



MODEL MATEMATIKA – SENJATA RAHASIA DALAM MEMECAHKAN PERSOALAN REKAYASA KIMIA

Yuswan Muharam

Pidato pada Upacara Pengukuhan sebagai
Guru Besar Tetap Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Depok, 20 September 2023

Bismillahirrohmanirrahim,

Yang saya hormati

- Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia,
- Ketua dan Sekretaris Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia,
- Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Indonesia,
- Ketua, Sekretaris, dan para Anggota Dewan Guru Besar Universitas Indonesia,
- Ketua, Sekretaris, dan para Anggota Senat Akademik Universitas Indonesia,
- Para Dekan, Direktur Sekolah serta Wakil Dekan dan Wakil Direktur Sekolah di Universitas Indonesia,
- Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
- Ketua Dewan Guru Besar Universitas Indonesia dan Fakultas Teknik Universitas Indonesia beserta anggota,
- Para pimpinan, staf pengajar, mahasiswa, dan karyawan di Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
- Para guru besar tamu, para undangan, keluarga, kerabat, serta hadirin yang kami hormati.

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Segala puji hanya milik Allah. Kita memujiNya, memohon pertolongan kepadaNya, dan memohon ampunan dariNya. Kita berlindung kepada Allah dari kejahatan jiwa kita dan kejelekan amal kita. Barangsiapa diberi hidayah oleh Allah, tidak sesuatu pun dapat menyesatkannya. Barangsiapa disesatkan oleh Allah, tidak sesuatu pun dapat memberinya hidayah.

Perkenankan juga saya menghaturkan terima kasih setinggi-tingginya kepada Pemerintah Republik Indonesia yang dalam hal ini diwakili oleh Bapak Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan

Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk memangku jabatan Guru Besar Bidang Ilmu Pemodelan dan Simulasi Sistem Proses Kimia pada Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Perkenankan saya menyampaikan pidato ilmiah pengukuhan Guru Besar Bidang Ilmu Pemodelan dan Simulasi Sistem Proses Kimia pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia dengan judul “***Model Matematika – Senjata Rahasia dalam Memecahkan Persoalan Rekayasa Kimia***”.

Para guru besar dan hadirin yang saya hormati,

Seorang sarjana teknik kimia memiliki dua tugas utama di industri kimia, yaitu (1) mengoperasikan dan mengoptimalkan proses yang ada, dan (2) mendesain proses baru atau proses yang lebih baik.

Pada tugas yang pertama, seorang sarjana teknik kimia memastikan pabrik berjalan dengan aman sesuai dengan kondisi normalnya, memonitor dan menyesuaikan proses agar pabrik menghasilkan output dengan kualitas dan kuantitas yang diinginkan. Ia bekerja dengan menggunakan sistem kontrol yang berada di lingkungan yang aman, nyaman, dan fungsional yang disebut ruang kontrol. Untuk itu ia harus memahami dengan benar proses yang sedang ia perhatikan. Ia memecah proses menjadi bagian-bagian proses, menyusun variabel-variabel dan parameter-parameternya. Semua aspek dan kriteria kualitatif pada bagian-bagian proses dikuantifikasi. Kemudian ia merangkai kembali bagian-bagian proses tersebut, mengidentifikasi variabel atau parameter penghubung yang menghubungkan bagian proses yang satu dengan bagian proses yang lain. Semua itu dapat dilakukan dengan menggunakan model matematika.

Pada tugas yang kedua, seorang sarjana teknik kimia menerapkan proses yang ada pada pabrik baru atau pabrik modifikasi dengan kondisi operasi yang lebih efisien, lebih aman, dan lebih layak secara ekonomi.

Untuk itu ia harus memahami proses pada setiap operasi unit yang menjadi bagian dari pabrik. Ia merangkai operasi unit-operasi unit tersebut dengan urutan yang benar, lalu melakukan perhitungan untuk mendapatkan operasi unit dengan resiko sekecil mungkin dalam dimensi teknis, ekonomis, kesehatan, keselamatan, lingkungan, dan sosial beserta neraca massa dan energinya. Untuk itu ia memerlukan model matematika.

Beberapa alat dihitung berdasarkan kesetimbangan, seperti kolom distilasi talem dan separator fasa, beberapa lainnya berdasarkan laju seperti kolom paking dan reaktor unggun diam.

Para guru besar dan hadirin yang saya hormati,

Data untuk merancang pabrik baru tidak diperoleh dari pabrik yang sedang berjalan dengan mengoperasikannya hingga batas teknisnya karena tingkat risikonya tinggi. Sebaliknya, model matematika dari suatu proses mudah dimanipulasi. Kondisi operasi yang tidak biasa mudah disimulasikan. Bahkan pabrik dapat dimodelkan dengan kondisi yang berbahaya untuk menentukan batas parameter operasi atau area risiko.

Sarjana teknik kimia yang bekerja pada kedua tugas tersebut biasanya kurang tertarik pada hal-hal teoritis yang rumit dan canggih, seperti fenomena fisika, fenomena kimia, dan metode numerik. Ia lebih tertarik pada solusi yang dihasilkan oleh model matematika dan wawasan fisika dan kimia yang diberikan oleh solusi tersebut. Sarana penting yang berhubungan dengan tujuan ini adalah subrutin komputer yang diprogram sebelumnya pada perangkat lunak matematika komersial untuk memecahkan masalah matematika.

Meskipun perangkat lunak matematika komersial memudahkan sarjana teknik kimia dalam menyelesaikan tugasnya, salah memilih model mungkin saja terjadi. Seorang sarjana teknik kimia ingin merancang reaktor unggun terfluidisasi, tetapi yang ia pilih adalah model matematika reaktor unggun diam. Hal ini mungkin karena sebagian besar perangkat

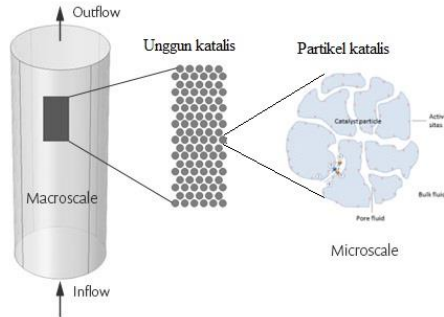
lunak matematika komersial tidak memperlihatkan model matematika dari proses-proses kimia pada tampilan layar monitor. Oleh karena itu, ia perlu mempelajari cara menerapkan perangkat lunak matematika komersial itu untuk tantangan teknik tertentu.

Seandainya perangkat lunak matematika komersial memperlihatkan model matematika dari proses-proses kimia pada layar monitor, akan sangat berbahaya apabila sarjana teknik kimia tidak memahami model matematika dari proses yang sedang ia perhatikan. Ia ingin merancang reaktor kolom gelembung, tetapi yang ia pilih adalah model matematika kolom adsorpsi. Oleh karena itu, meskipun hal-hal teoritis yang canggih dan rumit dapat dihindari dengan pemakaian perangkat lunak matematika komersial, namun seorang sarjana teknik kimia yang bekerja pada kedua tugas itu harus memahami dengan benar fenomena fisik dan/atau fenomena kimia dari proses yang sedang ia perhatikan serta memahami model matematika yang mendeskripsikan proses tersebut.

Para guru besar dan hadirin yang saya hormati,

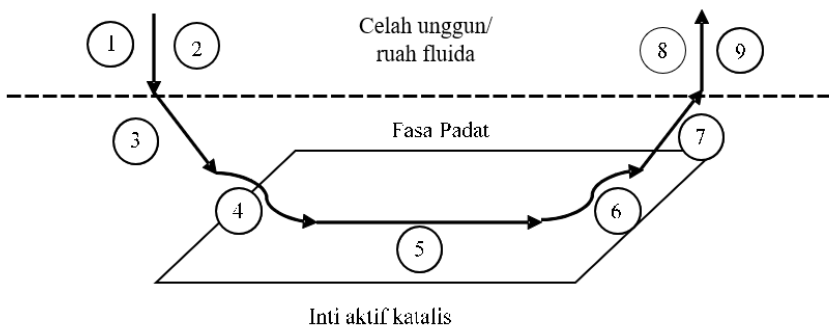
Model matematika pada bidang rekayasa kimia adalah persamaan matematika yang mendeskripsikan fenomena fisik seperti distilasi, absorpsi, adsorpsi, dan ekstraksi serta fenomena kimia, yaitu reaksi kimia. Fenomena fisik adalah fenomena perpindahan, yaitu perpindahan massa, perpindahan energi, dan perpindahan momentum. Bagaimana molekul-molekul reaktan di dalam reaktor unggun diam sampai pada inti katalis padat untuk bereaksi di sana harus dijelaskan secara matematika.

Gambar 1 memperlihatkan skema pemodelan reaktor unggun diam.

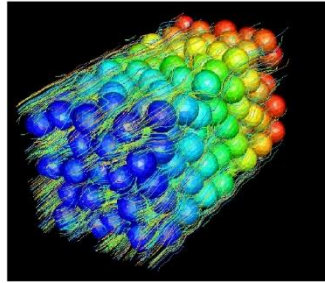


Gambar 1. Pemodelan reaktor unggun diam.

Begitu molekul-molekul reaktan masuk ke dalam reaktor dengan ikut aliran masuk (*inflow*), mereka berada di celah unggun yang dekat dengan *inlet* reaktor. Mereka bertransportasi di celah unggun dengan dua cara, yaitu secara molekuler (1) dan secara konveksi (2) (Gambar 2 dan Gambar 3). Besarnya laju transportasi molekul-molekul reaktan tergantung pada koefisien difusi reaktan dan gradien konsentrasi. Besarnya laju perpindahan konveksi molekul-molekul reaktan tergantung pada kecepatan interstitial fluida di dalam celah unggun.

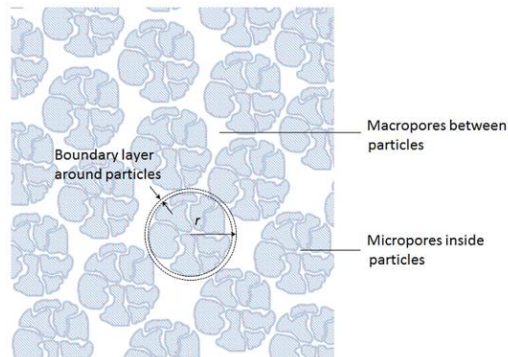


Gambar 2. Elemen-elemen proses di dalam reaktor unggun diam.



Gambar 3. Perpindahan molekuler dan perpindahan konveksi.

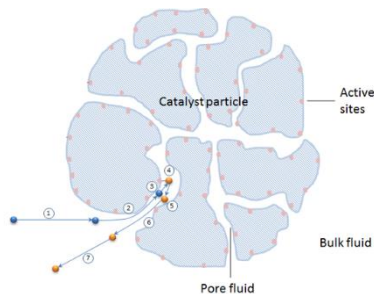
Selanjutnya molekul-molekul bertransportasi melalui lapisan batas yang mengelilingi partikel-partikel katalis (3) (Gambar 2 dan Gambar 4). Lapisan batas memiliki tahanan. Laju molekul-molekul reaktan yang melewati lapisan batas tergantung pada koefisien perpindahan massa reaktan dan luas permukaan eksternal partikel-partikel katalis. Molekul-molekul reaktan yang tidak melewati lapisan batas dan keluar reaktor menjadi reaktan yang tidak terkonversi.



Gambar 4. Perpindahan melalui lapisan batas.

Begitu molekul-molekul reaktan yang melewati lapisan batas tiba di mulut pori-pori katalis, mereka melanjutkan perjalanan melalui lorong yang disebut pori-pori katalis. Mereka bertransportasi di dalam pori-pori katalis secara molekuler (4) (Gambar 2 dan Gambar 5). Besarnya laju

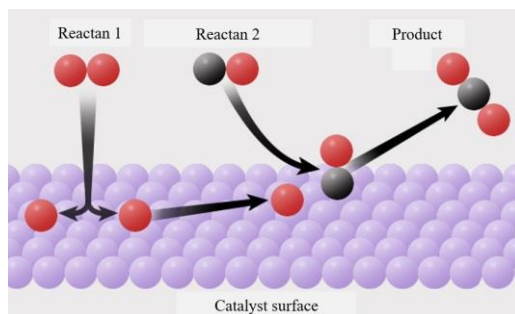
transportasi molekul-molekul reaktan tergantung pada difusivitas efektif reaktan tersebut dan gradien konsentrasi.



Gambar 5. Perpindahan di dalam pori-pori katalis.

Pada dinding pori-pori tersebar inti-inti aktif katalis. Molekul-molekul reaktan kemudian teradsorpsi pada inti-inti aktif katalis. Ada yang teradsorpsi ke inti aktif yang berada dekat dengan mulut pori-pori, ke inti aktif yang berada di ujung terjauh pori-pori, dan ke inti aktif yang berada di antaranya.

Pada inti-inti aktif katalis molekul-molekul reaktan bertumbukan untuk membentuk produk (5) (Gambar 2 dan Gambar 6). Tidak semua molekul reaktan yang bertumbukan membentuk produk, tergantung pada energi aktivasi reaksi dan energi kinetika yang dimiliki oleh molekul-molekul reaktan.



Gambar 6. Reaksi kimia di inti aktif katalis.

Setelah reaksi, molekul-molekul reaktan yang tidak terkonversi dan molekul-molekul produk terdesorpsi ke dalam pori-pori, lalu bertransportasi di lorong pori-pori menuju mulut pori-pori (6) (Gambar 2). Besarnya laju transportasi molekul-molekul reaktan dan molekul-molekul produk tergantung pada difusivitas efektif reaktan dan produk serta gradien konsentrasi.

Setiba di mulut pori-pori, molekul-molekul reaktan dan molekul-molekul produk melewati lapisan batas (7) (Gambar 2). Laju molekul-molekul reaktan dan molekul-molekul produk yang melewati lapisan batas tergantung pada koefisien perpindahan massa dari reaktan dan produk tersebut dan luas permukaan eksternal partikel-partikel katalis.

Molekul-molekul reaktan dan produk yang berhasil sampai di celah unggun selanjutnya bertransportasi menuju *outlet* reaktor. Mereka bertransportasi dengan dua cara, yaitu secara molekuler (8) dan secara konveksi (9) (Gambar 2). Besarnya laju transportasi molekul-molekul reaktan dan produk tergantung pada koefisien difusi reaktan dan produk serta gradien konsentrasi. Besarnya laju perpindahan konveksi molekul-molekul reaktan tergantung pada kecepatan interstitial fluida di dalam celah unggun.

Berdasarkan pengetahuan tentang elemen-elemen proses yang terjadi di dalam reaktor unggun diam yang telah dijelaskan di atas seorang sarjana teknik kimia merancang reaktor unggun diam. Karena hakikat perancangan adalah menghitung neraca massa, neraca energi, dan *sizing* yang berupa angka-angka, maka elemen-elemen proses yang terjadi di dalam reaktor unggun diam tidak mungkin dideskripsikan secara naratif. Deskripsi dengan kata-kata tidak mungkin menghasilkan angka. Deskripsi harus dalam bentuk persamaan matematika yang disebut model matematika. Oleh karena itu, seorang sarjana teknik kimia harus memahami proses dan elemen-elemen proses yang sedang diperhatikan serta harus mampu mendeskripsikannya ke dalam bentuk persamaan matematika.

Model matematika dari proses yang terjadi di dalam reaktor unggun diam yang telah dijelaskan tadi adalah sebagai berikut:

Untuk reaktan:

$$\underbrace{\varepsilon_b D_{im} \frac{\partial^2 C_{f,i}}{\partial x^2}}_1 - \underbrace{u_{sup} \frac{\partial C_{f,i}}{\partial x}}_2 - \underbrace{k_i a_p (C_{f,i} - C_{s,i})}_3 = 0 \quad (1)$$

$$\underbrace{\frac{\varepsilon_p D_{eff,i}}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial C_{s,i}}{\partial r} \right)}_4 + \underbrace{(1 - \varepsilon_p) r_i}_5 = 0 \quad (2)$$

Untuk produk:

$$\underbrace{\varepsilon_b D_{im} \frac{\partial^2 C_{f,i}}{\partial x^2}}_8 - \underbrace{u_{sup} \frac{\partial C_{f,i}}{\partial x}}_9 - \underbrace{k_i a_p (C_{f,i} - C_{s,i})}_7 = 0 \quad (3)$$

$$\underbrace{\frac{\varepsilon_p D_{eff,i}}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial C_{s,i}}{\partial r} \right)}_6 + \underbrace{(1 - \varepsilon_p) r_i}_5 = 0 \quad (4)$$

Persamaan-persamaan matematika di atas berbentuk persamaan diferensial biasa. Selain persamaan diferensial, model matematika proses di industri kimia dapat juga berupa persamaan aljabar dan persamaan integral. Terkadang persamaan yang mendeskripsikan proses tertentu adalah rumit, terkadang sederhana tetapi jumlahnya puluhan bahkan ratusan. Solusi eksak untuk persamaan-persamaan seperti itu adalah tidak mudah, bahkan mustahil. Oleh karena itu, diperlukan metode yang mampu memberikan solusi, walaupun solusi yang dihasilkan berupa pendekatan. Metode itu adalah metode numerik.

Perhitungan matematika dengan menggunakan metode numerik adalah perhitungan yang melalui banyak tahap perhitungan dan kebanyakan berulang-ulang (iteratif). Perhitungan ini melibatkan angka-angka atau numerik, memanipulasi angka-angka untuk memberikan hasil berupa angka-angka atau numerik. Solusi angka-angka inilah yang tampak

pada hasil neraca massa dan energi pada *process simulation diagram* (PSD) dari perangkat lunak matematika komersial, atau yang tampak pada laporan hasil simulasi berupa tinggi dan diameter kolom, suhu, tekanan dan kecepatan superfisial yang optimal pada perangkat lunak matematika komersial yang lain.

Antara model matematika dan proses yang dimodelkan harus terdapat analogi sehingga memungkinkan kesimpulan tentang proses yang dimodelkan dibuat. Model matematika dapat mewakili seluruh proses atau elemen proses. Jika hanya kesimpulan tertentu yang diperlukan, model dapat direduksi menjadi elemen proses. Keterbatasan analogi antara model dan proses yang dimodelkan menghasilkan keterbatasan kesesuaian fungsi, struktur, atau perilaku. Representasi proses yang dimodelkan oleh model mungkin memiliki akurasi yang terbatas dan model dapat didasarkan pada skala yang berbeda dari proses yang dimodelkan. Model memuaskan apabila variabel-variabel dan fenomena-fenomena penting dari proses yang dimodelkan direpresentasikan dengan benar oleh model untuk konteks tertentu. Oleh karena itu, model perlu divalidasi dengan menggunakan data-data eksperimen.

Validasi harus terjadi pada interaksi antara hidrodinamika (*residence time distribution*, perpindahan massa, dan perpindahan panas) di satu sisi dan reaksi kimia di sisi lain. Eksperimen harus sedemikian rupa sehingga validasi tidak hanya satu titik, namun di titik-titik dimana variabel-variabel dan fenomena-fenomena penting divariasikan.

Para guru besar dan hadirin yang saya hormati,

Bagi sarjana teknik kimia model berfungsi sebagai alat untuk mengembangkan pemahaman tentang proses penting dengan menggunakan persamaan-persamaan matematika. Di bidang rekayasa kimia model matematika diaplikasikan, di antaranya, untuk:

- 1) Eksperimen sederhana

Melalui model matematika, proses yang ada dapat diteliti secara lebih cepat, ekonomis, dan menyeluruh daripada eksperimen langsung di pabrik yang sedang berjalan. Model matematika dapat mensimulasikan pabrik dalam selang waktu atau gerakan lambat. Oleh karena itu, hasil dari model tersedia lebih cepat atau memiliki resolusi waktu yang lebih tinggi.

2) Analisis sensitivitas

Simulasi proses dengan menggunakan model matematika memungkinkan pengaruh variabel atau parameter proses terhadap kinerja proses untuk diteliti. Kesalahan dapat dengan mudah ditanamkan ke dalam model atau dihapus dari model.

Dalam proses yang sedang berjalan, analisis sensitivitas memiliki kelemahan, yaitu memerlukan upaya-upaya tingkat tinggi dan mengandung risiko yang tinggi. Dengan model matematika, analisis sensitivitas tidak harus dilakukan secara empiris dengan mengulang-ulang pengujian dengan mengubah variabel-variabel dan parameter-parameter secara sistematis.

3) Kendali dan operasi

Model matematika dapat digunakan sebagai cara yang ekonomis untuk memprediksi stabilitas proses atau bagian proses sebagai prasyarat kendali atau operasi yang efektif. Pemanfaatan pabrik yang sedang berjalan untuk eksperimen harus dikesampingkan karena tingginya risiko yang ditimbulkan.

5) Optimisasi

Sistem proses yang kompleks memungkinkan objektif dari optimisasi sistem proses tersebut untuk dikembangkan dengan menggunakan model matematika. Objektif dari optimisasi mudah diatur sesuai dengan kebutuhan. Nilai variabel-variabel atau parameter-parameter operasi yang optimal mudah ditentukan.

6) Ekstrapolasi

Model matematika yang cukup baik dapat digunakan untuk menguji kondisi operasi ekstrim yang tidak mungkin dilakukan pada proses yang sedang berjalan. Area-area dari variabel dan parameter operasi kemudian dapat dibuat. Kondisi operasi yang optimal dapat diperoleh dengan cara ekstrapolasi.

7) Desain dan *scaleup*

Di antara masalah dalam rekayasa kimia adalah desain dan *scaleup* dari alat skala laboratorium ke alat skala penuh. Untuk dapat menscaleup alat dengan kepastian tertentu, mekanisme-mekanisme fundamental harus dievaluasi dan diformulasi dalam bentuk persamaan matematika. Ini melibatkan pekerjaan eksperimental yang berhubungan erat dengan pengembangan teoretis.

Beberapa metode *scaleup* alat proses dan reaktor telah digunakan dalam industri, yaitu

- Metode kasar,
- Metode langsung,
- Metode empiris,
- Metode bilangan tak-berdimensi, dan
- Metode berbasis model,

Pada *scaleup* berbasis model, pengaruh *scaleup* terhadap kinerja operasi unit diprediksi oleh model matematika. Model berisi semua fenomena fisika, kimia, termodinamik, dan hidrodinamik. Tentu saja model tersebut harus divalidasi dengan menggunakan data eksperimen.

Metode *scaleup* berbasis model sering digunakan pada industri kimia massal, yaitu untuk reaktor skala besar di mana dimensi reaktor mengubah perilaku hidrodinamika sehingga sangat berpengaruh terhadap konversi dan selektivitas. Contohnya adalah reaktor kolom gelembung dan reaktor unggun terfluidisasi di mana pencampuran

dan/atau *residence time distribution* sangat penting terhadap konversi dan selektivitas.

Para guru besar dan hadirin yang saya hormati,

Sebagai penutup, saya ingin menyampaikan nasihat kepada diri saya sendiri dan kepada hadirin semua.

Siapakah yang mampu membayangkan pesawat terbang yang sangat besar membawa banyak manusia dan benda di angkasa sebelum menyaksikannya dengan mata kepala sendiri? Tidak seorang pun mampu membayangkannya sebelum fenomena ini terjadi. Teknologi industri yang merupakan karya manusia ini sesungguhnya tidak keluar dari ilmu dan kekuasaan Allah *Ta'ala*.

Hendaklah kita mengambil pelajaran darinya untuk memahami kesempurnaan ilmu Allah *Ta'ala* serta kekuasaan dan rahmat-Nya. Bahwa betapa pun sempurna ilmu, kemampuan dan apapun yang dimiliki oleh manusia, tetap saja semua itu tidak ada artinya dibandingkan dengan apa-apa yang dimiliki oleh Allah *Ta'ala*. Janganlah kita tersesat karenanya sehingga kita mengagungkan pembuat benda tersebut melebihi yang semestinya. Hendaklah kita mengamati dengan cermat akibat dari diciptakannya benda-benda itu, apakah membawa kebaikan bagi manusia sehingga menjadi nikmat, ataukah membawa keburukan bagi manusia sehingga menjadi bencana?

Daftar Pustaka

- Agam, G., 1994. Industrial Chemicals. Their Characteristics and Development. Elsevier Science B.V.
- Bird, R.B., Stewart, W.W., Lightfoot, E.N., 2002. Transport Phenomena. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc.
- Bockhorn, H., 2011. Mathematical Modeling. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 7th Edition. Willey VCH.
- Bonen, J.M., 2018. Scale-up: How to Go from Laboratory to Commercial. Elsevier Inc.

- Coker, A.K., 2001. Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design. Gulf Publishing Company.
- Conesa, J.A., 2020. Chemical Reactor Design: Mathematical Modeling and Applications. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
- Davis, M.E., 1984. Numerical Methods and Modeling for Chemical Engineers. John Wiley & Sons, Inc.
- Donati, G., Paludetto, R., 1997. Scale up of Chemical Reactors. Catalysis Today 34, 483-533.
- Finlayson, B.A., Biegler, L.T., Grossmann, I.A., 2011. Mathematics in Chemical Engineering. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 7th Edition. Willey VCH.
- Fox, O.R., 2006. CFD Models for Analysis and Design of Chemical Reactors. Advances in Chemical Engineering and Science 31, 231-305.
- Harmsen J., 2019. Industrial Process Scale-up. A Practical Innovation Guide from Idea to Commercial Implementation. 2nd Edition. Elsevier B.V.
- Jakobsen, H.A., 2014. Chemical Reactor Modeling: Multiphase Reactive Flows. 2nd edition. Springer International Publishing.
- Lee, H.H., 1985. Heterogeneous Reactor Design. Butterworth Publisher.
- Muharam, Y., Dianursanti, Wirya, A.S., 2022. Modelling of Jatropha Oil Hydrocracking in a Trickle-Bed Reactor to Produce Green Fuel. International Journal of Chemical Engineering 2021, 7079459.
- Nauman, E.B., 2008. Chemical Reactor Design, Optimization, and Scaleup. 2nd Edition. John Wiley & Sons.
- Rasmuson, A., Andersson, B., Olsson, L., Andersson, L., 2014. Mathematical Modeling in Chemical Engineering. Cambridge University Press.
- Rice, R.G., Do, D.D., 1995. Applied Mathematics and Modeling for Chemical Engineers. John Wiley & Sons, Inc.
- 'Utsaimin, M.S., adh-Dhiya' al-Lami min Khuthab al-Jawami.

Ucapan Terima kasih

Para Guru Besar dan hadirin yang saya hormati,

Di bagian akhir pidato ini izinkan saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu saya dalam kehidupan dan karir saya:

Pertama, puji dan syukur kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah memberi saya hidayah taufik dan ilmu sehingga saya mencapai keadaan seperti sekarang ini, dikukuhkan menjadi Guru Besar Universitas Indonesia.

Kedua, kedua orang tua, Bapak Adung Adiwilaga dan Ibu Djejh *rahimahumullah* yang telah membesarkan, merawat, dan mendidik saya dengan penuh kasih sayang sejak kecil hingga dewasa. Semoga Allah yang Mahapengampun dan Mahapengasih mengampuni dan memberi rahmat kepada mereka, memasukkan mereka ke Surga dan menjauhkan mereka dari Neraka.

Perkenankan saya mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah mendukung saya dalam melaksanakan Tridharma Perguruan Tinggi selama menjadi staf pengajar Fakultas Teknik Universitas Indonesia sehingga dapat dikukuhkan menjadi Guru Besar Universitas Indonesia bidang Ilmu Pemodelan dan Simulasi Sistem Proses Kimia.

Pemerintah Republik Indonesia, khususnya Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, Bapak Nadiem Anwar Makarim, BA, MBA beserta jajaran birokrasinya yang telah menetapkan dan mengangkat saya sebagai Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Rektor Universitas Indonesia, Prof. Ari Kuncoro, S.E., MA, Ph.D., para Wakil Rektor, Sekretaris Universitas Indonesia, para Direktur, dan Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia yang telah mengusulkan saya sebagai Guru Besar di lingkungan Universitas Indonesia.

Ketua Dewan Guru Besar Universitas Indonesia, Prof. Harkristuti Harkrisnowo, S.H., M.A., Ph.D. beserta seluruh anggota Dewan Guru Besar, Ketua Tim PAK Universitas Indonesia, Prof. Heru Suhartanto, Drs., M.Sc., Ph.D. beserta anggota PAK Universitas Indonesia yang telah menyetujui pengusulan Guru Besar saya.

Ketua Senat Akademik Universitas Indonesia, Prof. Nachrowi Djalal, MSc., MPhil., Ph.D. beserta seluruh anggota Senat Akademik Universitas Indonesia atas bantuan dan dukungannya kepada saya sehingga saya dikukuhkan menjadi Guru Besar.

Direktur Sumber Daya Manusia Universitas Indonesia, Prof. Dr. - Ing. Amalia Suzianti, S.T., M.Sc.) beserta jajarannya yang telah membantu pengusulan Guru Besar saya.

Ketua Dewan Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Prof. Ir. Yulianto Sulisty Nugroho, M.Sc., Ph.D. beserta anggota Dewan Guru Besar Fakultas Tekni Universitas Indonesia yang telah mendukung pengusulan saya menjadi Guru Besar.

Ketua Senat Akademik Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Prof. Kemas Ridwan Kurniawan, S.T., M.Sc., Ph.D. beserta anggota Senat Akademik Fakultas Teknik Universitas Indonesia atas dukungan dan bantuannya.

Dekan Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Prof. Dr. Heri Hermansyah, S.T., M.Eng., IPU., yang telah membantu proses pengajuan Guru Besar saya.

Ketua Departemen Teknik Kimia, Dr. Bambang Heru Susanto, S.T., M.T. dan Sekretaris Departemen Teknik Kimia, Dr. Dianursanti, S.T., M.T. yang telah memfasilitasi pengajuan Guru Besar saya.

Prof. Dr. Ir. Setijo Bismo, DEA, Prof. Dr. Ir. Slamet, M.T., Prof. Ir. Meilana Dharma Putra, S.T., M.Sc., Ph.D., dan Prof. Dr. Ir. Praswasti PDK

Wulan, M.T. atas kesediaan dan keluangan waktu sebagai reviewer untuk memberikan penilaian terhadap hasil-hasil riset saya.

Manajer Sumber Daya Manusia dan Fasilitas Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Dr. Ajib Setyo Arifin, S.T., M.T. beserta Amida Wahyuningsih, S.T., Manajer Komunikasi Publik dan Administrasi Umum Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Tikka Anggraeni, S.Sos., M.Si., CPR beserta Deva Alifah dari Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia atas bantuannya dalam menyiapkan berkas kenaikan pangkat dan pengukuhan.

Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA yang telah membimbing dan mengarahkan saya untuk menekuni bidang pemodelan dan simulasi.

Prof. Dr. Ir. Setijo Bismo, DEA yang menjadi teman duduk saya, saling menasihati dan saling mengingatkan.

Prof. Ir. Sutrasno Kartohardjono, M.Sc., Ph.D. dan Prof. Dr.-ing., Misri Gozan, M.Tech., IPM yang telah membantu proses pengusulan Guru Besar saya.

Prof. Dr. Ir. Mochamad Chalid, S.Si., M.Sc.Eng. dan Prof. Dr. Yudan Whulanza, S.T., M.Sc. yang telah bekerja sama dengan baik dalam pelaksanaan pengukuhan Guru Besar hari ini.

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada istri tercinta, Ir. Yan Silvia yang telah menemani hidup saya dengan penuh perhatian, cinta dan kasih sayang, anak-anak tersayang, Fairuz Syifa Hanan, S.Ars, Ar dan Farrell Muhammad Hanau yang selalu mendoakan saya dan menjadi investasi akhirat saya.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada sahabat saya, Jajat Sudrajat yang selalu membantu saya dalam melakukan penelitian selama lebih dari 25 tahun.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada adik saya Heni Alriani yang telah melapangkan jalan bagi saya dari kebuntuan dalam menyelesaikan tugas akhir S1 dahulu.

Terakhir, saya ucapkan terima kasih kepada rekan-rekan dosen, teknisi, laboran, dan tendik di Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia atas kebersamaan yang membahagiakan dan doanya.

Demikianlah pidato pengukuhan guru besar saya. Saya mengakhiri pidato ini dengan mengucapkan,

Wabillahi taufiq wal hidayah, wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama lengkap : Prof. Dr.rer.nat. Ir. Yuswan Muharam, M.T.
Pekerjaan : Dosen/staff pengajar FTUI
NIP : 196405131995121001
Jenis kelamin : Laki-laki
Unit kerja : Fakultas Teknik Universitas Indonesia
Pangkat/gol/ruang/tmt : Pembina/IV/a/01 Oktober 2012
Jabatan/tmt : Guru besar Universitas Indonesia/01 Juni
2023
Tempat/tanggal lahir : Makassar, 13 Mei 1964
Agama : Islam
Istri : Ir. Yan Silvia
Anak : Fairuz Syifa Hanan, S.Ars. Ar.
Farrell Muhammad Hanau
Orang tua : Adung Adiwilaga *rahimahullah*
Djedjeh *rahimahallah*
Alamat kantor : Departemen Teknik Kimia
Kampus FTUI, Depok 16424 Indonesia
Kontak : +62 812-94634399
muharam@che.ui.ac.id

RIWAYAT PENDIDIKAN FORMAL

Jenjang	Nama pendidikan	Jurusan	Tahun lulus
SD	SD Gadang Pagi II Jakarta		1977
SLP	SMP Negeri 30 Jakarta		1981
SLA	SMA Negeri 13 Jakarta	IPA	1984
S-1	Universitas Indonesia	Kimia	-
S-1	Universitas Indonesia	Teknik Gas dan Petrokimia	1991
S-2	Universitas Indonesia	Teknologi Gas	1995
S-3	Heidelberg University, Jerman	Kimia	2005

RIWAYAT KEPANGKATAN PEGAWAI NEGERI SIPIL

Pangkat	Gol/ruang	Tmt	Keterangan
Penata muda	III/a	1 Apr 1999	Universitas Indonesia
Penata muda tingkat 1	III/b	1 Apr 2002	Universitas Indonesia
Penata	III/c	1 Okt 2007	Universitas Indonesia
Penata tingkat 1	III/d	1 Okt 2010	Universitas Indonesia
Pembina	IV/a	1 Okt 2012	Universitas Indonesia

RIWAYAT JABATAN/PEKERJAAN

Pekerjaan	Tmt
Pengajar	1 Des 1995
Asisten ahli	1 Jan 2001
Lektor	1 Sep 2007
Lektor kepala	1 Mei 2010
Guru besar	1 Juni 2023

RIWAYAT JABATAN STRUKTURAL

Jabatan	Tmt
Sekretaris Departemen Teknik Kimia FTUI	1998-2001 2006-2007
Kepala lab Sistem Proses Kimia Departemen Teknik Kimia FTUI	2007-2011 2015-2019
Direktur Unit Pengabdian kepada Masyarakat Departemen Teknik Kimia FTUI	2011-2015

TANDA JASA/PENGHARGAAN

Nama penghargaan	Kedudukan	Tahun
Satyalencana Karya Satya	X tahun	2009
The Highest Score of EDOM 5.52 (6-scle)	Teaching	2009
Best Edom Improvement for Academic Year 2015/2016	Teaching	2016
Best Edom Improvement for Academic Year 2016/2017	Teaching	2017
Satyalencana Karya Satya	XX tahun	2018

PATEN

Judul	No paten	Tahun
Reaktor CVD (Chemica Vapor Deposition) Untuk Produksi Nanotube Karbon Tegak Lurus	P00201407224	2018
Metode Pelindian Sistem Batch Menggunakan Asam Sulfat, Pengendapan Untuk Menghasilkan Oksida Lantanida dan Kinetika Pelindian	S00201807513	2018
METODE UNTUK PEROLEHAN KEMBALI LOGAM TANAH JARANG DARI LIMBAH TAILING BAUKSIT MENGGUNAKAN EKSTRAKTOR UNGGUN DIAM	S00201807506	2020

PUBLIKASI ILMIAH

1. Modeling of Coal Spontaneous Fire in A Large-Scale Stockpile (Jeri At Thabari, Ahmad Syihan Auzani, Wahyu Nirbito, Yuswan Muharam, Yulianto Sulisty Nugroho) International Journal of Technology 14(2), 257-266 (2023).
2. Modelling of Jatropha Oil Hydrocracking in a Trickle-Bed Reactor to Produce Green Fuel (Yuswan Muharam, Dianursanti, Andrey Sapati Wirya) International Journal of Chemical Engineering 2021, 7079459 (2022).
3. Nicotine extraction from tobacco leaves in tubular extractor (Muhammad Ryo Tjokrosoedomo, Yuswan Muharam, Don-Hee Park, Misri Gozan) AIP Conference Proceedings 2537, 040013 (2022).

4. The effect of ultrasonic extraction methods on extract quality from *Strobilanthes crispus* L. (R Arbianti, H Ningsih, T S Utami, Y Muharam, Slamet) IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 963 012047 (2022).
5. Optimization of the extraction process of phenolic compounds from *Strobilanthes crispus* L. with the ultrasound-assisted enzymatic–Aqueous two-phase extraction method (Alfaria Rizki, Rita Arbianti, Tania Surya Utami, Yuswan Muharam) AIP Conference Proceedings 2537, 040001 (2022).
6. Modeling on the Effect of Heat Exchanger Submersion on Controlling Spontaneous Combustion in A Coal Pile (Jeri At Thabari, Syailendra Supit, Wahyu Nirbito, Yuswan Muharam, Yulianto Sulisty Nugroho) Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences 81(1), 158-164 (2021).
7. Process Simulation of Inverted Downdraft Gasier for Tar Reduction Using in Situ Process (Maha Hidayatullah Akbar, Yohanes Bobby Sanjaya, Hafif Dafiqurrohman, Yuswan Muharam, Adi Surjosatyo) Journal of Physics: Conference Series 1858 (2021).
8. Process parameter estimation of supercritical carbon dioxide extraction of lipids from spent coffee grounds (Yuswan Muharam, Muhammad Audry Ramadhany) AIP Conference Proceedings 2376, 020006 (2021).
9. The effects of aqueous two-phase system on the enrichment of quercetin from *Strobilanthes crispus* L. (Rita Arbianti, Linatri Purwati Latifah, Fauzul Fadli, Amalia Larasati, Tania Surya Utami, Yuswan Muharam, Slamet) AIP Conference Proceedings 2376, 020002 (2021).
10. Technical and economic feasibility study of boil-off gas reliquefaction system on an LNG tanker (Rocky Samuel Julianto Makapuan, Yuswan Muharam) AIP Conference Proceedings 2376, 030006 (2021).

11. Simulation of supercritical carbon dioxide extraction of lipid from spent coffee grounds (Yuswan Muharam, Muhammad Audry Ramadhany) AIP Conference Proceedings 2376, 020010 (2021).
12. Molecular docking bioactive compound from *Strobilanthes crispus* levels (Rita Arbianti, Amalia Larasati, Tania Surya Utami, Yuswan Muharam, Slamet) AIP Conference Proceedings 2376, 050001 (2021).
13. Effect of mixing rate and molar ratio of methanol-oil to biodiesel synthesis from palm oil with plasma electrolysis method (Nelson Saksono, Yuswan Muharam, Muhammad Agus Setiawan) AIP Conference Proceedings 2376, 020001 (2021).
14. Conceptual design of antifungal and antibacterial herbal ear hygiene product (Matthew Hardhi, Delfina, Putty Ekadewi, Retno Widyati, Yuswan Muharam, Widodo Wahyu Purwanto, Dewi Tristantini, Misri Gozan) AIP Conference Proceedings 2344, 040006 (2021).
15. Hydrodeoxygenation of Vegetable Oil in a Trickle Bed Reactor for Renewable Diesel Production (Yuswan Muharam, Jessica Adeline Soedarsono) International Journal of Technology 11 (7), 1292-1299 (2020).
16. Modeling of Partial Hydrogenation of Polyunsaturated Fatty Acid Methyl Esters in a Trickle Bed Reactor (Yuswan Muharam, Taqi Aufa, Teguh Budi Santoso) Engineering Journal 24(4), 195-204 (2020).
17. CO₂ Utilization Process Simulation for Enhancing Production of Dimethyl Ether (DME) (Sutrasno Kartohardjono, Bayu Sari Adji, Yuswan Muharam) International Journal of Chemical Engineering 2020, 9716417 (2020).
18. Modelling and Simulation of Acid Extraction of Lanthanum from Indonesian Low-Grade Bauxite using Fixed-Bed Extractor (Eny Kusriani, Yuswan Muharam, Ricky, Wuwuh Wijang Prihandini, Anwar Usman) Engineering Journal 24(4), 315-325 (2020).

19. Numerical Simulation of Carbon Dioxide Absorption by Monoethanolamine Solution with Super Mini Ring Contactor (Yuswan Muharam, Hamzah, Muhammad Audry Ramadhany) Materials Science Forum 1000, 318-323 (2020).
20. Feasibility study of CO₂ purification using pressure swing adsorption and triethylene glycol absorption for enhanced oil recovery (Eny Kusriani, Wuwuh Wijang Prihandini, Faisal Adi Jatmoko, Anwar Usman, Yuswan Muharam) AIP Conference Proceedings 2255, 060022 (2020).
21. Computational fluid dynamics simulation to investigate the effect of flat-flame burner geometry on flame shape in a pyrolysis furnace (Yuswan Muharam, David, Kevin Julian) AIP Conference Proceedings 2255, 060004 (2020).
22. Effects of the light intensity and the reactor geometry on the microalgae yield in a bubble-column photobioreactor (Yuswan Muharam, Dianursanti, Aditya Bintang Pramadana, Syailendra Supit) AIP Conference Proceedings 2255, 030041 (2020).
23. Leaching of lanthanides from Belitung silica sand using nitric acid (Eny Kusriani, Merisa Aulia, Dwi Aprillia Wulandari, Anwar Usman, Arif Rahman, Yuswan Muharam, Agustino Zulys) AIP Conference Proceedings 2255, 070026 (2020).
24. Mass transfer of carbon dioxide absorption by monoethanolamine solution with super mini ring contactor (Yuswan Muharam, Hamzah, Syailendra Supit) AIP Conference Proceedings 2255, 060028 (2020).
25. Scale-up of a stirred batch reactor for vegetable oil transesterification using computational fluid dynamics (Yuswan Muharam, Muhamad Ruby Mujakki) AIP Conference Proceedings 2255, 030040 (2020).
26. Synthesis of biodiesel from palm oil by using cathodic plasma electrolysis (Adream Bais Junior, Jeremia Jan Chandra Pranata, Yuswan Muharam, Nelson Saksono) AIP Conference Proceedings 2255, 030009 (2020).

27. Hydrodynamics of transesterification fluid in a stirred batch reactor using computational fluid dynamics (Yuswan Muharam, Muhamad Ruby Muzakki, Aris Romadhon Subkhan) AIP Conference Proceedings 2230, 020003 (2020).
28. Enrichment and extraction of lanthanum from Belitung silica sand using sulfuric acid heap leaching, precipitation and complexation with phytic acid (Eny Kusriani, Agustino Zulys, Aryadipa Rachmana, Dwi Aprillia Wulandari, Yuswan Muharam, Anwar Usman, Arif Rahman) Materials Today: Proceedings 31(2), 421-425 (2020).
29. Mechanism of molasses–water mixing behavior in bioethanol fermenter. Experiments and CFD modelling (Suci Madhania, Yuswan Muharam, Sugeng Winardi, Widodo Wahyu Purwanto) Energy Reports 5, 454–461 (2019).
30. Simulation of Methanol Synthesis from CO₂ Hydrogenation in a Packed Bed Reactor using COMSOL Multiphysics (Bayu Sari Adji, Yuswan Muharam, Sutrasno Kartohardjono) International Journal of Engineering Research and Technology 12(12), 2592-2599 (2019).
31. COMPUTATIONAL STUDY OF THE TIME-DEPENDENT FLOW FIELD OF A WATER-MOLASSES MIXTURE INSIDE A STIRRED VESSEL (Suci Madhania, Tantular Nurtono, Sugeng Winardi, Yuswan Muharam, Widodo Wahyu Purwanto) International Journal of Technology 10(3), 561-570 (2019).
32. EFFECT OF ANODE DEPTH IN SYNTHESIS OF BIODIESEL USING THE ANODIC PLASMA ELECTROLYSIS METHOD (Nelson Saksono, Ratih Anditashafardiani, Adream Bais Junior, Yuswan Muharam) International Journal of Technology 10(3), 491-501 (2019).
33. EFFECT OF THE HEAT TRANSFER SURFACE ON PREVENTION OF SPONTANEOUS COMBUSTION OF COAL (Ricky Putro Satrio Wicaksono, Sofi Hesti Fathia, Inkasandra Faranisa Kolang, Achmad

- Riadi, Wahyu Nirbito, Yuswan Muharam, Yulianto Sulisty Nugroho) International Journal of Technology 10(6), 1220-1227 (2019).
34. Phenomenological model for the prediction of the performance of a slurry bubble column reactor for green diesel production (Y Muharam, A D Putri, A Hamzah) Journal of Physics: Conference Series 1349, 012057 (2019).
 35. Conceptual design of ear hearing aids with feedback cancellation and speech enhancement (Misri Gozan, Nurul Hidayat, Yuswan Muharam, Dewi Tristantini Budi, Widodo Wahyu Putranto) AIP Conference Proceedings 2193, 050024 (2019).
 36. Simulation of a Vacuum Evaporator for Propolis Production (Y Muharam, M Sahlan, Tiarrahman, S P Aletheia) IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1295, 012013 (2019).
 37. Computational fluid dynamics simulation to predict the effect of the equivalence ratio on the temperature distribution in a pyrolysis furnace (Y Muharam, David, A Jose) Journal of Physics: Conference Series 1349, 012085 (2019).
 38. SIMULATION OF A METAL ORGANIC FRAMEWORK-BASED ADSORBED NATURAL GAS STORAGE TANK (Yuswan Muharam, Eny Kusriani, Nurainia Saubryani, Maria Ulfa) International Journal of Technology 2: 412-421 (2018).
 39. SIMULATION OF HYDROTREATING OF VEGETABLE OIL IN A SLURRY BUBBLE COLUMN REACTOR FOR GREEN DIESEL PRODUCTION (Yuswan Muharam, Adinda Diandri Putri) International Journal of Technology 6, 1168-1177 (2018).
 40. Hydrogenation of Carbon Dioxide into Methanol on a Cu/Zn/Al₂O₃ Catalyst in a Fixed-bed Reactor (Yuswan Muharam, Ardha Bariq Fardiansyah) AIP Conference Proceedings 2024, 020035 (2018).

41. Study of carbon dioxide mass transfer in an annular bubble column (Yuswan Muharam, Dianursanti Dianursanti, Risyad Naufal) AIP Conference Proceedings 2024, 020048 (2018).
42. The effect of nutrient arrangement on biomass growth and lipid content of microalgae *Nannochloropsis oculata* in internally illuminated bubble column photobioreactor (Dianursanti Dianursanti, Chandra Wirawan Sugiarto, Yuswan Muharam, and Bambang Heru Susanto) AIP Conference Proceedings 2024, 020034 (2018).
43. Modelling and simulation of a slurry bubble column reactor for green fuel production via hydrocracking of vegetable oil (Yuswan Muharam, Rizka Thalita Adevia) E3S Web of Conferences 67, 02032 (2018).
44. Simulation of Methanol Synthesis in Packed Bed Reactor for Utilization of CO₂ from Acid Gas Removal Unit (Bayu Sari Adji, Yuswan Muharam, Sutrasno Kartohardjono) E3S Web of Conferences 67, 03005 (2018).
45. The effect of increasing CO₂ concentration and flow rate on amine still performance in meeting gas sale specifications (Yuswan Muharam, Hendra Kristianto) E3S Web of Conferences 67, 03006 (2018).
46. CFD study of mixing miscible liquid with high viscosity difference in a stirred tank (S Madhania, A B Cahyani, T Nurtono, Y Muharam, S Winardi, W W Purwanto) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 316, 012014 (2018).
47. Modeling of a Reaction-Distillation-Recycle System to Produce Dimethyl Ether through Methanol Dehydration (Y Muharam, L M Zulkarnain, A S Wirya) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 316, 012027 (2018).
48. Application of Computational Fluid Dynamics for Modeling of Hydrodynamics and Mass Transfer of Laboratory Scale Crude Palm Oil Degumming Process (Yuswan Muharam, Aditya Kurniawan, Andrey S. Wirya) MATEC Web of Conferences 156, 02009 (2018)

49. Simulation of the Oxidation and Combustion of Mixed Diesel-Biodiesel Fuel (Yuswan Muharam, Danny Leonardi, Alisya P Ramadhania) MATEC Web of Conferences 156, 03008 (2018).
50. Phenomenological Modeling of a Fluidized-Bed Reactor for Catalytic Decomposition of Methane (Yuswan Muharam, Hendrik) Advanced Science Letters 23, 5605–5608 (2017).
51. Prediction of the Effects of the Inlet Velocity and the Reactor Length on the Performance of a Trickle-Bed Reactor for Renewable Diesel Production (Yuswan Muharam, Osman Abhimata Nugraha) Advanced Science Letters 23, 5609–5614 (2017).
52. Mixing Behaviour of Miscible Liquid-Liquid Multiphase Flow in Stirred Tank with Different Marine Propeller Installment (Suci Madhania, Tantular Nurtono, Anugrah Budi Cahyani, Carolina, Yuswan Muharam, Sugeng Winardi, Widodo Wahyu Purwanto) Chemical Engineering Transactions 56, 1057-1062 (2017).
53. Modelling and Simulation of a Bubble Column Photobioreactor for the Cultivation of Microalgae *Nannochloropsis Salina* (Yuswan Muharam, Dianursanti, Aditya Bintang Pramadana, Andrey Sapati Wirya) Chemical Engineering Transactions 56, 1555-1560 (2017).
54. Modelling of a Hydrotreating Reactor to Produce Renewable Diesel from Non-Edible Vegetable Oils (Yuswan Muharam, Osman Abhimata Nugraha, Danny Leonardi) Chemical Engineering Transactions 56, 1561-1566 (2017).
55. Improvement of Nicotine Yield by Ethanolic Heat Reflux Extraction of *Nicotiana tabacum* var. Virginia Origin of Ponorogo (Ahmad Fauzantoro, Yuswan Muharam, Misri Gozan) International Journal of Applied Engineering Research 12(23) 13891-13897 (2017).
56. MODELING OF THE CROSSING POINT TEMPERATURE PHENOMENON IN THE LOW-TEMPERATURE OXIDATION OF COAL (Muksin Saleh,

- Yuswan Muharam, Yulianto S. Nugroho) *International Journal of Technology* 1, 104-113 (2017).
57. The predicted effects of inlet velocity and reactor size on methane conversion and carbon yield of catalytic decomposition of methane in a fluidized-bed reactor (Yuswan Muharam, Hendrik) *AIP Conference Proceedings* 1826, 020008 (2017).
 58. Effect of Reaction Temperature on Biodiesel Production from *Chlorella vulgaris* using CuO/Zeolite as Heterogeneous Catalyst (Dianursanti, M Delaamira, S Bismo, Y Muharam) *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 55, 012033 (2017).
 59. Prediction of ignition delay time of Liquefied Gas for Vehicle (LGV) (Y Muharam, F M Nur, T D Vollmer, A P Ramadhania) *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 105, 012089 (2017).
 60. Process optimization of microalgae cultivation in a bubble-column photobioreactor (Y Muharam, Dianursanti, A S Wirya) *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 105, 012002 (2017).
 61. Techno-economic feasibility of flare gas utilization using adsorbed natural gas (Yuswan Muharam, Fiqi Giffari, Mirza Mahendra) *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 105, 012022 (2017).
 62. Determination of Mass Transfer Coefficient of Nicotine Solid Liquid Extraction with Ethanol Solvent in Packed Bed Extractor (Risky Azlia Edrina, Misri Gozan, Yuswan Muharam) *PROCEEDINGS The 6th Indonesian Biotechnology Conference*, 44-412 (2017).
 63. COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC APPLICATION IN SCALE-UP OF A STIRRED-BATCH REACTOR FOR DEGUMMING CRUDE PALM OIL (Yuswan Muharam, Aditya Kurniawan) *International Journal of Technology* 8, 1344-1351 (2016).
 64. Status and outlook of natural gas industry development in Indonesia (Widodo Wahyu Purwanto, Yuswan Muharam, Yoga Wienda Pratama,

- Djoni Hartono, Harimanto Soedirman, Rezki Anindhito) *Journal of Natural Gas Science and Engineering* 29, 55-65 (2016).
65. Simulation of ignition delay time of compressed natural gas combustion (Yuswan Muharam, Mirza Mahendra, Dinda Gayatri, Sutrasno Kartohardjono) *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering* 12, 3124-3140 (2015).
66. MATHEMATICAL MODEL CONTROLLED POTASSIUM CHLORIDE RELEASE SYSTEMS FROM CHITOSAN MICROSPHERES (Yuswan Muharam, Widodo Wahyu Purwanto, Kamarza Mulia, Praswasti PDK Wulan, Ismail Marzuki, Mubarakah N. Dewi) *International Journal of Technology* 7, 1228-1237 (2015).
67. Effect of Injection Temperature and Pressure on Combustion in Existing Otto Engine Using CNG Fuel (Yuswan Muharam, Mirza Mahendra, Fiqi Giffari, Sutrasno Kartohardjono) *Journal of Environmental Science and Technology* 8(1), 25-34 (2015).