meskipun laju permeasi CO₂ tidak setinggi berat molekul lainnya, membran ini memiliki lapisan selektif yang lebih baik dari pada membran yang lain. Oleh karena itu, berat molekul optimum terdapat pada membran dengan berat molekul 4000 dengan nilai selektivitas mencapai 66,05 pada tekanan 10 psi. Pengkristalan PEG di dalam matriks membran dapat menghasilkan selektivitas yang tinggi yaitu pada kandungan PEG yang minimum (Yi, C. *et al.*, 2006).

F. Media Penyimpanan Dengan Kepolaran Bertahap

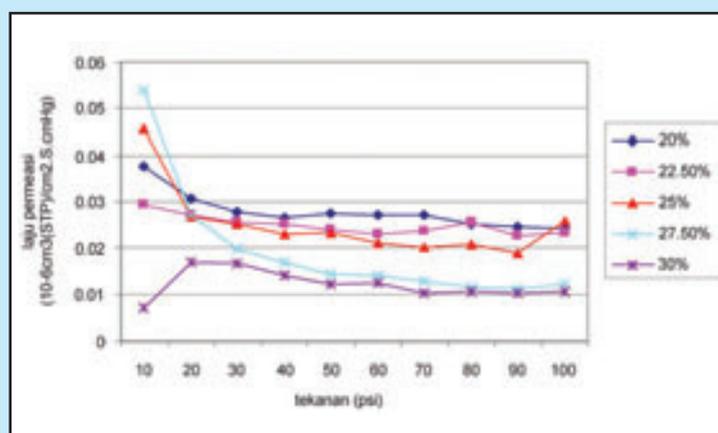
Di dalam aplikasinya, untuk efisiensi penggunaan membran diharapkan dapat digunakan dalam keadaan kering. Tetapi setelah pengujian pada media penyimpanan kering (desikator) hanya menghasilkan nilai selektivitas yang rendah. Oleh karena itu, pengujian terhadap media penyimpanan yang lainnya perlu dilakukan. Salah satunya dengan kepolaran bertahap (Baker, 2000). Kepolaran bertahap yang dimaksud adalah membran dikeringkan secara



Gambar 17
Permeabilitas CO₂ terhadap media penyimpanan



Gambar 18
Nilai selektivitas terhadap konsentrasi polisulfon



Gambar 19
Permeabilitas CH₄ terhadap konsentrasi polisulfon

bertahap berdasarkan kepolaran dari larutan. Membran disimpan dalam larutan yang mempunyai kepolaran yang tinggi sampai dengan kepolaran yang rendah secara bertahap.

Nilai selektivitas pada membran yang di simpan di dalam n-hexan lebih tinggi (0,9 sampai 1,97) dari pada membran yang disimpan dalam desikator (0,74 sampai 1,16). Ini berarti penyimpanan di dalam n-hexan lebih baik dari pada desikator. Selain itu, membran yang disimpan dalam desikator nilai selektivitas hanya mampu sampai pada tekanan 60 psi, lebih dari tekanan itu membran sudah tidak efisien lagi.

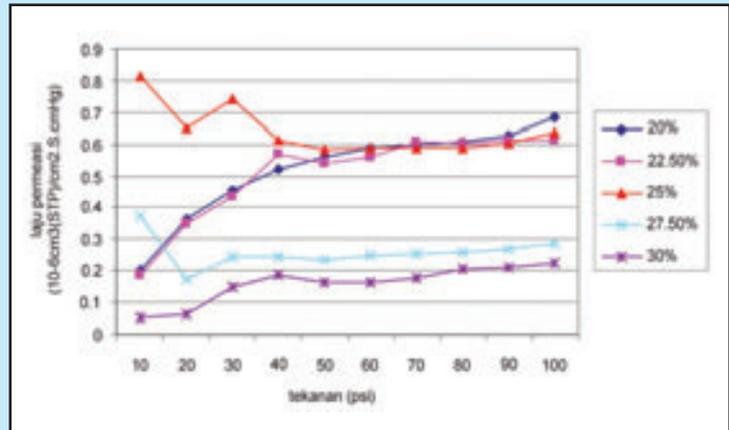
Membran yang di simpan dalam n-hexan memiliki nilai laju permeasi CH_4 yang hampir sama dengan laju alir CO_2 (26,77 dan 24,03). Begitu pula dengan membran dalam desikator, laju permeasi CH_4 dan CO_2 (72,21 dan 53,28) juga hampir sama. Hal ini menyebabkan nilai selektivitas yang rendah.

Dari kedua membran baik yang di simpan dalam n-hexan maupun desikator lapisan selektif dimungkinkan tidak dapat terbentuk dengan baik. Oleh karena itu, membran yang disimpan dengan kepolaran bertahap kurang efektif dalam pemisahan CH_4 dan CO_2 . Terbukti dengan hasil selektivitas dari kedua membran yang jauh lebih rendah dibandingkan membran yang di simpan dalam air.

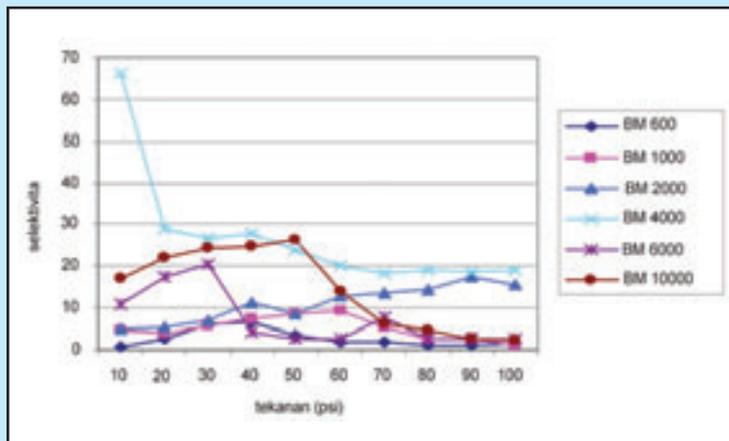
IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

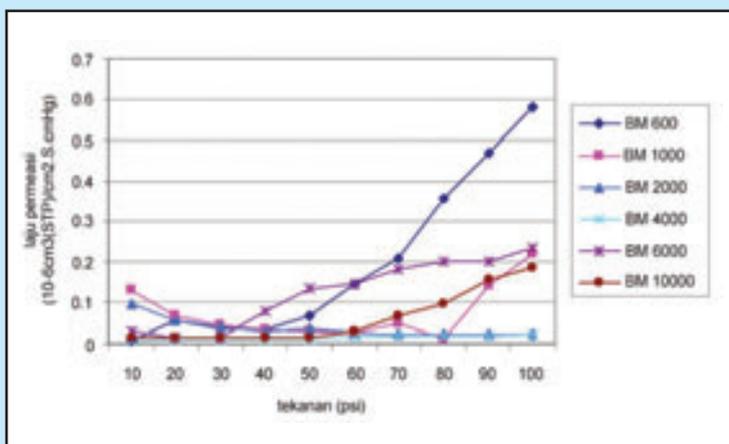
1. Keberadaan PEG dalam polimer polisulfon dapat meningkatkan selektivitas membran
2. Variasi yang dilakukan terhadap waktu koagulasi, konsentrasi polisulfon, dan berat molekul PEG memperlihatkan bahwa waktu koagulasi yang optimal adalah 16 menit, konsentrasi optimal



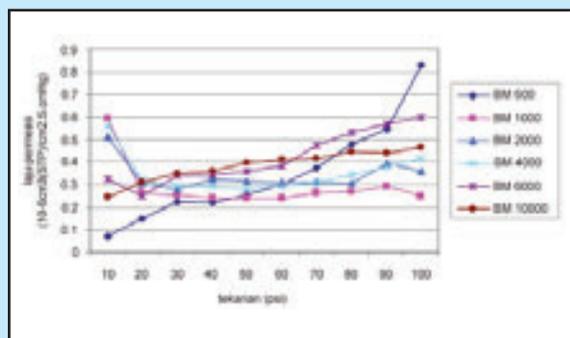
Gambar 20 Permeabilitas CO₂ terhadap konsentrasi polisulfon



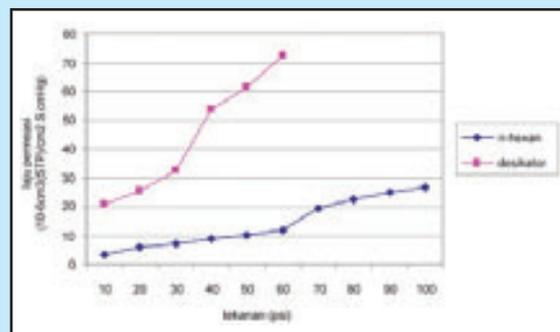
Gambar 21 Nilai selektivitas terhadap berat molekul PEG



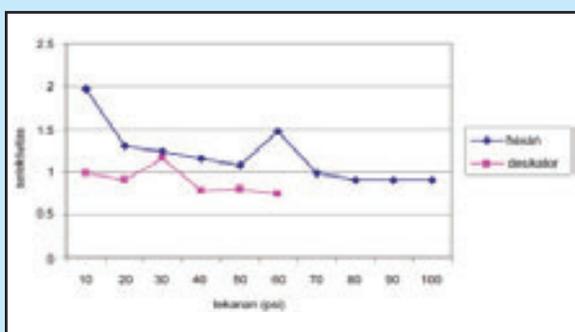
Gambar 22 Permeabilitas CH₄ terhadap berat molekul PEG



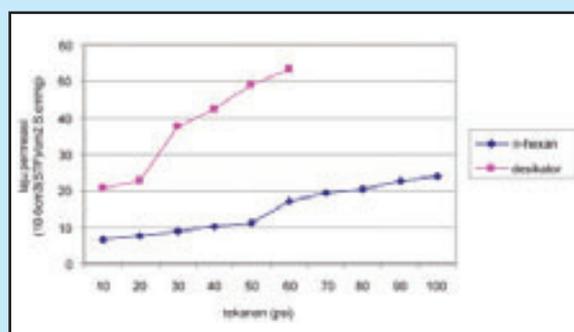
Gambar 23
Permeabilitas CO₂ terhadap berat molekul PEG



Gambar 25
Permeabilitas CH₄ penyimpanan pada kepolaran bertahap



Gambar 24
Nilai selektivitas terhadap penyimpanan pada kepolaran bertahap



Gambar 26
Permeabilitas CO₂ penyimpanan pada kepolaran bertahap

polisulfon adalah 25% berat dan berat molekul optimal PEG adalah 4000.

- Membran polisulfon dengan PEG yang dibuat dengan waktu koagulasi 16 menit, konsentrasi polisulfon 25% berat dan berat molekul PEG 4000 mempunyai selektivitas yang berkisar dari 18,3 sampai 66,05 pada kisaran tekanan dari 10 sampai 100 psi. Nilai selektivitas ini jauh lebih baik dari pada membran polisulfon tanpa PEG yang mempunyai selektivitas hanya berkisar dari 0,96 sampai 6,83 untuk kisaran tekanan dari 10 sampai 100 psi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada PPPTMGB LEMIGAS – KPPP Teknologi PROSES yang telah memberikan bantuan pendanaan. Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada Abdul Rizal Habibi yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan ini.

KEPUSTAKAAN

- Ahmad, AL.,** 2007. *Teknologi Membran, Evolusi Proses Pemisahan Kreatif, Inovatif Dan Efektif Tanpa Sepadan*. Kampus Kejuruteraan. Universiti Sains Malaysia. Pulau Pinang.
- Andriani, Yayun,** 2003. *Pemakaian Membran Polisulfon Untuk Pemisahan Gas Hidrogen Dan Karbon Monoksida*. Thesis. FMIPA. Universitas Indonesia. Depok.
- Ani, Idris, Faridah K., dan M. Zakiamani,** 2005. *The Effect Of Curing Temperature On The Performance Of Thin Film Composite Membrane*. Journal Technology. 43 (f). 51-64. Universiti Teknologi Malaysia.
- Astarita, G., dan D.W. Savage,** 1983. *Gas Treating With Chemical Solvents*. John Wiley and Sons Inc.: New York
- Baker, R.W.,** 2000. *Membrane Technology And Application: Membrane Technology And Reseach. Inc.* McGraw-Hill. New York.
- Dongliang, W., K. Li, and W.K., Teo,** 1995. *Effect of Temperature And Pressure On Gas Permselection*

- Properties In Asymmetric Membranes*. Journal of Membrane Science. Vol. 105. pages 89-101.
7. **George, K.E., Judson King C.C., Edward. C.L., William E., Muralidhara H.S., and W. Milton E.,** 1993. *Separation Technology In Japan*. International Technology Research Institute. Japanese Technology Evaluation Center.
 8. **Jintong, L., Shichang W., Kazukiyo N., Tsutomu N., and W-H.Mau Albert,** 1998. *Effect Of Polyethyleneglicol (PEG) On Gas Permeabilities And Permselectivities In Its Cellulose Acetate (CA) Blend Membranes*. Journal of Membrane Science. Vol.138. pages 143-152.
 8. **Kusumawati, irma.,** 2007. *Efek Metode Penyiapan Larutan Polimer Selulosa Asetat Terhadap Selektivitas Pemisahan CH₄/CO₂ Pada Tekanan Rendah (10-100 PSIG)*. Skripsi program sarjana fakultas teknik UI, depok.
 10. **Moerniati S., Aspyanto, A. Syahrul, S. Iinijah,** 1996. *Studi Tentang Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Membran Polisulfon*. Prosiding Seminar Teknik Kimia. Puslitbang Kimia Terapan. LIPI-Puspiptek-Serpong
 11. **Mulder M.,** 1996. *Basic Prinsiple of Membrane Technology*. Second Edition. Kluwer Academic Publisher. Netherlands.
 12. **Muthusamy S., Doraisami R.M., Ramamoorthy R.,** 2005. *Studies on Cellulose Acetate-polysulfone Ultrafiltration Membranes II. Effect of additive Concentration*. Journal of Membrane Science. Vol.268.pages 208-219.
 13. **Yaacob, N., A.F. Ismail.** *Polysulfone Hollow Fiber Membrane System For CO₂/CH₄ Separation: Influence Membrane Module Configuration On The Separation Performance*. Membrane research unit, faculty of chemical and natural resources engineering, university teknologi malaysia, 81310, skudai, johor.
 14. **Yi, C. Et al.,** 2006. *Facilitated Transport Of CO₂ Through Polyvinylamine/Polyethelene Glycol Blend Membrane*. Chemical Engineering Research Center, School Of Chemical Engineering And Technology, State Key Laboratory Of Chemical Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, CHINE

INDEKS SUBYEK

A

Aliran dua fase 155

B

Biodiesel 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154

C

Cadangan 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

Challenges 115

CBM 127, 130, 131, 132, 134

Cloud point 147, 150, 153

CH₄ 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180

Carbon dioxide 169

D

Dewatering 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134

H

Hidrogenasi parsial 147, 149, 150, 151, 152, 153

G

Gas bumi nasional 115, 117, 123, 124, 125

GBM 127, 128, 129, 130, 132

Gaya beratmikro 4D 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133

I

1-oktadekena 135, 136, 137, 141, 142, 143, 145, 146

1-oktadekanol 135, 136, 137, 141, 142, 143

1-octadecene 135

1-octadecanol 135, 136

Inflow Performance ration curve 155

K

Kesinambungan produksi 115

Kurva *Inflow Performance Ratio* 155, 156

Katalis paladium 147

Kestabilan oksidasi 147, 148

Karbon dioksida 169, 170

L

Lapangan rambutan 127, 128, 129, 130, 132

M

Metil oleat 135

Methyl oleate 135

N

National natural gas 115

O

Oxidation stability 147

P

Partial hydrogenation 147, 154

Palladium catalyst 147

Pour point 147, 150, 151, 153

Polisulfon 169, 170, 171, 176, 178, 179, 180

Polietilen glikol 169, 171, 172

Polysulfone 169, 180

Polyethylene glycol 169

R

Reserves 115, 118

Rambutan Fields 127

S

Sustainable production 115

S(q,t) 155, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166

T

Tantangan 115, 116, 123, 124, 125

Two phase flow 155

Titik kabut 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153

Titik tuang 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153

INDEKS PENULIS

A

Andriani, Yayun, lihat, Rosmayati, Lisna, 47(2): 105 - 114

Away, Yufinawati, "Efek Polietilen Glikol pada Membran Berbahan Dasar Polisulfon untuk Pemisahan Gas CO₂ dan CH₄", 47(3): 169 - 180

Adiwar, lihat, Away, Yufinawati, 47(3): 169 - 180

B

Bangun, Morina, lihat, Handoko, Donatus S.P., 47(3): 135 - 146

C

Crystiana, Indah, "Pemanfaatan Citra Ikonos untuk Mengkaji Permasalahan Sosial pada Pengembangan Lapangan Tua", 47 (2) : 69 - 77

D

D.W., Tutik, lihat, Handoko, Donatus S.P., 47(3): 135 - 146

E

Eni, Hestuti, lihat, Tobing, Edward ML, 47(2): 87 - 96

F

Fuad, Muhammad, "Simulasi Distribusi Titik Didih Distilasi TBP dan Hempel Menggunakan Model Matematika Riazzy", 47(1): 49 - 58

H

Hidayati, Nuning Vita, lihat, Najiyah, Durrotun, 47(2) : 97 - 104

Hermawan, Nanang, lihat, Rosmayati, Lisna, 47(2): 105 - 114

Handoko, Donatus S.P., "Konversi Katalitik Metil Oleat Secara Sekuensial Menjadi Senyawa *Biogasoline*", 47(3): 135 - 146

I

Irmayani, Festi, "Rancang Bangun Adsorben Komponen Korosif Gas Bumi", 47(1): 31 - 39

K

Kussuryani, YanNi, lihat, Nanda Sari, Cut, 47 (2), 59 -67

Kristadi, Heribertus Djoko, lihat, Sunarjanto, Djoko, 47(1): 36 - 47

N

Nanda Sari, Cut, "Seleksi Mikroba dan Nutrisi yang Berpotensi Menghasilkan Biosurfaktan untuk MEOR, 47 (2), 59 -67

Najiyah, Durrotun, "Manfaat Surfaktan dari Bakteri Laut Hidrokarbonoklastik untuk Akselerator Proses Hidrokarbon Minyak Bumi", 47(2): 97 - 104

Nofrizal, lihat, Lisna, Rosmayati, 47(2): 105 - 114

Narsito, lihat, Handoko, Donatus S.P., 47(3): 135 - 146

R

Rosmayati, Lisna, "Pembuatan Rancang Bangun Adsorber Penghilang Merkuri Berskala Pilot pada Industri Gas Bumi", 47(2): 105 - 114

S

Susantoro, Tri Mudji, lihat, Crystiana, Indah, 47(2) : 69 - 77

Sidjabat, Oberlin, "Peningkatan Sifat Alir dan Stabilitas Oksidasi Biodiesel dengan Proses Hidrogenasi Parsial. (Bagian I): Penggunaan Ni-Al₂O₃ sebagai Katalis", 47(2): 79 - 85

Sari, Cut Nanda, lihat, Najiyah, Durrotun, 47(2): 97 - 104

Sidjabat, Oberlin, "Pengaruh Teknik Pencampuran Biodiesel dengan Metode *Splash* (Pencemplungan) terhadap Unjuk Kerja Kendaraan Bermesin Diesel", 47(1): 1- 8

Suliantara, "Pemetaan Cekungan Target Eksplorasi Migas Kawasan Timur Indonesia", 47(1): 9 - 17

Susantoro, Tri Mudji, lihat, Suliantara, 47(1): 9 - 17

Sunarjanto, Djoko, "Kontribusi Manajemen Pengetahuan (*Knowledge Management*) dalam Mendorong Pemanfaatan Hasil Litbang Migas", 47(1): 36 - 47

Sosrowidjojo, Imam B., "Dapatkah Metoda Gayaberat-Mikro 4D digunakan untuk Memantau Kemajuan Produksi Air (*Dewatering*) di Reservoir *Coalbed Methane*?", 47(3): 127 - 134

Sidjabat, Oberlin, "Peningkatan Sifat Alir dan Stabilitas Oksidasi Biodiesel dengan Proses Hidrogenasi Parsial. (Bagian II): Penggunaan PD-Al₂O₃ sebagai Katalis", 47(3): 147 - 154

T

Tobing, Edward ML, "Peningkatan Perolehan Reservoir Minyak 'R' dengan Injeksi Alkali-Surfaktan-Polimer pada Skala Laboratorium", 47(2): 87 - 96

Tobing, Edward ML, "Pemodelan *Reservoir Radial Composite* Berdasarkan Hasil Uji Tekanan *Transient* pada Sumur Gas Kondensat", 47(1): 19 - 29

Taryono, lihat, Irmayani, Festi, 47(1): 31 - 39

Triyono, lihat, Handoko, Donatus S.P., 47(3): 135 - 146

Tobing, Edward ML, "Pengaruh Laju Alir dan Waktu Terhadap Faktor *Skin* pada Reservoir Minyak Bertenaga Dorong Gas Terlarut", 47(3): 155 - 167

W

Widiastuti, Paramita, lihat, Irmayani, Festi, 47(1): 31 - 39

Wahyu Dati, Destri, lihat, Sunarjanto, Djoko, 47(1): 36 - 47

Widarsono, Bambang, "Cadangan dan Produksi Gas Bumi Nasional: Sebuah Analisis atas Potensi dan Tantangannya", 47(3):115 - 126

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan terima kasih kepada Dewan Redaksi, Redaksi, Mitra Bestari yang telah membantu Penyuntingan pada Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi Volume 47 (nomor 1, 2 dan 3)

- Dewan Redaksi** :
- Prof. (R). Dr. Maizar Rahman (Teknik Kimia)
 - Prof. (R). M. Udiharto (Biologi)
 - Prof. (R) Dr. E. Suhardono (Kimia Industri)
 - Dr. Ir. Bambang Widarsono, M.Sc. (Teknik Perminyakan)
 - Dr. Mudjito (Geologi Minyak)
 - Dr. Adiwari (Proses Separasi)
 - Dr. Oberlin Sidjabat (Kimia dan Katalis)
- Redaksi** :
- Dr. Ir. Usman, M.Eng. (Teknik Perminyakan)
 - Ir. Sugeng Riyono, M.Phil. (Teknik Kimia)
 - Dr. Ir. Eko Budi Lelono (Ahli Palinologi)
 - Ir. Bambang Wicaksono T.M., M.Sc. (Geologi Perminyakan)
 - Abdul Haris, S.Si., M.Si. (Lingkungan dan Kimia)
- Mitra Bestari** :
- Prof. Dr. Ir. Septorotno Siregar (Teknik Perminyakan)
 - Prof. Dr. R.P. Koesoemadinata (Teknik Geologi)
 - Prof. Dr. Wahjudi Wiratmoko Wisaksono (Energi dan Lingkungan)
 - Dr. Ir. M. Kholil, M.Kom. (Manajemen Lingkungan)
 - Ferry Imanuddin Sadikin, S.T., M.E. (Teknik Elektro)

PEDOMAN PENULISAN MAJALAH LEMBARAN PUBLIKASI MINYAK dan GAS BUMI

UMUM

1. Majalah Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi adalah media yang khusus diperuntukan bagi karya tulis para Peneliti dan Tenaga Fungsional PPPTMGB "LEMIGAS", memuat analisis, kajian dan tinjauan ilmiah mengenai subjek-subjek yang berkaitan dengan industri minyak dan gas bumi, terutama yang dilakukan oleh PPPTMGB "LEMIGAS".
2. Redaksi Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi, secara selektif juga menerima tulisan-tulisan dari para ahli baik perseorangan ataupun kelompok, baik atas nama pribadi maupun instansi pemerintah/swasta namun lebih berbobot. Hal ini dimaksudkan sebagai contoh guna mendorong dan meningkatkan mutu para penulis intern LEMIGAS.

STANDAR PENULISAN

1. Bahasa

Artikel ditulis dalam bahasa Indonesia dengan menggunakan kaidah/istilah bahasa Indonesia yang telah dibakukan berpedoman pada: a. Kamus Besar Bahasa Indonesia terbitan Lembaga Pembinaan Bangsa. b. Kamus Minyak dan Gas Bumi, terbitan PPPTMGB "LEMIGAS". c. Kamus bahasa Inggris.

2. Naskah/Artikel

Judul artikel ditulis pada baris pertama (paling atas), rata kiri (*left*), memakai huruf besar kecil ukuran 24 points.

- **Nama penulis** ditulis pada baris kedua di bawah judul artikel.
- **Abstrak/Sinopsis/Sari** karangan merupakan keharusan ditulis dalam bahasa Indonesia serta bahasa Inggris dan ditetapkan pada awal artikel/tulisan. Abstrak tidak boleh lebih dari 200 kata.
- Artikel disertai dengan **kata kunci** yang ditulis dibawah judul artikel.
- Teks artikel diketik dengan komputer (MS Word), di atas kertas putih ukuran A4, dengan jarak baris 1 ½ spasi.
- **Sitasi** (kutipan) atas pendapat para ahli, disamping dapat dengan dikutip secara *verbatim*, juga harus diberi nomor urut dengan hurup arab *superscript* untuk penjelasannya dalam catatan kaki.
- **Catatan kaki** ditulis dalam satu halaman sesuai dengan nomor catatan kaki yang bersangkutan. Catatan kaki ditulis horizontal dengan urutan sebagai berikut: nama pengarang, tahun penerbitan, judul, halaman yang dikutip. Data Publikasi (Kota Penerbitan, Nama Penerbitan, jumlah halaman).
- **Pendahuluan** secara ringkas menguraikan masalah-masalah, tujuan, dan pentingnya penelitian. Jangan menggunakan sub-bab.
- **Bahan dan Metode** harus secara jelas dan ringkas menguraikan penelitian dengan rincian secukupnya sehingga memungkinkan peneliti lain untuk mengulangi penelitian yang terkait.
- **Hasil** disajikan secara jelas tanpa detail yang tidak perlu. Hasil tidak boleh disajikan sekaligus dalam tabel dan gambar.
- **Tabel** disajikan dalam bahasa Indonesia, dengan judul di bagian atas tabel dan keterangan. Tabel diketik menggunakan program MS-Excel.
- **Gambar, grafik, potret** dan lain-lain: semuanya asli, jelas memenuhi syarat untuk proses pencetakan: serta diberi nomor urut dan judul.
- **Kesimpulan** disajikan secara ringkas dengan mempertimbangkan judul naskah, maksud, tujuan, serta hasil penelitian.
- Di samping naskah dan lampiran penunjang seperti gambar/grafik, kirimkan juga disket/CD nya ke redaksi atau melalui e-mail: darus@lemigas.esdm.go.id

3. Kepustakaan

Kepustakaan adalah daftar literatur (buku atau non buku) yang dipakai oleh Penulis dalam menyusun naskah/artikel.

Kepustakaan ditulis pada akhir karangan dengan urutan secara alfabetis berdasarkan nama pengarang, seperti contoh sebagai berikut;

a. Buku

- Satu pengarang
Davis, Gordon B., 1976, Management Information System, Conceptual Foundation Structur and developnet, Me Graw Hill.
- Dua Pengarang
Newman W.H. dan **E. Kirby Warren**, 1977, The Procces of Management, Concept, Behavior, and Praticce, Pretice-Hall of India Privat Ltd., New Delhi, hlm. 213.
- Lebih dari tiga pengarang
Bennet J.D., Bridge D. Mcc, Cancron N. R., Djunudin A, Ghazali S. A, Jeffry D.H., Kartawa W., Keats W Rock N.M.S., dan Thompos S.J 1981, *The Geology of the Langsa Quadrangle, Sumatra*, GRDC, Bandung.
Atau disingkat
Bannet J.D., dkk., 1981. *The Geology of the Langsa Quadrangle, Sumatra*, GRDC, Bandung.

b. Non buku

- **Udiharto M.**, 1992. "Pengaruh Aktivitas Bakteri Termofil terhadap Porositas Batuan", Diskusi Ilmia VII Hasil Penelitian LEMIGAS, Februari, PPTMG "LEMIGAS", Jakarta.
- **Weissmann J., Dr.:** 1972, "Fuel for internal Contribution Engines and Furnace", Report, Inhouse Research, Mei, "LEMIGAS", Jakarta.
- **Gianita Gandawijaya**, 1994, "Teknologi GPS, Alat Bantu Navigasi Pesawat Terbang", Kompas, Juli 27, Jakarta.

c. Web sites :

<http://www.environmental law net.com>. Sebutkan tanggal bulan dan tahun.

WEWENANG REDAKSI

- a. Dewan redaksi berhak melakukan penyuntingan atas suatu artikel termasuk mengubah judul artikel.
- b. Naskah yang telah diperiksa dewan redaksi dan dianggap perlu perbaikan akan dikirim kembali kepada penulis untuk diperbaiki.
- c. Naskah yang tidak bisa dimuat akan dikembalikan kepada penulis.

LAIN-LAIN

Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi menerima sumbangan naskah dari penulisan di luar Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS" dengan ketentuan isinya memenuhi kriteria standar Majalah Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi