



PIDATO PENGUKUHAN

**BIOREAKTOR MEMBRAN TERENDAM SEBAGAI
PENGOLAH LIMBAH CAIR DAN
STUDI HIDRODINAMIKANYA**

Disampaikan pada Pengukuhan Jabatan Guru Besar
Dalam Bidang Ilmu Teknik Kimia (Spesifikasi Pengolah Limbah Cair)
pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

pada Selasa, tanggal 23 Agustus 2016

Oleh
PROF. DR. IR. AISYAH ENDAH PALUPI, M.Pd.

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
2016**

BIOREAKTOR MEMBRAN TERENDAM SEBAGAI PENGOLAH LIMBAH CAIR DAN STUDI HIDRODINAMIKANYA



Pidato

Disampaikan pada Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam
Bidang Teknik Kimia
pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya
di Surabaya pada hari.....,Agustus 2016

Oleh

PROF. DR. IR. AISYAH ENDAH PALUPI, M.Pd.

*To my Parents
for devoting their life to their children
To all my teachers who have been teaching and guiding
To Prof. Achmad Baktir, Prof. Ali Altway, Prof. Arief Widjaya,
and Prof. I G Wenten for asking me to bath in the pool of membrane
To my beloved son, for loving me so much
To my students, who have given me a lot of experiences*

*Allah akan meninggikan derajat
orang yang beriman dan berilmu pengetahuan*

(QS. 58. Al Mujaadilah 11)

*Kupersembahkan kepada:
Nusa dan Bangsa
Almamater
Guru-guruku
Orang tua dan saudara-saudara
anakku
dan para mahasiswa*

*Nothing in life is to be feared, it is only to be understood.
Now is the time to understand more,
so that we may fear less*

(Marie Skłodowska Curie, 1867)

Bismillaahir-rohmaanir-rohim
Assalamu'alaikum warrohmatullohi wabarokatuh
Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua,

Yang terhormat,

- Bapak/Ibu Ketua dan Anggota Dewan Penyantun Universitas Negeri Surabaya;
- Bapak Rektor selaku Ketua Senat dan seluruh anggota Senat Universitas Negeri Surabaya;
- Bapak/Ibu Ketua dan Sekretaris Komisi Guru Besar Universitas Negeri Surabaya;
- Bapak/Ibu Pimpinan Tingkat Universitas, Fakultas, Jurusan, dan Prodi di lingkungan Universitas Negeri Surabaya;
- Duta Besar LBBP KBRI Singapura, Bapak Ngurah Swajaya;
- Duta Besar LBBP KBRI Manila, Bapak Jenderal Purn. Johny J. Lumintang;
- Mantan Duta Besar KBRI Singapura, Bapak Andri Hadi;
- Para *Home staff* KBRI Singapura;
- Bapak/Ibu Dosen, karyawan, dan mahasiswa di lingkungan Universitas Negeri Surabaya, dan
- Para undangan dan hadirin sekalian yang saya muliakan.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankan saya mengajak hadirin semuanya untuk bersama-sama memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat, nikmat, dan hidayahNya, sehingga kita dapat berkumpul di ruangan ini dalam keadaan sehat walafiat tanpa kekurangan suatu apapun, dalam rangka menghadiri pengukuhan saya sebagai Guru Besar dalam bidang ilmu Teknik Kimia. Sholawat dan salam kami curahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya yang telah menyampaikan petunjuk kearah jalan yang benar.

Setelah melalui perjalanan yang panjang mulai dari proses pengusulan dan penilaian jabatan Guru Besar ditengah ketatnya dan banyaknya peraturan dan persyaratan yang terus berubah dan bertambah, akhirnya saya dipercaya dan ditetapkan untuk memperoleh jabatan akademik/fungsional dosen sebagai

Profesor/Guru Besar dalam bidang ilmu seperti di atas. Pada kesempatan ini, perkenankan saya menyampaikan pidato atau orasi ilmiah Pengukuhan Guru Besar Saya, Dengan Judul “Bioreaktor Membran Terendam sebagai Pengolah Limbah Cair dan Studi Hidrodinamikanya”.

Hadirin Sekalian Yang Berbahagia,

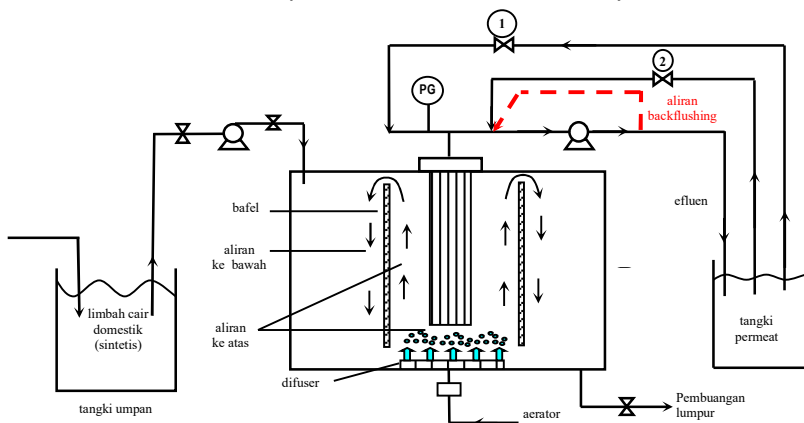
Salah satu sumber limbah, berasal dari hasil kegiatan manusia yang dikenal dengan limbah domestik. Sekitar 84,40% pencemaran sungai tertinggi di Jawa Timur berasal dari limbah domestik dengan beban BOD-COD di atas batas maksimum yang ditetapkan Pemerintah.

Proses pengolahan limbah dengan menggunakan lumpur aktif, memerlukan waktu yang lama dan lahan yang luas. Kualitas efluen yang dihasilkanpun tidak maksimal. Solusi lain untuk mengatasi masalah tersebut adalah teknologi proses pengolahan air limbah dengan mengintegrasikan lumpur aktif dan membran dalam suatu bioreaktor yang dikenal sebagai bioreaktor membran (BRM). Aplikasi BRM eksternal, masih juga terdapat kekurangan, yaitu tingginya energi operasi dan *fouling*. Oleh karena itu bioreaktor dengan konfigurasi membran terendam (BRMt-Bioreaktor Membran terendam) merupakan pilihan lain yang dapat memberikan solusi, baik untuk penelitian maupun penerapan pada proses pengolahan limbah cair industri dan domestik.

Pada BRMt, permeat dipisahkan melalui penggunaan pompa hisap (*suction pump*) dengan besar tekanan di bawah satu atmosfer. Beberapa konfigurasi BRMt, perendaman modul pada kedalaman tertentu mampu menghasilkan tekanan hidrostatis yang dibutuhkan untuk mendorong permeat keluar sehingga pada tipe ini penghisapan tidak dibutuhkan untuk mengeluarkan permeat dari membran. Kebutuhan aerasi melalui pengaliran udara akan menghasilkan efek geseran di permukaan membran sehingga deposisi partikel ke permukaan membran dapat diminimalkan. Modul yang sesuai untuk BRMt pada umumnya adalah modul *hollow fiber* yang dapat disusun secara vertikal atau horizontal. Pada BRMt, pemisahan biomassa dari efluen dapat menghasilkan kualitas efluen yang tinggi. Umumnya

penelitian dan aplikasi BRMt sebatas eksperimental, dimana hanya memberikan data dengan keterbatasan instrument pengukuran. Proses dalam BRMt sangat dipengaruhi oleh fenomena perpindahan massa, dimana bisa dievaluasi melalui hidrodinamika sistemnya dengan metode komputasi yang dapat memprediksi secara detail aliran dan karakteristik turbulensi dari tangki. Pendekatan komputasional relatif lebih murah, cepat, dan informasi yang diperoleh adalah fundamental, komprehensif, dan menyeluruh. Dengan *software* CFD, fenomena perpindahan massa dapat dimodelkan sebagai aliran tiga fasa gas-padat-cair.

Penelitian yang pernah kami lakukan terkait dengan hal ini ada beberapa tahap, yaitu: (1) melakukan proses pengolahan limbah secara eksperimen menggunakan BRMt; (2) mengerjakan simulasi menggunakan *software* MATLAB 6.5 *release* 13 dan melakukan validasi dengan hasil eksperimen; (3) meninjau karakteristik hidrodinamika aliran turbulen multi-fasa dan fenomena transportnya dengan *software* CFD-Fluent; (4) mengkompilasi hasil simulasi CFD-Fluent dan MATLAB yang divalidasi juga dengan hasil eksperimen. Penelitian tersebut diperoleh informasi tentang aliran, karakteristik turbulen, perpindahan massa, dan reaksi biologis yang detail dalam BRMt yang dapat digunakan untuk mendesain sistem pada BRMt secara lebih meyakinkan.



Gambar 1. Diagram skematik unit BRMt

BRMt beroperasi secara kontinyu, dimana laju alir influen dan fluks permeat dikendalikan secara manual dengan *needle valve*. Pengambilan sampel dilakukan selama waktu operasi untuk mengetahui persen *removal* MLSS dan COD. Karakterisasi membran dilakukan untuk mengetahui permeabilitas membran ultrafiltrasi dan *fouling* pada konsentrasi biomassa yang berbeda dan *trans membrane pressure* (TMP). Data permeabilitas menunjukkan besarnya tahanan perpindahan massa dari membran, semakin tinggi permeabilitas, tahanan hidraulik membran semakin kecil. Besarnya permeabilitas membran bergantung pada karakteristik membran (hidrofilisitas, ukuran pori, distribusi ukuran pori, porositas, ketebalan dan tortuositas pori).

Persen penyisihan (% *removal*) MLSS, MLVSS, dan COD, ditunjukkan pada Tabel 1 berikut, dimana terlihat penyisihan COD di atas 85%.

Tabel 1. Hasil analisa eksperimen dengan COD umpan≈505,8 mg/l (MLSS 10000 mg/l; laju alir udara 12 l/menit; TMP 10 cmHg)

menit ke	BRMt			Permeat			(% Penyisihan		
	MLSS	MLVSS	COD	MLSS	MLVSS	COD	COD	MLSS	MLVSS
0	12552	400	2863	-	-	-	-	-	-
30	10052	1857	2638	354	323	51,3	89,85	96,48	82,61
60	9647	2653	2610	279	404	52,6	89,59	97,10	84,77
90	10286	1204	2535	336	221	49,5	90,22	96,73	81,64
120	9933	2666	2400	328	328	52,6	89,59	96,69	87,70
150	11181	2104	2324	339	113	55,2	89,09	96,97	94,63
180	8495	2173	2568	242	104	63,2	87,51	97,15	95,21
475	10821	2086	2216	397	140	31,6	93,76	96,33	93,29
665	9771	1469	2067	264	121	57,8	88,58	97,30	91,76
905	12275	1700	1979	555	64	73,7	85,43	95,48	96,24
1145	11296	1964	1136	534	47	41,1	91,87	95,27	97,61
1200	8838	1533	926	390	80	31,6	93,76	95,59	94,78

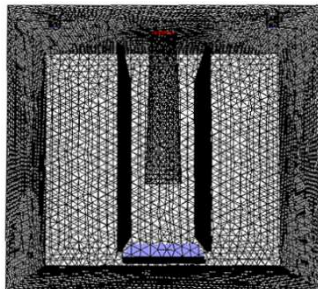
Pendekatan secara eksperimen menunjukkan keberhasilan membran yang berintegrasi dengan lumpur aktif di dalam suatu tangki yang disebut BRMt dalam mengolah limbah cair domestik.

Tamu undangan yang saya hormati

Ditinjau dari pemodelan BRMt berbasis komputasi dinamika fluida, simulasi ini diperlukan untuk pendekatan pada kondisi aliran non ideal, yaitu dengan penyelesaian numerik persamaannya yang dapat menggambarkan fenomena aliran di dalam tangki dengan menggunakan metoda formulasi yang diimplementasikan di dalam kode CFD komersial FLUENT. *Computational Fluid Dynamic* (CFD) merupakan teknik penyelesaian berbasis komputer untuk mendapatkan informasi detail dinamika fluidanya sehingga terjadinya aliran non ideal di dalam BRMt dapat dijelaskan menggunakan CFD-Fluent ini.

Penerapan CFD Fluent pada tangki BRMt dimana aliran terjadi karena pengaruh kecepatan gelembung udara yang disemprotkan dari dasar tangki sebagai aerasi untuk proses aerobik pada lumpur aktif yang disupport bafel diantara membran agar terjadi sirkulasi. Penelitian dengan desain ini baru pertama kali dilakukan.

Komputasi Dinamika Fluida (CFD), yang digunakan dalam penelitian kami adalah pendekatan numerik sistem tiga dimensi untuk aliran turbulen dengan menggunakan berbagai model turbulen. Penelitian juga ditekankan pada model membran sebagai *porous media* dengan tangki *double inlet*, variasi jarak bafel dan difuser terhadap membran. Saat itu simulasi dilakukan dengan menggunakan kode komersial FLUENT 6.2.16 dengan sistem operasi Microsoft Windows XP Sp2. Program dijalankan pada PC dengan *processor* Pentium-IV-2400 MHz dan RAM 1 GB. Beberapa prosedur simulasi CFD dimulai dari pemilihan sistem yang dipelajari; pembuatan model geometri dan grid-nya dengan menggunakan GAMBIT 2.2.30 (Gambar 2).



Gambar 2.
Grid dalam simulasi BRMt

Dalam penelitian ini reaktor, aliran multifasa dimodelkan dalam Discrete phase model untuk fasa gas dan Mixture Model untuk fasa solid. Persamaan Transfer momentum untuk model discrete phase terdapat pada persamaan (1).

$$F = \sum \left(\frac{18\mu C_D Re}{\rho_p d_p^2 24} (u_p - u) + F_{other} \right) m_p \Delta t \quad (1)$$

Persamaan kontinuitas dan momentum untuk mixture pada Mixture Model terdapat persamaan (9) dan (10).

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_m) + \nabla \cdot (\rho_m \bar{u}_m) = \dot{m} = 0 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \rho_m u_m + \nabla \cdot \rho_m u_m u_m = -\nabla \cdot p + \nabla \cdot \mu_{mx} (\nabla u_m + \nabla u_m^T) + \\ \rho_m g + F + \nabla \cdot \sum_{k=1}^n \alpha_k \rho_k u_{dr,k} u_{dr,k} \end{aligned} \quad (3)$$

Formulasi solver yang digunakan dalam simulasi adalah SIMPLE. Metode perhitungan dalam formulasi ini adalah menghitung continuous phase terlebih dahulu hingga konvergen kemudian baru dihitung secondary phasanya.

Perhitungan transfer massa gas-liquid

Koefisien perpindahan massa, k_L diperoleh dari persamaan Kawase – Moo Young sebagai berikut.

$$k_L = 0,061 (\varepsilon v)^{1/4} Sc^{-1/2} \quad (4)$$

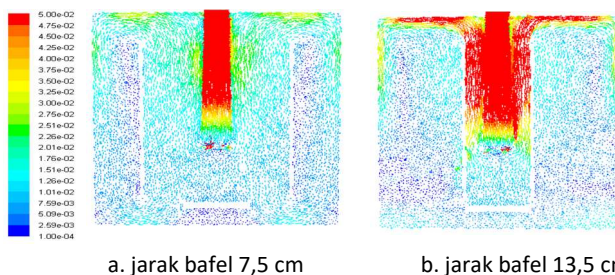
Schmidt Number (Sc) dihitung dengan persamaan:

$$Sc = \mu / \rho D_L \quad (5)$$

dan viskositas kinematik (ν) diperoleh dari propertis fisik liquida sedangkan laju energi dissipasi (ε) diprediksi dari simulasi CFD.

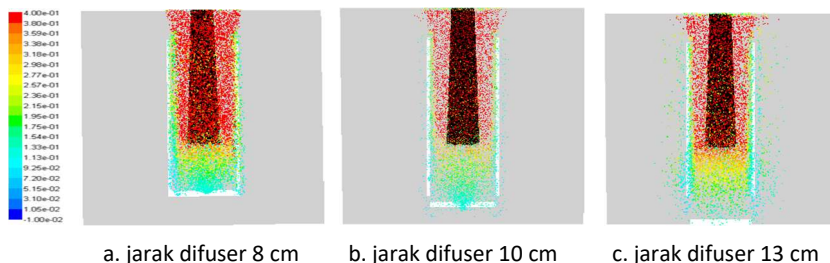
Persamaan tersebut di atas menggunakan data nilai integral volume rata-rata dari energi dissipasi dengan variabel-variabel yang ada, sehingga dapat dihitung besarnya rate transfer massa gas-liquid. Persamaan ini digunakan karena pendekatannya terhadap sistem tiga fase cukup akurat dan aplikasinya cukup luas untuk dipakai dalam

berbagai sistem. Gambar 3 menunjukkan distribusi kecepatan fluida pada sistem dua fasa, dimana aliran sirkulasi dari fluida tampak lebih jelas terlihat.



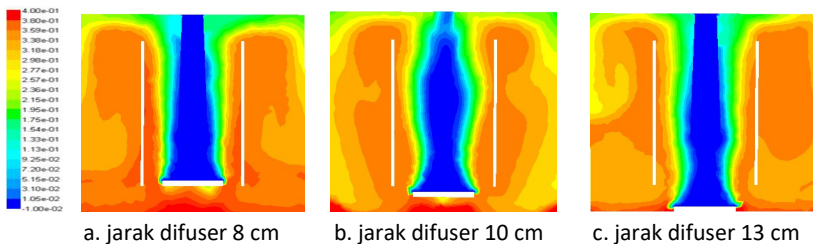
Gambar 3. Pola alir/distribusi kecepatan fluida pada sistem dua fasa untuk masing-masing jarak bafel

Hasil simulasi untuk distribusi kecepatan partikel udara di dalam BRMt dengan jarak bafel 13,5 cm terhadap dinding tangki ditunjukkan pada Gambar 4, dimana jarak bafel 13,5 cm, partikel udara lebih banyak terkonsentrasi di daerah sekitar membran. Hal ini disebabkan, luasan daerah yang lebih kecil sehingga beda tekanan mampu menarik partikel udara yang keluar dari difuser.



Gambar 4. Lintasan gelembung udara pada sistem dengan jarak bafel 13,5 cm.

Distribusi konsentrasi solid ditunjukkan pada Gambar 5 untuk tangki dengan jarak bafel 10,5 cm dari dinding tangki terhadap berbagai variasi jarak difuser dengan rate udara yang berbeda. Ditinjau dari sisi proses biologis, adanya penumpukan solid di dalam tangki tidak menguntungkan karena sirkulasi udara/oksigen yang diperlukan oleh mikroba aerobik tidak akan merata di tempat tersebut.



Gambar 5. Kontur distribusi solid pada sistem dengan jarak bafel 10,5 cm

Koefisien perpindahan massa fasa liquid (k_L) dalam simulasi ini dihitung dengan menggunakan persamaan Kawase-Moo Young seperti pada persamaan (4) dengan Schmidt Number (Sc) yang dihitung dengan persamaan (5). Data (k_L) yang diperoleh dengan menggunakan fasilitas yang ada di dalam software Fluent.

Bapak dan Ibu yang berbahagia

Lebih lanjut studi diarahkan pada pemodelan dan simulasi aliran non ideal pada sistem BRMt dengan proses lumpur aktif menggunakan *software* Matlab. Analisis teoritis, membuat model matematis, dan melakukan validasi, maka kekompleksan sistem dan keterkaitan antara proses biologis dengan transfer massa di dalam reaktor maupun transfer massa lintas membran akan dapat diklarifikasi dengan baik. Tujuan tahap ini adalah untuk menghasilkan satu model matematis yang dapat menjelaskan fenomena yang terjadi di dalam sistem BRMt. Sebagai data pendukung menuju ke asumsi ketidak-idealitas sistem yang terjadi pada BRMt, dilakukan pemodelan yang berbasis komputasi dinamika fluida menggunakan *software* CFD-Fluent dengan menetapkan bahwa konsentrasi partikulat dianggap tidak seragam, sedangkan konsentrasi komponen terlarut (*soluble*) dianggap seragam. Tahap penelitian ini ditekankan pada model membran sebagai *porous media* dengan tangki *double inlet*, variasi jarak bafel dan difuser terhadap membran, serta mempelajari pengaruh jarak bafel dan difuser terhadap hasil prediksi medan aliran dan pengaruh laju udara yang diberikan.

Hasil simulasi diperoleh data konsentrasi biomassa di setiap titik pada tangki dengan cara membagi ruangan tangki BRMt menjadi 772 buah ruangan kecil berbentuk balok. Nilai-nilai konsentrasi biomassa di setiap titik disubstitusikan ke dalam persamaan neraca massa yang diperoleh dari *software* Matlab 6.5 release 13. Hasil iterasi program, didapatkan data-data untuk tujuh komponen (partikulat dan *soluble*) lumpur aktif di dalam BRMt dan kadar COD di dalamnya serta COD pada efluen (permeat).

Pada asumsi aliran ideal, aliran yang terjadi dianggap tercampur sempurna, setelah mendapatkan data konsentrasi komponen partikulat dari hasil simulasi CFD-Fluent, disubstitusikan ke dalam persamaan-persamaan neraca massa seperti pada Tabel 2. Dari persamaan neraca massa tersebut, dibuat satu bentuk simulasi dengan menggunakan program MATLAB 6.5 *release* 13 dengan Metode Runge Kutta untuk penyelesaian persamaan-persamaan matematisnya. Persamaan neraca massa secara umum digambarkan sebagai berikut.

Akumulasi massa komponen = massa komponen masuk – massa komponen keluar + massa komponen terbentuk – massa komponen terdegradasi

Tabel 3. Persamaan Neraca Massa

$$\begin{aligned}
 V \left(\frac{dS_s}{dt} \right) &= Q_0 * S_s^0 - \left[\frac{\Delta P}{\mu * \left[R_m + \left(\frac{\varepsilon * D_s}{\tau * \delta} \right) * \left(\frac{Q_E * t * (X_{S_av} + X_{BH_av} + X_{I_av})}{1000 * A} \right) * \alpha \right]} \right] * A * S_s * 86400 \\
 &- Q_w * S_s - \left(\frac{1}{Y_H} \right) * \left[\mu_H * \left(\frac{S_s}{K_S + S_s} \right) * \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) * X_{BH_av} \right] * V \quad (6) \\
 \Delta V(i) \left(\frac{dX_S(i)}{dt} \right) &= Q_0 * X_S^0 * \left(\frac{X_S(i)}{X_{S_av}} \right) * \left(\frac{\Delta V(i)}{V} \right) - Q_w * X_S(i) * \left(\frac{\Delta V(i)}{V} \right) \\
 &+ (1 - f_p) * (b_H * X_{BH}(i)) * \Delta V(i) \\
 &- \left[k_H \frac{\left(\frac{X_S(i)}{X_{BH}(i)} \right)}{K_X + \left(\frac{X_S(i)}{X_{BH}(i)} \right)} \right] \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) * X_{BH}(i) * \Delta V(i) \quad (7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta V \left(\frac{dX_{BH}(i)}{dt} \right) &= Q_O * X_{BH}^0 * \left(\frac{X_{BH}(i)}{X_{BH-av}} \right) * \left(\frac{\Delta V(i)}{V} \right) - Q_W * X_{BH}(i) * \left(\frac{\Delta V(i)}{V} \right) \\
&+ \left[\mu_H * \left(\frac{S_S}{K_S + S_S} \right) * \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) * X_{BH}(i) \right] * \Delta V(i) \\
&+ \left[\mu_{SMP} * \left(\frac{S_{SMP}}{K_{SMP} + S_{SMP}} \right) * \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) * X_{BH}(i) \right] * \Delta V(i) \\
&- \left(b_H * X_{BH}(i) \right) * \Delta V(i) - \left(b_{BAP,H} * X_{BH}(i) \right) * \Delta V(i) \tag{8}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V \left(\frac{dS_{SMP}}{dt} \right) &= Q_O * S_{SMP}^0 - f_m * \left[\frac{\Delta P}{\left\{ \mu * \left[R_m + \left(\frac{\epsilon * D_s}{\tau * \delta} \right) * \left(\frac{Q_E * t * (X_{S-av} + X_{BH-av} + X_{I-av}) * \alpha}{1000 * A} \right) \right] \right\}} \right] \\
&* A * S_{SMP} * 86400 - Q_W S_{SMP} + \gamma_{UAP,H} * \left[\mu_H * \left(\frac{S_S}{K_S + S_S} \right) * \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) * X_{BH-av} \right] * V \\
&+ \left(\gamma_{UAP,H} - \frac{1}{Y_{SMP}} \right) * \left[\mu_{SMP} * \left(\frac{S_{SMP}}{K_{SMP} + S_{SMP}} \right) * \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) * X_{BH-av} \right] * V + (1 - f_B) \\
&* \left[b_{BAP,H} * X_{BH-av} \right] V + \left(k_h - \frac{\left(\frac{X_{S-av}}{X_{BH-av}} \right)}{K_X + \left(\frac{X_{S-av}}{X_{BH-av}} \right)} * \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) * X_{BH-av} \right) * V \tag{9}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\left(\frac{dS_O}{dt} \right) &= \left(\frac{1.2 * 10^4 + 0.01 * Q + 0.018 * Q^2}{60} \right) * \left(\frac{P_{O_2} - S_O}{H_{O_2}} \right) * 86400 * V \\
&- \left(\frac{1 - Y_H}{Y_H} \right) * \left[\mu_H * \left(\frac{S_S}{K_S + S_S} \right) * \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) * X_{BH-av} \right] \\
&- \left(\frac{1 - Y_{SMP}}{Y_{SMP}} \right) * \left[\mu_{SMP} * \left(\frac{S_{SMP}}{K_{SMP} + S_{SMP}} \right) * \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) * X_{BH-av} \right] \tag{10}
\end{aligned}$$

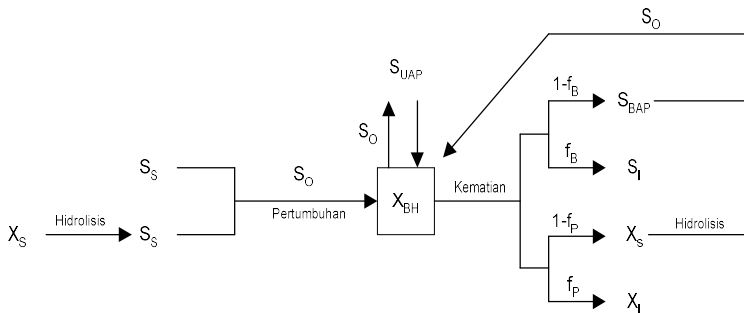
$$V \left(\frac{dS_I}{dt} \right) = Q_O * S_I^0 - f_m * \left[\frac{\Delta P}{\mu * \left[R_m + \left(\frac{\epsilon * D_s}{\tau * \delta} \right) * \left(\frac{Q_E * t * (X_{S_{-av}} + X_{BH_{-av}} + X_{I_{-av}})}{1000 * A} \right) * \alpha \right]} \right] * A * S_I * 86400$$

$$- Q_W * S_I + f_B * (b_{BAP,H} * X_{BH_{-av}}) * V \quad (11)$$

$$\Delta V \left(\frac{dX_I(i)}{dt} \right) = Q_O * X_I^0 * \left(\frac{X_I(i)}{X_{I_{-av}}} \right) * \left(\frac{\Delta V(i)}{V} \right)$$

$$- Q_W * X_I(i) * \left(\frac{\Delta V(i)}{V} \right) + f_P * (b_H * X_{BH}) * \Delta V(i) \quad (12)$$

Bentuk aktivitas biologis yang terjadi dalam pengolahan limbah dengan menggunakan jasa mikroorganisme dalam lumpur aktif sangat beragam. Penelitian Lu S. G., dkk. (2001), memberikan sepuluh proses fundamental yang dilakukan oleh biomassa dengan duabelas aktivitas yang mempunyai peran masing-masing dalam menjelaskan fenomena yang terjadi di dalam lumpur aktif, sementara hanya tujuh bentuk aktivitas biologis yang sesuai dengan penelitian ini yaitu laju pertumbuhan dan kematian biomassa heterotrop (X_{BH}), laju degradasi limbah yang berbentuk substrat dan partikulat (S_s dan X_s), laju pembentukan *soluble microbial product* (SMP), laju penggunaan oksigen (S_o), dan laju pembentukan senyawa organik inert soluble maupun partikulat (S_i dan X_i). Skema tersebut di atas dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 5. Skema laju proses dalam lumpur aktif hasil seleksi

Peranan lumpur aktif untuk mendegradasi limbah tidak dapat digantikan dengan membran karena membran hanya berfungsi sebagai filter pemisah komponen terlarut (*soluble*) dengan partikulat (Lu S. G., dkk.,2001). Dari hasil simulasi, bila peran lumpur aktif digantikan dengan membran atau dengan kata lain lumpur aktif dianggap tidak ada (sama dengan nol), maka program akan muncul *error* karena dalam persamaan ada pembagian nilai komponen lumpur aktif. Begitu pula jika oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO) dianggap tidak ada (sama dengan nol), maka mikroorganisme aerob tidak dapat melakukan tugasnya untuk mendegradasi bahan organik secara optimal karena suplai oksigen tidak ada. Laju alir komponen masuk (limbah cair) besarnya sama dengan laju alir komponen keluar (permeat) melalui membran. Hal ini dimasukkan agar tidak terjadi *flooding* yaitu keluarnya lumpur aktif dari tangki akibat melebihi volume operasi tangki BRMt. Penelitian yang kami lakukan, secara eksperimen maupun simulasi tidak ada pembuangan lumpur, atau dengan kata lain waktu tinggal lumpur (*Sludge Retention Time-SRT*) tidak dipertahankan dalam kondisi yang sama.

Proses pemisahan supernatan (permeat) dan lumpur aktif dengan variasi ΔP (TMP) menunjukkan bahwa besarnya ΔP sangat mempengaruhi besar laju alir permeat melalui membran. Semakin besar ΔP , laju alir permeat (fluks) juga tinggi. Penurunan fluks sangat cepat terjadi disebabkan karena cepatnya terjadi *fouling* akibat tingginya ΔP . Kondisi ini menunjukkan bahwa BRMt memberikan fenomena terjadinya *fouling* akibat penumpukan lumpur di permukaan membran, bila ΔP yang diberikan tidak tepat.

Estimasi parameter

Program yang dihasilkan pada tahap ini, diperlukan untuk mencari harga COD di dalam reaktor berdasarkan waktu. Hasil simulasi divalidasi dengan harga COD dari analisa eksperimen. Parameter-parameter yang digunakan, yaitu parameter kinetik dan stoikiometri yang sebagian diambil dari penelitian Lu S.G., dkk., (2001) dan Henze, dkk., (1987), sedangkan parameter dengan pengaruh perubahan yang besar terhadap hasil pemrograman diestimasi untuk mendapatkan

nilai-nilai yang sesuai dengan kondisi eksperimen.

Dasar estimasi untuk parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

- koefisien *yield* heterotropik dari substrat (Y_H), dipilih nilai 0,46 (gCOD/gCOD) berdasarkan penelitian Henze M., et al. (1987).
- laju pertumbuhan spesifik maksimum substrat heterotrop (μ_H), ditentukan nilai sebesar 1,5 hari⁻¹.
- koefisien pembentukan partikulat heterotrop yang mati (b_H), ditetapkan sebesar 0,09 hari⁻¹, lebih kecil dari nilai b_H pada penelitian Henze (1987), yaitu 0,1-4,38 hari⁻¹.
- koefisien substrat *half saturation* untuk biomassa heterotrop (K_S), nilai 1000 (gCOD/m³) merupakan hasil estimasi untuk memperoleh nilai komponen X_{BH} (biomassa) yang tinggi dan S_S (komponen terlarut yang keluar sebagai nilai COD efluen) yang rendah. Nilai K_S adalah komponen yang dapat memperkecil nilai komponen keduanya, yaitu X_{BH} dan S_S .
- koefisien oksigen *half saturation* untuk biomassa heterotrop (K_{OH}), nilai 0,5 (gO₂/m³) estimasi sesuai penelitian.
- koefisien produk mikroba terlarut *half saturation* untuk biomassa heterotrop (K_{SMP}) diperoleh 15 (g COD /m³) dengan cara estimasi.
- konstanta pembentukan UAP heterotrop ($\gamma_{UAP,H}$) diperoleh nilai 0,1 lebih kecil dari nilai yang diperoleh dari penelitian Lu, dkk., (2001), yaitu 0,38.

Parameter tersebut di atas adalah parameter yang memiliki pengaruh perubahan yang besar terhadap hasil pemrograman dengan hasil analisa. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan hasil yang diperoleh dari perhitungan melalui simulasi dengan analisa parameter-parameter untuk ASM No.1, yang selanjutnya didapatkan parameter-parameter baru yang sesuai dengan penelitian ini (Tabel 4).

Berbasis pada parameter stokiometri dan kinetik yang telah diperoleh serta variabel-variabel yang digunakan pada eksperimen, diperoleh suatu hasil simulasi sebagai berikut.

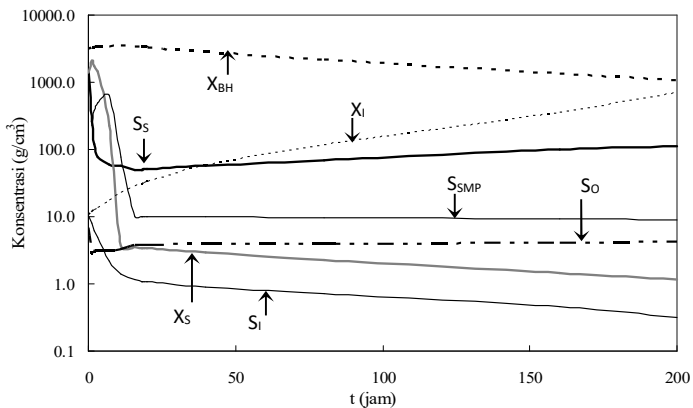
Tabel 4. Nilai parameter stokhiometri dan kinetik

Parameter	Unit	Referensi
Parameter Stokhiometri		
$Y_H = 0,46$	g sel COD terbentuk (g COD teroksidasi) ⁻¹	Penelitian
$Y_{SMP} = 0,5$	g sel COD terbentuk (g COD teroksidasi) ⁻¹	S.G Lu (2001)
$f_m = 0,7$	-	Silva et al. (1988)
$f_p = 0,08$	-	Henze et al. (1987)
$f_b = 0,005$	-	S.G Lu (2001)
Parameter Kinetik		
$\mu_H = 1,5$	hari ⁻¹	Penelitian
$\mu_{SMP} = 0,7$	hari ⁻¹	S.G Lu (2001)
$b_H = 0,09$	hari ⁻¹	Penelitian
$b_{BAP,H} = 0,4$	hari ⁻¹	S.G Lu (2001)
$k_h = 3,0$	g partikulat biodegradable COD (g sel COD hari) ⁻¹	Henze et al. (1987)
$K_s = 1000$	g COD m ⁻³	Penelitian
$K_{OH} = 0,5$	g O ₂ m ⁻³	Penelitian
$K_{SMP} = 15$	g COD m ⁻³	Penelitian
$K_x = 0,03$	g partikulat biodegradable COD (g sel COD) ⁻¹	Henze et al. (1987)
$\eta_h = 0,4$	-	Henze et al. (1987)
$\nu_{UAP,H} = 0,1$	-	Penelitian

Pada Gambar 5, menunjukkan hasil simulasi program untuk proses biologis di BRMt yang beroperasi selama 200 jam. Grafik menunjukkan trend yang bervariasi sejalan dengan waktu antara komponen partikulat (X_s , X_{BH} , dan X_i) dan *soluble* (S_s , S_{SMP} , S_o dan S_i).

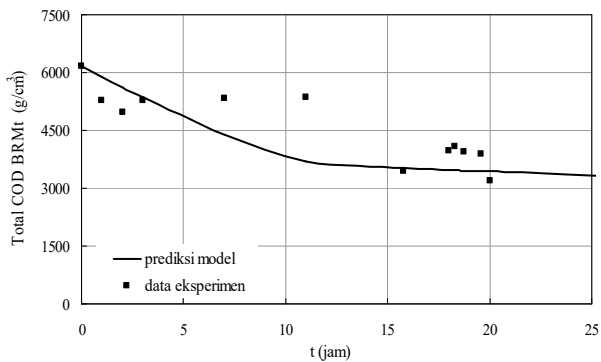
Bertambahnya partikulat inert (X_i) disebabkan karena inert tidak mengalami proses degradasi dan tidak dapat melewati membran, sehingga keberadaannya dalam tangki akan terus berakumulasi sampai pada batas waktu operasi tersebut dihentikan atau dilakukan pembuangan lumpur aktif untuk mempertahankan SRT. Partikulat inert merupakan satu-satunya komponen yang mempunyai *trend* naik terus, hal ini karena, konsentrasi komponen X_i bertambah oleh banyaknya biomassa yang mati (Lu, dkk., 2001). Enam komponen yang lain (selain X_i) memberikan kecenderungan nilai konsentrasi yang sama, walaupun di dalam simulasi ini telah dimasukkan nilai konsentrasi partikulat di

setiap bagian terkecil dari tangki BRMt melalui simulasi hidrodinamika menggunakan CFD Fluent yang memperhitungkan ukuran geometri tangki BRMt, seperti perbedaan posisi bafel dan difuser.



Gambar 5. Perubahan konsentrasi komponen di BRMt aliran non ideal terhadap waktu

Hasil simulasi untuk nilai total COD dalam BRMt ditunjukkan pada Gambar 6. Total COD yang dimaksud merupakan gabungan dari nilai COD dari masing-masing komponen yaitu: S_s , X_s , X_{bh} , S_{smp} , S_i dan X_i (Henze, 1987). Dibandingkan dengan hasil eksperimen, grafik menggambarkan nilai total COD simulasi di BRMt dengan jarak bafel 10,5 cm dan difuser 13 cm untuk hasil iterasi sampai pada jam ke-25



Gambar 6. Perbandingan hasil simulasi dan eksperimen, nilai COD total dalam BRMt

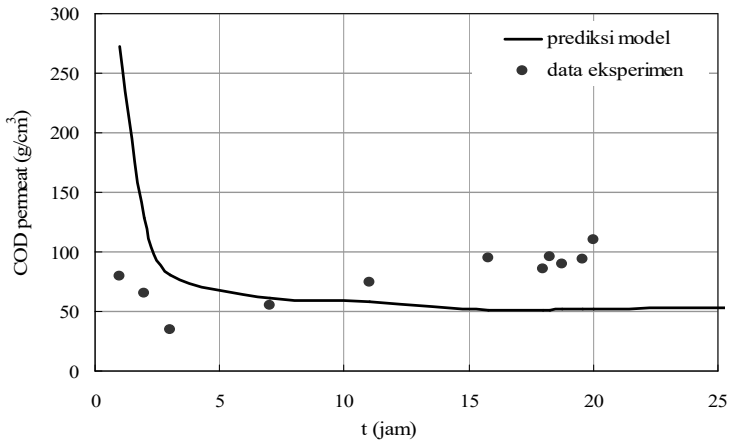
Perhitungan secara statistik untuk grafik yang diberikan pada Gambar 6, memberikan nilai t_{hitung} lebih kecil dari t_{tabel} pada taraf nyata dengan $\alpha=0,01$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak signifikan antara prediksi model (simulasi) dengan data eksperimen, dan diperoleh persen kesalahan (% *error*) sebesar 14,59%.

Setiap variabel mempunyai % removal yang berbeda-beda disebabkan oleh kondisi operasi yang berbeda pula, yaitu besarnya konsentrasi biomassa (MLSS), konsentrasi substrat yang diberikan dalam limbah sintesis, tekanan operasi pada membran (TMP), dan rate udara yang diberikan untuk aerasi. Hasil analisa secara eksperimen, menunjukkan persen removal COD yang cukup tinggi. **Hal ini menunjukkan bahwa sistem di dalam BRMt cukup efektif digunakan untuk proses degradasi limbah organik.**

Perhitungan COD permeat secara simulasi didasarkan pada konsentrasi komponen terlarut (*soluble*) yang dapat lolos melalui dinding membran ultrafiltrasi dengan ukuran pori 0,01-0,1 μ . Dari ketujuh komponen yang diperhitungkan dalam penelitian ini, ada empat komponen terlarut yaitu S_i (*soluble inert*), S_{SMP} (*soluble microbial product*), S_o (oksigen terlarut) dan S_s (*soluble biodegradable substrat*). Untuk oksigen terlarut, S_o tidak termasuk komponen yang memberikan kontribusi terhadap nilai COD, sedangkan S_{SMP} diasumsikan sebagai makro-molekul yang akan tertahan oleh membran dalam bioreaktor (Lu S. G., dkk., 2001). Sehingga pada simulasi, COD permeat diberikan sebagai hasil penjumlahan dari komponen terlarut S_s dan S_i

Gambar 7, menunjukkan perbandingan antara hasil simulasi dengan eksperimen untuk nilai COD permeat. Grafik tersebut memberikan pendekatan yang baik antara hasil simulasi dengan eksperimen. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil perhitungan statistik yang menunjukkan nilai t_{hitung} lebih kecil dari t_{tabel} pada taraf nyata dengan $\alpha=0,01$ untuk perbandingan data hasil prediksi model dan eksperimen yang memberikan informasi bahwa perbedaan antara keduanya tidak signifikan, dengan persen kesalahan (% *error*) sebesar 14,17%. Hal ini berarti bahwa tanpa melakukan eksperimen terlebih dahulu, hasil prediksi model dapat digunakan sebagai acuan untuk

memprediksi fenomena yang terjadi di dalam proses pengolahan limbah cair di dalam BRMt.



Gambar 7. Perbandingan hasil prediksi model dan data eksperimen untuk nilai COD permeal (COD umpan ≈ 371 mg/l)

Hadirin yang saya hormati,

Uraian secara teori di atas dapat diambil beberapa kesimpulan untuk dapatnya dimanfaatkan oleh masyarakat yaitu:

1. Konfigurasi BRMt memberikan unjuk kerja yang cukup bagus di dalam pengolahan limbah domestik dengan memberikan persen penyisihan COD (% removal) antara 70-95%;
2. Hasil simulasi menggunakan *software* Matlab dapat memberikan unjuk kerja BRMt untuk pengolahan limbah cair domestik dan juga efluennya (permeal);
3. Validasi dengan menggunakan data eksperimen menunjukkan hasil simulasi (*software* Matlab) yang dilakukan untuk asumsi aliran ideal yang cukup baik, dengan diperoleh beberapa nilai hasil estimasi.
4. Simulasi dengan *software* CFD-Fluent dapat memberikan informasi mengenai karakteristik hidrodinamik dalam sistem BRMt yang cukup bagus, yaitu diperoleh:

- a. data konsentrasi secara detail sesuai dengan posisi fasa padat di dalam tangki;
 - b. nilai koefisien perpindahan massa gas-liquid (k_L), dengan korelasi Kawase Moo Young, sehingga dapat diketahui secara lebih tepat, bentuk BRMt dengan geometrinya yang memberikan nilai optimum untuk proses biologis yang diinginkan di dalam sistem.
5. Desain BRMt maupun karakteristik komponen-komponen yang terlibat di dalam sistem, dapat disimulasikan dengan asumsi aliran ideal dan asumsi aliran non ideal.

Hadirin yang saya muliakan,

Mengakhiri pidato pengukuhan guru besar ini, perkenankan saya sekali lagi memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT., atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga kami sekeluarga mendapatkan nikmat-Nya seperti yang telah kami rasakan hari ini.

Pada kesempatan ini perkenankan pula saya menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia dalam hal ini Menteri Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Prof. H. Mohamad Nasir, Ph.D. Ak., yang telah memberi kepercayaan kepada saya memangku jabatan sebagai Guru Besar di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya (Unesa). Semoga Allah SWT. tetap memberikan kekuatan kepada saya di dalam mengemban tugas sebagai Guru Besar di Jurusan Teknik Mesin, FT-Unesa, sekaligus sebagai Atase Pendidikan dan Kebudayaan KBRI Singapura, sehingga saya kelak dapat mengakhiri tugas tersebut dengan baik.

Kepada yang terhormat Rektor Universitas Negeri Surabaya, Prof. Dr. Warsono, M.S. (2014-2018), Prof. Dr. Muchlas Samani, M.Pd. (2010-2014), Prof. Dr. Haris Supratno (2002-2010), Prof. Drs. Toho Cholik Muthohir, M.A., Ph.D. (1998-2002) dan para Pembantu Rektor/Wakil Rektor dan anggota Senat Universitas Negeri Surabaya, khususnya Prof. Dr. Muchlas Samani, M.Pd. dan Prof. Dr. Kisyani Laksono, M.Hum., saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak, Ibu, Saudara mengusulkan

saya untuk diangkat sebagai Guru Besar dan menerima saya di lingkungan Senat Universitas Negeri Surabaya.

Kepada yang terhormat Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, Prof. Dr. Ekohariadi, M.Pd., dan para Dekan periode sebelumnya, khususnya Bapak Drs. Tri Wrahatnolo, M.Pd., MT., beserta para Pembantu Dekan/Wakil Dekan dan anggota senat Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas kepercayaan dan kesediaan bapak dan ibu untuk mengusulkan saya sebagai Guru Besar.

Kepada yang terhormat Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Mendikbud) Bapak Anies Rasyid Baswedan, Ph.D., dan Mendikbud Periode 2010-2014, Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA., saya sampaikan terima kasih atas kepercayaan yang diberikan kepada saya untuk mengemban tugas sebagai Atase Pendidikan dan Kebudayaan (Atdikbud) KBRI Manila, Filipina (Oktober 2014-Oktober 2015) dan Atdikbud KBRI Singapura (November 2015-sekarang). Terima kasih yang tak terhingga juga kami haturkan kepada Bapak Johny J. Lumintang (Duta Besar RI Manila, Filipina), Bapak Andri Hadi (Duta Besar Singapura, Januari 2012-Februari 2016), dan Bapak Ngurah Swajaya (Duta Besar Singapura, Februari 2016-sekarang), yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengalaman yang berharga selama saya mendampingi beliau dalam bertugas hingga sekarang.

Kepada para senior saya para dosen UPN “Veteran” Surabaya, Fakultas Teknik Kimia, para dosen Program Pascasarjana Unesa-Program Studi Sains-Kimia, dan para dosen Program Pascasarjana, Jurusan Teknik Kimia, FTI-ITS Surabaya. Khususnya para pembimbing dan pakar yang menilai usulan Guru Besar saya, yang terhormat Ir. Sri Mulyani, M.Si. dan Ir. Tutuk Harsini (selaku pembimbing Skripsi, UPN “Veteran” Surabaya); Prof. Drs. Soegijo Tjokrodihardjo, Dip.Ed. (alm) dan Prof. Dr. Muslimin Ibrahim, M.Pd. (selaku pembimbing Tesis di Pascasarjana Unesa); Prof. Ir. Achmad Baktir, M.App.Sc., Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.Sc. (ITS), dan Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M.Eng. (ITS), selaku promotor dan co-promotor penyusunan disertasi S-3 di Jurusan Teknik Kimia ITS; Prof. Dr. Ir. I Gede Wenten, M.Sc., Dr. Ir. Kuswandi, DEA., dan

Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng. (selaku penguji disertasi); Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng., Dr. Ir. Tontowi Ismail, MS., dan Ir. Musfil A.S., M.Eng, Sc. (selaku pembimbing penelitian pendukung di ITS); yang terhormat Prof. Dr. Wahyudi Budi Sediawan (UGM), Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.Sc. (ITS), dan Prof. Dr. Ir. I Wayan Susila, MT. (Unesa), selaku pakar penilai usulan, yang telah membimbing saya dengan tulus dan ikhlas saya ucapkan terima kasih.

Demikian juga saya ucapkan terima kasih yang setulusnya kepada semua teman sejawat, karyawan, dan para teknisi di Jurusan Teknik Mesin, juga Tenaga Kependidikan Fakultas Teknik, atas kerja sama yang selama ini terbina dengan baik.

Saya ucapkan terima kasih pula kepada Wakil Rektor Bidang Akademik, ibu Dr. Sc. Agr. Yuni Sri Rahayu, M.Si. yang gigih membantu memperjuangkan usulan Guru Besar, termasuk mas Yakup, S.Sos. yang dengan segala bantuannya bersama teman-teman di kepegawaian.

Kepada yang terhormat Prof. Dr. Heru Susanto, M.Eng., dan Dr. I Nyoman Widiasta, MT. (UNDIP) yang telah bekerjasama dalam banyak penelitian dan khususnya menjembatani saya untuk mendapatkan kesempatan melakukan penelitian di University of Duisburg-Essen, Essen, Germany pada tahun 2009, melalui *Program Academic Recharging* (PAR).

To my great adviser in membrane, Prof. Dr. Mathias Ulbricht may I express my sincere gratitude for allowing me to do research in your department. You have showed me the excitement and joy of membrane. You always gave me a strong spirit when now and then I faced with difficulties during my stay far from home. I am deeply indebted to you for your invaluable assistance in everything I need during my stay in Universität Duisburg Essen, Germany when studying membrane in your department. May God Bless you always.

Perkenankan pula saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada guru saya di TK Pertiwi, SD dan SMP PPSP IKIP Surabaya, SMAN 18 Surabaya, yang telah dengan tulus ikhlas tanpa pamrih mendidik dan membimbing saya sehingga saya dapat mencapai

keadaan seperti ini. Semoga amal dan ibadah beliau semua diterima oleh Allah SWT dan mendapatkan balasan yang berlimpah..Amin

Hadirin sekalian yang saya muliakan,

Pada kesempatan yang berbahagia ini perkenankan saya menyampaikan terima kasih yang tak terhingga dan “sungkem” saya selalu kepada kedua orang tua saya Bapak Prof. Dr. H. Sunarto, M.Sc. dan ibu Hj. Suteksi yang telah bekerja keras dengan penuh kesabaran selalu mendorong saya dan kakak-kakak saya untuk giat belajar untuk menuntut ilmu, bersikap jujur, hidup sederhana, berpegang teguh pada prinsip yang benar agar menjadi orang yang berguna. Sungguh besar jasa-jasa beliau berdua sehingga kami putra putrinya bisa mengenyam kehidupan yang kami alami saat ini. Semoga segala amal ibadah beliau berdua senantiasa mendapatkan pahala dan kasih sayang dari Allah SWT dengan tidak ada putusya.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada kakak-kakak saya, atas kekeluargaan yang akrab dan saling membantu, juga kepada keluarga besar Eyang Imodimedjo dan Eyang Hardjo Soemitro sungguh sangat membahagiana saya dan keluarga.

Rasa bahagia dan bangga untuk anakku tercinta Muhammad Rizky Ramadhan yang merupakan belahan jiwa dikala suka dan duka, atas segala pengertian dan ketulusan, kesabaran, dan keikhlasan untuk sering saya tinggalkan demi menjalankan tugas sebagai dosen dan sebagai Atase Pendidikan dan Kebudayaan baik selama di Manila maupun di Singapura hingga saat ini, itu semua membuat hidup ini sangat berarti sebagai seorang ibu.

Kepada segenap Panitia dan semua pihak yang ikut membantu terlaksananya acara Pengukuhan Guru Besar ini, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Semoga amal ibadah Saudara sekalian diterima Allah SWT.

Kepada Bapak Rektor Universitas Negeri Surabaya yang saya hormati, sekali lagi saya mengucapkan beribu terima kasih atas kesediaannya memimpin acara pidato pengukuhan saya sebagai Guru Besar hari ini.

Akhir kata kepada hadirin sekalian yang saya muliakan, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kehadiran dan kesabarannya dalam mengikuti upacara ini dan kami mohon maaf apabila dalam penyelenggaraannya ada yang kurang berkenan di hati Ibu dan Bapak sekalian. Semoga Tuhan Maha Esa, Yang Maha Pengasih dan Penyayang selalu melimpahkan taufik dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Amiin ya robbal 'alamin...

Wassalamu'alaikum Warakhmatullahi Wabarakaatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adham, S., P. Gaggiardo, (1998), Membrane Bioreactor for Water Purification-Phase I. US Dept of Interior, Bureau of Reclamation. TSC. *Water Treatment Engineering and Research Group*.
- Baker, R.W., et. al., (1991), Membrane Separation System. Noyes data Corporation Park Ridge. New Jersey. USA.
- Bitton, Gabriel (1999), Wastewater Microbiology. 2nd edition. Wiley Series in Ecological and Applied Microbiology. Ralph Mitchell. Series edition. *Wiley-Liss*. Inc.
- Bodzek., Michal, Zuzanna Debkowska, Ewa Lobos, and Krystyna Konieczny. (1996), Biomembran Wastewater Treatment by Activated Sludge Method, *Elsevier. Desalination* 107, 83-95.
- Boequet.S, et al., (2005), Modeling The Mass Transfer in Solvent-Extraction Processes with Hollow-Fiber Membranes, *AIChE Journal*. April 2005, Vol. 51, No. 4.
- Bouhabil, El Hani, Roger Ben Aim, Herve Buisson (2001), Fouling Characterization in Membran Bioreactor, *Separation and Purification Technology*, 22-23; 123-132.
- Cheryan, M., (1998), Ultrafiltration and Microfiltration Handbook, *Technomic Publishing Company, Inc.*, Lancaster.
- Choi, Sung-il., Sung-gi King, Jeyong Yoon (2003), Particle Behaviour in Air Agitation Submerged Membrane Filtration. *Desalination*. 158. 181-188.
- Chriastel L. (1999), Mass Transfer at Mixing Processes. *Periodica Poltechnica Ser. Chem. Eng.* Vol. 43, No.2, PP. 77-87.
- Chriemchaisri, C., and Kazuo Yamamoto (1994), Performance Of Membrane Separation Bioreactor At Various Temperature For Domestic Wastewater Treatment. *Journal of Membrane Science*, 87, 119-129.
- Cicek, N., J.P. Franco, M.T. Suidan, V. Urbain, J. Manem (1999), Characterization and Comparison of a Membrane Bioreactor and a Conventional Activated-sludge System in The Treatment of

Wastewater Containing High-molecular-weight Compounds. *Wat. Environ. Res.*, 71, 64-70

- Cicek, N., Winnen, H., Suidan, M.T., Wirenn, B.E., Urbain, V., Manem, J., (1998), Effectiveness of The Membrane Bioreactor in The Biodegradation of High Molecular Weight Compounds. *Water Research* 32, 1553-1563.
- Cornelissen, E.R., et al., (2002), Wastewater Treatment With The Internal MEMBIOR. Elsevier Science. *Journal Desalination*. 146, 463-466
- Côté, Piere., Hervé Buisson, Charles Pound, Greg Arakaki (1997), Immersed Membrane Activated Sludge For The Reuse Of Municipal Wastewater, Elsevier Science. *Desalination*. 113. 189-196
- Fane, A.G., and Sheng Chang (2002), Membrane Bioreactors: Design & Operational Options. *Filtration and Separation*. 26 June 2002.
- Fernando, C. et al. (1999), Steady state axial profiles of dissolved oxygen in tall bubble column bioreactors, *Chemical Engineering Science*, 54, pp.1711-1723.
- Fluent Inc, (1998), *Fluent 6.2 User Guide*, Vol.3, *Fluent Inc*, Lebanon
- Geankoplis, C.J., (1997), *Transport Processes and Units Operations*, Prentice Hall of India, 3rd edition, New Delhi,
- Ghyoot. W, W. Verstraete (2000), Reduced Sludge Production in a Two-stage Membrane Assisted Bioreactor. *Wat. Res.* 34, 205-215
- Günder, Berthold and Karlheinz Krauth (1999), Replacement of Secondary Clarification by Membrane Separation-Result with Tubular, Plate and Hollow Fibre Modules. *Wat. Sci. Tech.* Vol. 40, No.4-5, pp. 311-320.
- Krishna, R., Van Baten, J.M. (2003), Mass transfer in bubble column, *Catalyst Today*, 79-80, pp.67-75.
- Lee, Yonghun., et al. (2002), Modeling of Submerged Membrane Bioreactor Process for Wastewater Treatment, Elsevier Science. *Desalination journal*. 146, 451-457.

- Lu, S.G., et al. (2001), A model for membrane bioreactor process based on the concept of formation and degradation of soluble microbial product. *Elsevier Science, Wat., Res.*, Vol. 35., No. 8, pp 2038-2048
- Mallia, Henry & Steven Till (2001), Membrane Bioreactor: Wastewater Treatment Application To Achieve High Quality Effluent, *Journal from Water Industry Group*, Fisher Steward.
- Metcalf & Eddy (1991), Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse, 3rd ed. Metcalf & Eddy Inc., Mc Graw Hill. New York.
- Mulder, M. (1996), Basic Principles of Membrane Technology. 2nd edition. Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- Müller, E.B., AH Stouthamber, H.W. Verseveld, D.H. Ekelboom (1995), Aerobic Domestic Wastewater Treatment in a Pilot Plant with Complete Sludge Retention by Crossflow Filtration, *Wat. Res* 29, 1179-1189
- Richard, Michael (1991), Activated Sludge Microbiology, *The Water Pollution Control Federation*. Alexandria, Virginia.
- Rischell, S., E. Casey, B. Glennon, G. Hamer, (2003), Mass Transfer Analysis of a Membrane Aerated Reactor, *Elsevier Science.Biochemical Eng. Journal*,
- Shim, J.K., Ik-Keun Yoo, Young Moo Lee, (2002), Design and operation consideration for wastewater treatment using a flat submerged membrane bioreactor. *Elsevier Sci., Process Biochemistry Journal*, Vol.38, pp.279-285.
- Shimizu, Y., Yu-Ichi Okuno, Katsushi Uryu, Sadami Ohtsubo, and Atsuo Watanabe, (1996), Filtration Characteristics of Hollow Fiber Microfiltration Membranes used in Membrane Bioreactor for Domestic Wastewater Treatment, *Wat. Res.* Vol. 30, No. 10, pp. 2385-2393.
- Stephenson, T., S. Judd, B. Jefferson, K. Brindle (2000), Membrane Bioreactor for Wastewater Treatment. IWA Publishing Company. UK.
- Trouve, E., Urbain, V., Manem J. (1994), Treatment of municipal wastewater by a membrane bioreactor: result of a semi-industrial pilot-scale study, *Water Science and Tecnology*, 30, 151-157.

- Ueda, Tatsuki and Kenji Hata (1999), Domestic Wastewater Treatment by a Submerged Membrane Bioreactor with Gravitational Filtration. *Pergamon. Wat. Res.*, Vol. 33, No.12, pp. 2888-2892.
- Van Dijk, L., Roncken, G.C.G. (1997), Membrane bioreactors for wastewater treatment: The state of the art and new developments, *Water Science and Technology*, 35, 35-41. Veenstra (1995), Wastewater Treatment. IHE Delf.
- Versteeg, H. G. dan W. Malalasekera (1995), An Introduction to Computational Fluid Dynamic, Longman Group Ltd.
- Visvanathan, C.R., Ben Aim, K. Parameshwaran, (2000), Membrane Separation Bioreactors for Wastewater Treatment, Critical Review in Environmental Science and Technology. 30 (1): 1-48.
- Wenten, I G. (1996), Teknologi Membrane Industrial, Bandung: Institute Teknologi Bandung. ITB – Bandung
- Winston, W. S., and Sirkar, K. (1992), Membrane Handbook, New York: Van Nostrand Reinhold.
- Witzig, Z., W. Manz, S. Rosenberg, U. Kruger, M. Kraume, U. Szewzyk (2002), Microbial Aspect of a Bioreactor with Submerged Membranes for Aerobic Treatment of Municipal Wastewater, *Water Research*, 36, p.394-402. Pergamon.
- Xing, C.H., et al. (2000), Ultrafiltration membrane bioreactor for urban wastewater reclamation, *Elsevier, Journal of Membrane Science*. 177, 73-82.
- Yuan, dkk, (2005), Experimental and CFD analysis of two phase cross/ countercurrent flow in the packed column with a novel internal, *Chemical Engineering Science*, 60, p.6210-6216
- Zhang, S., et al. (2003), Sewage treatment by low energy membrane bioreactor, Journal: Bioresources Technology, Elsevier Science.
- APHA (1992), Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 18th edition. American Public Health Association. Washington.
- [http://: www.en-fluent.com/diffuser.htm](http://www.en-fluent.com/diffuser.htm)

RIWAYAT HIDUP

Nama : Prof. Dr. Ir. Aisyah Endah Palupi, M.Pd.
Nomor Sertifikasi Pendidik : 091103910985
NIP/NIK : 19691006 199802 2 001
NIDN : 0006106904
Nomor Seri Karpeg : H 017110
Tempat dan tanggal lahir : Surabaya, 06 Oktober 1969
Jenis kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Pangkat/Golongan : Pembina/IV A
Jabatan Fungsi akademik : Guru Besar
Unit Kerja : Fakultas Teknik
Jurusan Teknik Mesin
Universitas Negeri Surabaya

Status keluarga

- Jumlah saudara kandung: 2 orang, Aisyah E. Palupi merupakan bungsu dari 3 orang bersaudara
- Nama Ayah : Prof. Dr. H. Sunarto, M.Sc.
- Nama Ibu : Hj. Suteksi
- Nama Anak : Muhammad Rizky Ramadhan

Alamat Kantor : Kampus Unesa Ketintang
Jl. Ketintang, Surabaya 60231

Telp. Kantor/Fax : 031-8299487 / 031-8292957

Alamat Rumah : Royal Ketintang Regency D-12
Surabaya 60231

Telp. Rumah/Fax/HP : 031-8273378/+62 81217 04303;
+65 9085 4449

E-mail : aisyahep2000@yahoo.com
aisyah.palupi@indonesianembassy.sg
atdikbud.singapura@kemdikbud.go.id
education@indonesianembassy.sg

RIWAYAT PENDIDIKAN

Pendidikan Dasar dan Menengah

- SD : SD PPSP IKIP Surabaya, lulus Tahun 1979
- SMP : SMP PPSP IKIP Surabaya, lulus Tahun 1984
- SMA : SMAN 18 Surabaya, lulus Tahun 1987

Pendidikan Tinggi

- S-1 : Jurusan Teknik Kimia, FTK, Universitas Pembangunan Nasional (UPN) “Veteran” Surabaya, lulus Tahun 1992
- S-2 : Program Pascasarjana Unesa, Pendidikan Sains (Kimia), lulus Tahun 1999
- S-3 : Program Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, FTI, Jurusan Teknik Kimia, lulus tahun 2007

RIWAYAT PEKERJAAN

Tahun 1998 : Diangkat sebagai Calon Pegawai Negeri Sipil di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Tahun 1999 : Pegawai Negeri Sipil; Penata Muda/III a

Tahun 2002 : Asisten Ahli, Penata Muda Tk.I /III b

Tahun 2005 : Lektor, Penata/III c

Tahun 2008 : Lektor, Penata Tk.I/III d

Tahun 2010 : Lektor Kepala, Pembina/IV a

Tahun 2015 : Guru Besar, Pembina/IV a

Ditetapkan menjadi Guru Besar (Profesor) terhitung mulai tanggal 1 Juli 2015, dalam bidang ilmu Teknik Kimia berdasarkan SK Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (Menristekdikti), No.:150/A2.3/KP/2016, tanggal 21 Januari 2016.

Tahun 2013-2014 : Staf Ahli Pembantu Rektor I

Tahun 2014-2015 : Atase Pendidikan dan Kebudayaan KBRI Manila, Filipina

Tahun 2015-skrng : Atase Pendidikan dan Kebudayaan KBRI Singapura

PENGALAMAN KERJA

I. Pembelajaran dan Pembimbingan

1. Mengampu Matakuliah

- a. Program D-3 : Kimia Terapan
- b. Program S-1 : Kimia Teknik, Termodinamika, Teknik Korosi, Teknik Pelapisan, Statistik Terapan.
- c. Program S-2 : Bahan Bakar dan Pelumas

2. Pembimbingan Tugas Akhir:

- a. Program D-3 (TA) : lebih dari 20 orang
- b. Program S-1 (Skripsi) : lebih dari 70 orang
- c. Program S-2 (Tesis) : lebih dari 5 orang

3. Penyusunan Materi/Buku

- a. Buku Ajar “Teknik Korosi”, Juni 2014
(Unesa University Press, ISBN: 978-979-028-723-5)
- b. Petunjuk Praktikum Elektroplating
(Unesa University Press)
- c. Buku Panduan Bagi Pelajar Indonesia untuk Belajar di Filipina
(Februari 2016), (Madril Pustaka Production, ISBN: 978-602-74755-1-9)
- d. Buku “Sekilas Pendidikan di Singapura” (Mei 2016)
(Madril Pustaka Production, ISBN: 978-602-74755-0-2)

II. Pelatihan/Workshop

1. Workshop on Membrane Technology for Water and Wastewater Treatment, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS & Universiti Teknologi Malaysia (UTM), 2004 (sebagai peserta)
 2. Semiloka penyusunan Proposal Penelitian, DIKTI Lembaga Penelitian Unesa, 2004 (sebagai peserta)
 3. Pelatihan Asesor Akreditasi Sekolah untuk Sekolah Menengah Atas (SMA), BAS Provinsi Jawa Timur, Badan Akreditasi Sekolah Nasional, 2007 (sebagai peserta)
 4. Pelatihan Asesor Akreditasi Sekolah untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), BAS Provinsi Jawa Timur, Badan Akreditasi Sekolah Nasional, 2008 (sebagai peserta)
-

5. Workshop dan Sosialisasi Penggunaan Batu Bara sebagai Sumber Energi Alternatif bagi Industri Pengolahan di Jawa Timur, Pemerintah Provinsi Jawa Timur dan Unesa, 2008 (sebagai ketua panitia dan pemakalah)
6. Workshop PPG (Pendidikan Profesi Guru) di Fakultas Teknik Unesa 2-8 Desember 2010, Penyusunan RPP PPG, (Surat Tugas No. 3015/ H.38.5/KP.02.18/2010), (sebagai peserta)

III. Penerbitan Jurnal ilmiah

1. Penyunting Jurnal Teknika - FT Unesa, 2007-2010
2. Penyunting Ahli Jurnal Otopro (ISSN : 1858-411X), Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unesa, 2010-2014
3. Sebagai Dewan Redaksi Jurnal Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Jawa Timur, Surat Perintah Dekan FTI UPN "Veteran" Jawa Timur No: Sprin/109/IX/2012

PENELITIAN

1. Peningkatan Kualitas Bahan Baku dan Produktifitas Industri Kecil Menengah (IKM) di Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik Jawa Timur, Pemda Gresik, TA 2006, (sebagai anggota).
 2. Pengaruh Kegiatan Masyarakat terhadap Kualitas Air Hujan (Studi Kasus Kota Surabaya), Penelitian Dasar, DP2M, Ditjen Dikti, TA 2006, (sebagai anggota).
 3. Pengaruh Metode Pendinginan Celup-Angkat Terhadap Kualitas Kekerasan dan Kekuatan Tarik Baja Karbon Tinggi pada Industri Kecil, Penelitian Dosen Muda, DP2M, Ditjen Dikti, TA 2006, (sebagai anggota).
 4. Pemanfaatan Serbuk Enceng Gondok untuk Mengadsorpsi Logam Berat Cu dan Cr dalam Limbah Cair Industri Tekstil, Penelitian Dosen Muda, DP2M, Ditjen Dikti, TA 2007, (sebagai ketua).
 5. Dampak Negatif Kegiatan Masyarakat terhadap Kualitas Air Hujan, Penelitian Dasar, DP2M, Ditjen Dikti, TA 2007, (sebagai anggota).
 6. Peningkatan Kualitas Pelapisan Timah Putih pada Tembaga Secara Elektroplating bagi Industri Kecil, Penelitian Dosen Muda, DP2M, Ditjen Dikti, TA 2007, (sebagai anggota).
-

7. Proses Pengurangan Kandungan Besi (Fe^{2+}) Dalam Air Dengan Cara Absorpsi Pada Packed Column, DP2M, Ditjen Dikti, TA 2008, (sebagai ketua).
 8. Rekayasa dan Analisis Tekno-Ekonomi Kombinasi Proses Flokulasi-Ultrafiltrasi-Reverse Osmosis Untuk Implementasi Konsep Produksi Bersih Dalam Industri Elektroplating, Dana DIPA/PNBP Riset Unggulan UNESA, TA 2008, (sebagai ketua).
 9. Pengembangan Biofuel Ramah Lingkungan Dengan Memanfaatkan Biomassa Limbah Organik Beserta Aplikasinya Dalam Proses Hydrotreating Petroleum, Dana Hibah Strategi Nasional, DP2M, Dikti, TA 2009, (sebagai anggota)
 10. Studi Pembentukan Kerak Dalam Proses Desalinasi Air Payau Menjadi Air Siap Minum Dengan Teknologi Reverse Osmosis, Penelitian Dasar, DP2M, Ditjen Dikti, TA 2009, (sebagai anggota).
 11. Uji Skala Pilot Kombinasi Proses Flokulasi-Ultrafiltrasi-Reverse Osmosis untuk Percepatan Implementasi Konsep Produksi Bersih dalam Industri Elektroplating, Dana Hibah Strategi Nasional, DP2M, Dikti, TA 2009, (sebagai ketua).
 12. Rancang Bangun Alat Pelapisan Logam Inovatif Ramah Lingkungan Guna Mendukung Program Pelestarian Lingkungan, Dana Hibah Bersaing, DP2M, Dikti, Tahun I, TA 2010, (sebagai anggota).
 13. Studi Pembentukan Kerak Dalam Proses Desalinasi Air Payau Menjadi Air Siap Minum Dengan Teknologi Reverse Osmosis, Penelitian Dasar, DP2M, Ditjen Dikti, TA 2010, (sebagai ketua).
 14. Rancang Bangun Alat Pelapisan Logam Inovatif Ramah Lingkungan Guna Mendukung Program Pelestarian Lingkungan, Dana Hibah Bersaing, DP2M, Dikti, Tahun II, TA 2011, (sebagai anggota)
 15. Rancang Bangun Alat Uji Kualitas Panas Pelapisan Logam Sistem Terkontrol, Dana Hibah Strategi Nasional, DP2M, Dikti, TA 2012, (sebagai anggota).
 16. Simulasi Aliran Gas-Solid-Liquid Dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Bioreaktor Membran Ultrafiltrasi, Penelitian Dasar, DP2M, Ditjen Dikti, TA 2013, (sebagai ketua).
 17. Rancang Bangun Alat Uji Fluida Panas Kualitas Hasil Pelapisan Logam, Dana Hibah Strategi Nasional, DP2M, Dikti, TA 2013, (sebagai anggota).
-

18. Perbaikan Kualitas Biodiesel Biji Karet Metode Non-Katalis Melalui Proses Pendahuluan De-Gumming Serta Uji Kinerja Mesin Dan Emisi Gas Buang, Dana Hibah Strategi Nasional, DP2M, Dikti, TA 2014, (sebagai ketua).

PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

1. Penerapan Mesin Pengaduk pada Produksi Grease Sintetik untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas pada IKM “Lenk Forte” di Surabaya, Dana DP3M, (VUCER), TA 2004, sebagai anggota.
2. Modifikasi Mesin Pompa Sirkulasi Cairan Panas Pada Mesin Pemroses Produksi Grease Sintetik Untuk Meningkatkan Kualitas Produksi Pada IKM Di Karangpilang Surabaya, Dana DP3M, (VUCER), TA 2005, sebagai ketua.
3. Peningkatan Kualitas Bahan Baku dan Produktifitas Industri Kecil Menengah (IKM) di Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik Jawa Timur (Kegiatan PKM), Pemda Gresik, TA 2006, sebagai anggota.
4. Pelatihan Daur Ulang Plastik untuk Menciptakan Wirausaha Baru Bagi Ibu-Ibu PKK Di Lingkungan Kelurahan Gundih Kota Surabaya (Kegiatan PKM), Dana Rupiah Murni (RM) Unesa, TA 2008, sebagai anggota.
5. IbM Rekayasa Mesin Pengolah Limbah Pelapisan Logam Ramah Lingkungan Untuk Meningkatkan Kualitas dan Kuantitas Pengusaha Kecil Jasa Pelapisan Logam, IbM, TA 2010, sebagai anggota.
6. IbM Kelompok Usaha Pelapisan Logam Desa Suko Legok Sidoarjo, IbM, TA 2010, sebagai anggota.
7. Kelompok Usaha Telur Asin Kebonsari Sidoarjo, IbM, TA 2012, sebagai anggota.

PUBLIKASI PADA JURNAL NASIONAL DAN INTERNASIONAL:

1. Eko Mardyanto dan **Aisyah Endah Palupi**, (2006), Pengaruh Penambahan Napthalene dan Perubahan Sudut Pengapian pada Bahan Bakar Pertamina Terhadap Daya dan Konsumsi Bahan Bakar pada Motor Toyota Kijang 4 K, Vol.1 No.2 Mei 2006, ISSN:1858-411X, hal. 104-122, *Jurnal Otopro - Jurusan Teknik Mesin FT UNESA*.
-

2. Luqman Syarief dan **Aisyah Endah Palupi**, (2006), Studi Eksperimen Campuran Premium TT dan Toluena (C_7H_8) Terhadap Daya, Konsumsi Bahan Bakar, dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Honda Supra Fit 100cc, Vol.7, No.2, Agustus 2006, ISSN 1411-4356, hal. 119-127, *Jurnal Teknik, FT UNESA*
 3. **A. E. Palupi**, Nurmuafix, Sandhi A. H., Musfil A. S., Arief Widjaja, Ali Altway, (2006), Simulasi Pengaruh Konsentrasi Biomassa pada Lumpur Aktif terhadap Penyisihan COD dalam Bioreaktor Membran Terendam, Vol.10, No. 2, Desember 2006, ISSN 0852-0798, *Jurnal REAKTOR-UNDIP Semarang* (terakreditasi B, SK No. 49/DIKTI/Kep/2003).
 4. **A. E. Palupi**, S. Winardi, dan A. Altway, (2007), Simulasi Pengaruh Konsentrasi Solid dan Geometri Bioreaktor Membran Terendam terhadap Perpindahan Massa Gas-Liquid dan Fluks Melalui Membran, Vol. 30. No. 1-2, Februari 2007, ISSN 0852-0062, *Jurnal Teknologi dan Kejuruan-UM Malang* (terakreditasi B, SK No. 26/DIKTI/Kep/2005)
 5. **Aisyah Endah Palupi**, (2009), Simulasi aliran Gas-Solid-Liquid dalam Bioreaktor Membran Terendam, Vol. 3 No. 2 April 2009, ISSN: 1978-0419, pp. 205-212, *Jurnal TEKNIK KIMIA - Jurusan Teknik Kimia- FTI, UPN "Veteran" Jawa Timur*
 6. **Aisyah Endah Palupi**, (2011), The Characteristics of Hollow Fiber Membranes as Filtration Media in Wastewater Treatment by Activated Sludge, Vol.5, No.2 April 2011, ISSN: 1978-0419, pp. 390-399, *Jurnal TEKNIK KIMIA - Jurusan Teknik Kimia- FTI, UPN "Veteran" Jawa Timur*
 7. **Aisyah E. Palupi**, Ali Altway, Arief Widjaja, "The Application of Membrane Bio-Reactor for East Java Domestic Waste Water Treatment", *Songklanakarin Journal of Science and Technology Research and Development*, Prince of Songkla University Hat Yai, Songkla 90112 Thailand, 30 (1), 131-134, Jan-Feb (2008)
-

8. Polina Dobromirova Peeva, **Aisyah Endah Palupi**, Mathias Ulbricht, "Ultrafiltration of Humic acid Solutions Through Unmodified and Surface Functionalized low-fouling Polyethersulfone Membranes-Effects of Feed Properties, Pore Size and Membrane Chemistry on Fouling Behavior and Cleanability", *Separation and Purification Technology, Elsevier Journal*, Vol. 81, 124-133, 22 Sept (2011)

SEMINAR ILMIAH/KONFERENSI :

1. **Aisyah Endah Palupi** dan Achmad Baktir, Applied of Membrane Bioreactor Submerged (MBRs) for Organic Wastewater Treatment. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana III-2003*, Program Pascasarjana ITS Surabaya, ISBN: 979-545-027-1, F2-1 – F2-4, 18-19 Juni (2003)
 2. **Aisyah E. Palupi**, Arief Widjaja, Achmad Baktir, Kinerja Bioreaktor Membran Hollow Fiber untuk Pengolahan Air Limbah Domestik, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri-2005*, FTI-ITS Surabaya, 29-30 Maret (2005)
 3. **Aisyah Endah Palupi**, Ali Altway, Arief Widjaja, Karakterisasi Membran Terendam Hollow Fiber untuk Bioreaktor, *Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia 2005*, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya, ISSN 1410-5667, DP-5, 23-24 Nopember (2005)
 4. Nurmuafix, Sandhi Anggoro H, **Aisyah Endah Palupi**, Pemodelan pada Sistem Bioreaktor Membran dengan Penggabungan Proses Lumpur Aktif dan Separasi Membran dalam Satu Reaktor, *Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia 2005*, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya, ISSN 1410-5667, SP-22, 23-24 Nopember (2005)
 5. **Aisyah E. Palupi**, and Totok R. Biyanto, Artificial Neural Networks Based System Identification for Membrane Bioreactor, *International Seminar on "Information and Communication Technology and its Implication Towards Industrial, Engineering and Education"*, FT UNESA Surabaya, ISBN 979-445-079-0, II-1, 06 Mei (2006)
-

6. **A.E. Palupi**, A.H. Harahap, A.N. Meydita, A. Altway, dan S. Winardi, Simulasi CFD Hidrodinamika Aliran Gas-Solid-Liquid dalam Bioreaktor Membran Terendam, *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 2006 dan Munas APTEKINDO*, Jurusan Teknik Kimia FT UNSRI Palembang, ISBN 979-97893-0-3, DPO-11, Palembang, 19-20 Juli (2006)
7. **A. E. Palupi**, Nurmuafix, S. A. Hastono, M. A. Syukur, A. Widjaja, A. Altway, Modeling System of Membrane Bioreactor Submerged With Integreted Process Between Activated Sludge and Membrane Separation, *Seminar Nasional Soebardjo Brotohardjono III*, Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Jawa Timur, ISBN 979-99661-1-6, 10-11 Agustus (2006)
8. Rr. Budhi Prameswari, T.A., dan **Aisyah Endah Palupi**, Perbedaan Pengaruh Putaran Mesin terhadap Viscositas pada Minyak Pelumas Jenis PAO (Poly Alpha Olefine) dan Jenis Ester, *Seminar Nasional dan Workshop "Energy Security 2006"*, Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS, ISBN 979-97254-3-7, h.1-5, 19-20 Desember (2006)
9. Rina Andayani, Viand Cahya Dwi Putra, **Aisyah Endah Palupi**, Tontowi Ismail, Arief Widjaja, dan Ali Altway, Pemodelan pada Sistem Bioreaktor Membrane Terendam dengan Penggabungan Proses Lumpur Aktif, *Seminar Nasional dan Workshop "Energy Security 2006"*, Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS, ISBN 979-97254-3-7, 6-12, 19-20 Desember (2006)
10. S. Arif, A.F. Andiwijaya, **A.E. Palupi**, A. Altway, S. Winardi, "Simulasi Pengaruh Geometri Terhadap Karakteristik Hidrodinamika dalam Bioreaktor Membran Terendam", *Seminar Nasional Teknologi Industri XIII Tahun 2007*, FTI-ITS Surabaya, ISBN: 979-545-037-9, 1-8, 6-7 Maret (2007)

UNSUR PENUNJANG (PENGALAMAN PROFESI)

1. Pelatihan Asesor Akreditasi Sekolah untuk Sekolah Menengah Atas (SMA), BAS Provinsi Jawa Timur, Badan Akreditasi Sekolah Nasional (BAP S/M), 2007
 2. Pelatihan Asesor Akreditasi Sekolah untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), BAS Provinsi Jawa Timur Badan Akreditasi Sekolah Nasional (BAP S/M), 2008
-

3. Pemateri dan Ketua Panitia, Workshop Dan Sosialisasi Penggunaan Batu Bara Sebagai Sumber Energi Alternatif Bagi Industri Pengolahan di Jawa Timur, Penyelenggara: Pemerintah Provinsi Jawa Timur dan Unesa, 2008
 4. Tim Penyusun Borang Akreditasi Jurusan Teknik Mesin FT Unesa, SK Dekan FT Unesa No. 1046/H.38.5/HK.01.36/PP.06.06/2009
 5. Ketua Tim Penyusunan Evaluasi Diri Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin FT Unesa, SK. Dekan FT Unesa No. 1765/H.38.5/HK.01.36/PP.07.07/2010
 6. Asesor SMK, Pelaksanaan Akreditasi SMK/MAK di Provinsi Jawa Timur (21-27 Juli 2009), Surat Tugas No. 039/BAP-SM/TU/VII/2009
 7. Asesor SMK, Pelaksanaan Akreditasi SMK/MAK di Provinsi Jawa Timur (5-13 Agustus 2009), Surat Tugas No. 042/BAP-SM/TU/VIII/2009
 8. Instruktur PLPG, Mata Diklat: Media dan Asesmen, Pendidikan dan Pelatihan Profesi Guru (PLPG) Rayon 14 Unesa Tahun 2010, SK. Dekan FT Unesa No. 1765/H.38.5/HK.01.36/PP.07.07/2010
 9. Asesor SMK, Pelaksanaan Akreditasi SMK/MAK di Provinsi Jawa Timur (26 Juli-7 Agustus 2010), Surat Tugas No. 053/BAP-SM/TU/VIII/2010
 10. Asesor, Sertifikasi Dosen Gelombang II, Tahun 2012, Surat Tugas No.6743/UN38.I/KP/2012.
 11. Sekretaris ISO BAU dan Keuangan, Pengembangan Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2008 Di BAAKPSI dan BAU-Keuangan Unesa, SK. Rektor Unesa No: 239 A/UN38/HK/KP /2012
 12. Asesor, Sertifikasi Dosen Gelombang I, Tahun 2013 secara online pada laman serdos.dikti.go.id, tanggal 11-22 Nopember 2013, terhadap 7 dosen (Surat Tugas Rektor a.n. PR I Unesa, tertanggal 13 November 2013, No. 8437/UN38.I/KP/2013)
 13. Asesor Beban Kerja Dosen FT Unesa Semester Gasal 2012/2013, Surat Tugas No.0188.17UN38.5/KP.02.27/2013.
 14. Pemateri, pada Sosialisasi Seleksi Nasional Mahasiswa Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Tahun 2014, 7 Januari 2014, (Surat Tugas PR I Unesa, tanggal 3 Januari 2014, No: 00037/UN38.I/KP/2014).
 15. Asesor, Sertifikasi Dosen Gelombang I, Tahun 2014 secara online pada laman serdos.dikti.go.id, tanggal 22-28 April 2014, terhadap 8
-

dosen (ST Rektor a.n. PR I Unesa, tertanggal 21 April 2014, No. 03478/UN38.I/KP/2014).

PENGALAMAN ILMIAH DENGAN UNIVERSITAS DI LUAR NEGERI

Program *Academic Recharging* (PAR) Tipe C Tahun Anggaran 2009 di Universität Duisburg Essen, Germany, (Oktober 2009 s.d. Februari 2010), dibiayai oleh Ditjen Dikti.

Surat Ijin Rektor, No: 3392/H38/LN.00.06/2009

Surat Tugas Dekan (Plh. Dekan), No. 1522/H38.5/KP.01.03/2009

PENGHARGAAN YANG PERNAH DIRAIH :

1. Peserta Terbaik pada *Workshop on Membrane Technology for Water and Wastewater Treatment*, Jurusan TL-FTSP ITS bekerjasama dengan Universiti Teknologi Malaysia (UTM), 2004.
2. Dosen yang memiliki Kinerja Terbaik pada Pengelolaan PBM, Semester Genap 2009/2010 di Jurusan Teknik Mesin FT Unesa, Dekan Fakultas Teknik, FT Unesa Tanda Penghargaan No. 2514/H38.5/PP.08.03/2010.
3. Piagam “Satyalancana Karya Satya” X Tahun, oleh Presiden RI, Dr. H. Soesilo Bambang Yoedoyono, No. 74/TK/tahun 2011, tertanggal 12 Agustus 2011.

Singapura, Juli 2016

Yang bersangkutan,

ttd

Prof. Dr. Ir. Aisyah Endah Palupi, M.Pd.

NIP. 196910061998022001
