

PRARANCANGAN PABRIK POLIAKRILAMIDA DARI AKRILONITRIL KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Muhammad Ilham, Achmad Vikri Alvin H, Siti Aisyah, Boy Arief Fachri, Ditta Kharisma Yolanda Putri

S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Jl. Kalimantan Tegalboto No. 37, Krajan Timur, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121

Email: ilham.arspat@gmail.com

Abstrak

Poliakrilamida (C₃H₅NO)_n adalah polimer sintesis yang memiliki nilai kelarutan dalam air tinggi. Poliakrilamida memiliki sifat higroskopis dan mampu menyerap molekul air dari lingkungan. Sifat higroskopis inilah yang membuat kadar ionik polimer poliakrilamida semakin meningkat. Poliakrilamida biasanya digunakan sebagai flokulan dalam proses pemisahan fase padatan dan cairan. Lokasi pabrik poliakrilamida berada di Dusun krajan 2, Randumerak, Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur dengan total luas lahan seluas 3 hektar. Pabrik poliakrilamida ini memiliki kapasitas produksi sebesar 35.000 kg/tahun; Bahan baku berupa akrilonitril yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan produksi pada pabrik ini adalah 25992676,06 kg /tahun. Pabrik ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun (terpotong hari libur) dan 24 jam/hari; Terdapat tiga jumlah unit proses pada pabrik ini ada tiga, yaitu hidrolisis, polimerisasi, dan evaporasi. Bentuk badan usaha yang direncanakan pada pabrik ini adalah perseroan terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 156 orang; Evaluasi ekonomi diperoleh: Annual cash flow (ACF) = 98.000.000,00 US\$, Pay out time (POT) = 2,4 tahun, Net profit over total lifetime of the project (NPOTLP) = US\$ 66279470,96, Total capital sink (TCS) = US\$ 57866568,88 Rate of return (ROR) = 42,79%, Discounted cash flow rate of return (DCF-ROR) = 65,96%, Break even point (BEP) = 49,11%. Berdasarkan evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik poliakrilamida dengan kapasitas 35.000 kg/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci: Poliakrilamida, polimer sintetik, kelarutan air

1. Pendahuluan

Poliakrilamida (C₃H₅NO)_n adalah polimer sintesis yang memiliki nilai kelarutan dalam air tinggi. Poliakrilamida memiliki sifat higroskopis dan mampu menyerap molekul air dari lingkungan. Sifat higroskopis inilah yang membuat kadar ionik polimer poliakrilamida semakin meningkat. Poliakrilamida biasanya digunakan sebagai flokulan dalam proses pemisahan fase padatan dan cairan. Poliakrilamida banyak diaplikasikan dalam pertambangan, pengolahan dan sanitasi air, aditif air boiler, bahan pokok penyerap super, industri cat, industri deterjen, pelapis industri, industri kosmetik, tambahan bahan baku keramik, perekat industri pabrik tekstil, resin penukar ion, pembuatan kertas, pengeboran sumur minyak, pertanian, semen, industri farmasi dan produksi minyak (Yakub turhan, 2021). Poliakrilamida tersusun atas asam dan amida yang larut didalam air. Saat terjadi cross-linked, polimer akan mulai mengalami pembengkakan yang kemudian akan larut didalam air. Oleh karena itu poliakrilamida banyak digunakan sebagai polimer penyerap dalam pembantu proses adsorpsi dan absorpsi (Palupi, 2021).

Sifat-sifat polimer yang mengandung asam akrilat atau metakrilat tergantung pada pH larutan yang

kontak dengan polimer. Karena garam ion logam berinteraksi dengan lebih banyak dengan molekul air daripada gugus asam yang tidak netral. Poliakrilamida dapat dimanfaatkan sebagai peningkat viskositas. Semakin banyak penggunaan poliakrilamida maka nilai pH nya akan semakin tinggi (Maudy, 2022)

Kedekatan gugus karboksil satu sama lain dalam poli (asam akrilat) menimbulkan sifat pengkelat dengan ion logam dan trivalen yang dimanfaatkan dalam kontrol skala boiler dan pembuat deterjen. Poliakrilamida dapat dimanfaatkan sebagai flokulan karena kandungan polimerisasi yang tinggi dan massa molekul yang tinggi. Ketika massa molekul berkurang poliakrilamida masih dapat digunakan sebagai dispersan. Reaktivitas gugus amida dan asam memungkinkan adanya modifikasi kimia sederhana yang mengubah sifat polimer dan memperkuat jumlah aplikasi. polimer dapat digunakan sebagai dispersan. Reaktivitas gugus amida dan asam memungkinkan modifikasi kimia sederhana yang mengubah sifat polimer dan memperkuat jumlah. polimer dapat digunakan sebagai dispersan. Reaktivitas gugus amida dan asam memungkinkan modifikasi kimia sederhana yang mengubah sifat polimer sehingga poliakrilamida



dapat dimanfaatkan dibanyak aplikasi proses (Suwardani, 2022).

Hal-hal yang menjadi alasan untuk mendirikan pabrik poliakrilamida antara lain adalah pabrik poliakrilamida belum ada di Indonesia, sedangkan kebutuhan bahan flokulan dan thickening agent cukup besar. Pendirian pabrik poliakrilamida ini, diharapkan akan dapat merangsang industri lain yang dapat memanfaatkan akrilamida. Disamping itu kebutuhan dalam negeri, produk ini diharapkan dapat bersaing di pasar Internasional, sehingga devisa negara dapat meningkat. Hal ini sesuai dengan program pemerintah dalam rangka menuju era industrialisasi.

Sejak tahun 1960-an penggunaan industri polimer akrilamida nonionik, kationik, dan amfoter terus meningkat karena sifat kimia dan fisiknya yang unik, toksisitas relatif rendah, dan biaya rendah. Area pasar utama untuk polimer ini adalah pengolahan air, pembuatan kertas, pemrosesan mineral yang meningkatkan pemulihan minyak, dan penyerap super (Hansora, 2014).

Pemulihan minyak yang ditingkatkan merupakan pasar potensial yang besar, tetapi harga minyak yang rendah membatasi pertumbuhan pasar ini selama tahun 1980-an. Pada tahun 1990 harga minyak meningkat dan diperkirakan akan terus meningkat selama dekade tersebut. Masalah lingkungan telah berkontribusi pada pertumbuhan yang cepat dalam penggunaan flokulan Poliakrilamida dalam pengolahan limbah dan pengeringan lumpur. Poliakrilamida kationik dengan berat molekul tinggi telah mulai memainkan peran penting dalam aplikasi ini (Hansora, 2014).

2. Pemilihan dan Uraian Proses

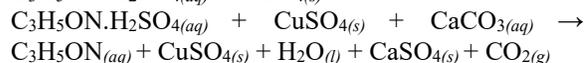
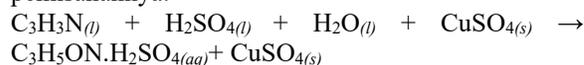
Teknik pembuatan Poliakrilamida ada 3 tahapan yaitu hidrolisis, polimerisasi, dan polimerisasi. Pada proses hidrolisis terdapat 2 metode yakni hidrolisis asam sulfat dan hidrasi katalitik. Polimerisasi terdapat 4 metode yakni *Solution Polymerization*, *Polymerization on Moving Belts*, *Dry Bed Process*, dan *Inverse Emulsion Process*. Berikut merupakan penjelasan mengenai proses pembuatan Poliakrilamida

A. Hidrolisis

1. Asam sulfat

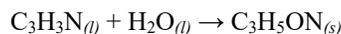
Pada proses ini mula-mula antara H₂O dengan asam sulfat 98% dicampur menjadi larutan asam sulfat dengan konsentrasi 85%. Kemudian direaksikan dengan akrilonitril menjadi akrilamida sulfat pada suhu 60°C dan tekanan 1,5 atm. Setelah itu dinetralkan dengan CuSO₄ untuk mengikat sulfat, sehingga akan dihasilkan akrilamida dan CuSO₄. Larutan akrilamida dipekatkan dan dikristalkan. Kristal akrilamida

kemudian akan dikeringkan. Reaksi hidrolisis berlangsung selama 1 jam. Reaksi hidrolisis ini relatif mudah dan memberikan hasil akrilamida sulfat yang memiliki kemurnian tinggi. Proses netralisasi dilakukan dengan menggunakan CaCO₃ di tangki netraliser. Proses ini merupakan tahap yang penting, karena dalam proses ini terjadi pemisahan antara akrilamida dengan asam sulfat sebagai CuSO₄, berdasarkan kelarutannya. Penggunaan CaCO₃ dalam proses netralisasi yaitu karena antara CuSO₄ yang terbentuk dalam akrilamida merupakan senyawa yang tidak saling melarutkan sehingga memudahkan proses pemisahannya.



2. Hidrasi katalitik

Pada proses ini menggunakan katalis padat berupa logam tembaga. Reaksi berlangsung selama 1 jam, akrilonitril yang tidak bereaksi diupayakan sehingga akan terbentuk akrilamida murni. Proses hidrasi berlangsung pada suhu 50 °C. Kecepatan hidrasi akan lebih tinggi dengan meningkatkan suhu. Pada suhu 150 °C, proses polimerisasi dari akrilonitril maupun akrilamida murni mulai berlangsung, oleh karena itu temperatur optimal adalah 70 sampai 150 °C. Katalis yang digunakan jika sudah tidak aktif perlu diaktifkan kembali dengan proses regenerasi yang merupakan reaksi yang sangat eksotermis. Oleh karena itu dalam proses ini, hal tersebut merupakan masalah yang harus dihadapi.



B. Polimerisasi

1. *Solution Polymerization*

Filtrat diencerkan dengan air untuk menghasilkan larutan yang mengandung sekitar 5% monomer akrilamida. Larutan poliakrilamida kemudian dimasukkan kedalam reaktor beatch, dengan menambahkan katalis polimerisasi trietanolamine dan inisiator berupa amonium per sulfat. Polimerisasi dilakukan pada tekanan atmosfer 1 atm dengan suhu 60°C. Waktu polimerisasi poliakrilamida selama 8 jam.

2. *Polymerization on Moving Belts*

Larutan poliakrilamida dialirkan pada moving belt dan mesin pengering hingga bubuk polimer terbentuk. Dalam suatu proses, larutan akrilamida encer akrilamida azobisisobutironitril C₈H₁₂N₄ dipompa ke belt bergerak cekung bersama dengan larutan encer yang mengandung sistem inisiator redoks.

Polimerisasi berlangsung saat larutan





bergerak di sepanjang belt hingga suhu proses mencapai 95°C. kecepatan belt dikendalikan hingga polimerisasi selesai dengan polimer mencapai ujung belt. Di ujung belt, gel polimer diolah menjadi butiran kecil dan dikeringkan dalam mesin pengering. Polimer kering kemudian dilewatkan melalui penggiling untuk mengubah ukuran partikel yang diinginkan.

3. Dry Bed Process

Poliakrilamida kering dapat diproduksi dalam bentuk butiran dengan ukuran partikel berkisar antara 100-200 mikrometer. Partikel-partikel ini dibentuk dengan mendistilasi air secara azeotropis dari poliakrilamida suspensi terbalik. Kemudian partikel tersebut dikumpulkan dan disaring yang selanjutnya dikeringkan dan siap didistribusikan. Partikel yang dihasilkan dapat larut di dalam air sama dengan jenis poliakrilamida yang lain. Ukuran dan bentuk partikel yang akan di produksi bergantung pada jenis dan jumlah surfaktan dan aditif yang digunakan.

4. Inverse Emulsion Process

Proses pembuatan poliakrilamida dengan metode ini adalah untuk menghindari viskositas larutan yang tinggi saat polimer dilarutkan kedalam air. Proses emulsi larutan monomer didalam minyak surfaktan, kemudian dihomogenisasi dalam campuran untuk membentuk emulsi aw/o hingga polimerisasi monomer terbentuk dalam emulsi.

Proses emulsi terbalik terjadi saat pelepasan polimer didalam air. Prosesnya hampir sama dengan proses polimer padat kering. Namun produk yang dihasilkan dari proses polimerisasi emulsi terbalik menghasilkan partikel yang lebih kecil. Berat molekul bisa mencapai lebih dari 2 juta hingga 20 juta. Pada suatu proses produksi poliakrilamida anionik, selanjutnya dilakukan penambahan 50% larutan akrilamida, asam akrilat, dan air hingga konsentrasi monomer 40% w/t. saat suhu sudah mencapai 25°C Amonia ditambahkan ke campuran monomer. Ketika pH telah mencapai 6, campuran dipompa ke tangki yang berisi minyak dan surfaktan solbitana oleat.

Hasil campuran kemudian dihomogenisasi, lalu dilakukan penghilangan oksigen dengan penyemprotan nitrogen. polimerisasi dimulai dengan inisiator redoks, kemudian temperatur batch dikendalikan oleh pendinginan dan laju inisiator. Pada akhir polimerisasi, surfaktan ditambahkan untuk merubah emulsi menjadi air. Pengembangan yang dilakukan untuk memperbaiki proses yaitu dengan penggunaan Enzim amidase dalam mereduksi monomer residu. Proses hidrogenasi dalam mereduksi akrilamida pada proses emulsi mengandung lebih dari 5% sisa monomer. selain itu, penggunaan minyak bio-degradable juga telah dikembangkan.

C. Seleksi Proses

Berikut adalah perbandingan berbagai proses produksi Natrium karbonat.

Tabel 1. Pertimbangan seleksi proses hidrolisis

No	Proses polimerisasi	Kelebihan	Kekurangan
1	<i>Solution Polymerization</i>	Termasuk kategori industri yang ekonomis karena berat molekul yang dihasilkan tinggi dengan proses yang lebih sederhana	Proses pemisahan polimer cukup sulit.
2	<i>Polymerization on Moving Belts</i>	Proses distribusi lebih mudah Penyimpanan produk lebih murah dan mudah	Perlu perawatan khusus selama pengiriman untuk menghindari peningkatan kadar air pada produk.
3	<i>Dry Bed Process</i>	Menggunakan surfaktan dan bahan adiktif	Biaya produksi lebih mahal Tidak ramah lingkungan
4	<i>Inverse Emulsion Process</i>	Menbantu mengontrol viskositas larutan Partikel yang dihasilkan lebih kecil	Proses produksi lebih panjang Biaya produksi lebih mahal

Tabel 2. Pertimbangan seleksi proses polimerisasi

No	Komponen	Proses	
		Proses asam sulfat	Proses hidrasi katalitik
1	Reaksi	$C_3H_3N_{(l)} + H_2SO_{4(l)} + H_2O_{(l)}$ menjadi $C_3H_5ON.H_2SO_{4(aq)} + CuSO_{4(s)}$	$C_3H_3N_{(l)} + H_2O_{(l)}$ menjadi $C_3H_5ON_{(s)}$
2	Prinsip proses	Memberikan hasil akrilamida sulfat yang lebih tinggi	Katalis (tembaga) jika sudah tidak aktif lagi perlu diaktifkan kembali dengan proses regenerasi yang sangat eksotermis
3	Kemurnian	99%	97%

Pertimbangan pemilihan metode produksi Poliakrilamida dapat dilihat dari Tabel 1 dan 2 di atas. Setelah mencermati kekurangan dan kelebihan terhadap proses pembuatan Poliakrilamida di atas, maka dipilih Proses hidrolisis asam sulfat dan *Solution Polymerization* untuk pembuatan Poliakrilamida



dengan mempertimbangan kemurnian dari produk utamanya yang lebih tinggi mencapai 99%, tingkat korosi bahan yang lebih rendah dengan begitu biaya perawatan lebih mudah. Pemilihan proses asam sulfat dengan pertimbangan:

1. Proses asam sulfat merupakan proses yang komersil dan lebih sederhana.
 2. Proses pemurnian produk lebih mudah daripada proses yang kedua.
 3. Harga produk proses asam sulfat relatif lebih tinggi dibandingkan dengan proses hidrasi katalitik.
- Sedangkan pemilihan proses polimerisasi larutan dikarenakan biaya yang murah dan prosesnya paling sederhana dibandingkan proses polimerisasi yang lain. Kami menambahkan alat berupa evaporator dan rotary drum drayer sebagai alat pendukung untuk menghasilkan produk dengan fase padat dan ukuran partikel yang sesuai

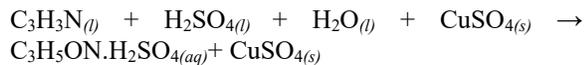
D. Uraian Proses Terpilih

Aaa Proses sintesis Natrium karbonat melalui proses bikarbonasi pada umumnya memiliki prinsip yaitu mereaksikan antara NaCl dengan NH_4HCO_3 . Produksi Natrium karbonat secara umum terdiri atas empat tahap yaitu preparasi bahan baku, reaksi utama, filtrasi, dan kalsinasi. Adapun uraian proses masing-masing tahap pembuatan Natrium karbonat yaitu sebagai berikut (European Patent Office, 2018; Sarkar et al., 2022; Wagialla et al., 1992):

1. Hidrolisis Akrilonitril

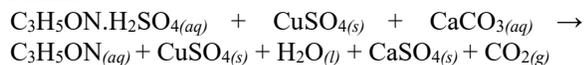
Asam sulfat 98% diencerkan didalam *mixer* (M-110) dengan H_2O menjadi asam sulfat 85%. Larutan Akrilonitril dipompa melalui heater (E-126) menuju reaktor hidrolisis (R-120) membentuk larutan akrilamida sulfat ($\text{C}_3\text{H}_5\text{ON} \cdot \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$) dengan bentuk reaksi sebagai berikut:

Reaksi:



Reaksi dilakukan dalam Reaktor Alir Tanki Berpengaduk (RATB), reaktor hidrolisis (R-120) beroperasi pada suhu tetap, yaitu 60°C dan tekanan 1,5 atm. Reaksi ini bersifat endotermis, sehingga untuk menjaga suhu reaksi diperlukan *jacket steam*. Setelah akrilamida sulfat terbentuk maka didinginkan terlebih dahulu dengan menggunakan *Cooler* (E-131). Akrilamida sulfat dinetralisasi dengan CaCO_3 *slurry* pada reaktor netralizer (R-130) dengan tujuan untuk memecah komponen asam sulfat pada akrilamida sulfat dan menetralkan sisa asam sulfat.

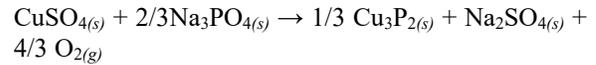
Reaksi:



Hasil netralisasi berupa CaSO_4 dan akrilamida di alirkan ke *Rotary Drum Filter-1* (H-140) dengan

tujuan memisahkan antara padatan CaSO_4 dengan akrilamida dan untuk mengurangi kadar airnya. Akrilamida dialirkan menuju ke reaktor *mixer* (R-150) dengan penambahan Na_3PO_4 .

Reaksi:

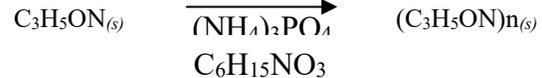


Tujuan untuk mengendapkan larutan dan menghilangkan tembaga selain larutan akrilamida, setelah proses ini selesai maka larutan tersebut dialirkan ke *rotary drum filter-2* (H-160) dengan tujuan memisahkan padatan Cu_3P_2 .

2. Solution Polymerization

Filtrat diencerkan dengan air untuk menghasilkan larutan yang mengandung sekitar 5% monomer akrilamida, dan menambahkan katalis polimerisasi trietanolamine dan inisiator amonium fosfat. Polimerisasi dilakukan pada reaktor batch (R-210) dengan kondisi operasi tekanan 1atm dan suhu 60°C .

Reaksi:



3. Evaporasi

Hasil polimerisasi di alirkan ke evaporator (V-310) untuk mengurangi kandungan air, memekatkan larutan yang terdiri dari zat terlarut yang tak mudah menguap dan pelarut yang mudah menguap. Proses evaporasi ini dilakukan pada suhu 102°C dengan tekanan 1atm. Keluaran dari evaporator mengandung 7% air, yang di umpankan ke rotary drum dryer (B-320) untuk pembuangan lebih lanjut. Output dari rotary drum dryer (B-320) berbentuk bubuk yang mengandung poliakrilamida, trisodium fosfat, dan natrium sulfat sampai batas tertentu.

3. Neraca Massa dan Neraca Energi

A. Neraca Massa

Pada rancangan pabrik pembuatan Natrium karbonat dengan proses bikarbonasi dengan kapasitas produksi sebesar 4419,19 kg/jam atau 35.000 ton/tahun ini membutuhkan bahan baku $\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$ sebesar 25.954 ton/tahun dan H_2SO_4 sebanyak 48.970 ton/tahun dengan lamanya waktu operasi 330 hari/tahun.

B. Neraca Energi

Pada rancangan pabrik pembuatan Poliakrilamida dari akrilonitril dengan kapasitas produksi sebesar 4419,19 kg/jam atau 35.000 ton/tahun ini membutuhkan energi yang diperoleh dari *steam* sebesar 128.183,45 kg/jam, listrik sebesar 209,539 kWh, air proses sebesar 141.186,67 kg/jam dan air pendingin sebesar 130.423,62 kg/jam.





4. Evaluasi Ekonomi

Berdasarkan Analisa ekonomi yang telah diperhitungkan dalam pembuatan poliakrilamida dengan kapasitas 35.000 ton/tahun, dibutuhkan biaya produksi sebesar US\$ 89.389.403,87 dengan Total Capital Investment sebesar US\$ 15.092.743,68. Pembagian modal terdiri atas 100% modal pinjaman. Untuk keuntungan rata-rata yang didapatkan per tahun sebesar US\$ 4.175.525,99 dengan harga penjualan Natrium karbonat sebesar US\$ 0.4/kg. Rancangan pabrik pembuatan Natrium karbonat ini memiliki *Rate of Return* (ROR) sebesar 42,79% per tahun, *Pay Out Time* (POT) 2,4 tahun, dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 49,11%.

5. Kesimpulan

Rancangan pabrik pembuatan poliakrilamida dengan kapasitas 35.000.000 ton/tahun dengan proses hidrolisis membutuhkan bahan baku akrilonitril sebesar 25992676,06 kg/tahun dengan jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 156 orang. Rancangan pabrik ini memiliki laju pengembalian modal (ROR) sebesar 42,79 %, waktu pengembalian modal (POT) selama 2,4 tahun dengan titik impas (BEP) sebesar 49,11%. Pabrik akan beroperasi di Dusun krajan 2, Randumerak, Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur dengan total luas lahan seluas 3 hektar.

Daftar Pustaka

- Chemical Engineering Kinetics J M Smith, Eighth Edition. (2017). McGraw-Hill.
- Endang Sulistyawati. 2022. POLIMERISASI AKRILAMIDA DENGAN METODE MIXED SOLVENT PRECIPITATION MENGGUNAKAN INISIATOR KALIUM PERSULFAT. UPN
- Hansora. Dharmes. 2013. A Facile Route for Industrial manufacturing proses of poly(acrylamide). India. <https://www.researchgate.net/publication/310504978>
- Kirk, G.W., and Othmer, D.F. 1978. Encyclopedia of chemical Technology. Third Edition. vol 1. pp 298 – 311. 312 – 330. New York: John Wiley and Sons.
- Kusnarjo, 2010. Desain Pabrik Kimia. Matovanni,
- Maudy Pratiwi Novia. 2022. Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Pati Singkong Cangkok Poliakrilamida (CS-g-PAM) dengan Bantuan Microwave untuk Aplikasi Enhanced Oil Recovery (EOR). Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Palupi, Fanisa Indah. 2021. Penentuan laju alir optimum pada adsorpsi ion logam zn^{2+} dengan zeolit-poliakrilamida-karboksimetil selulosa

dalam sistem dinamis. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta Pemerintah Indonesia.

- Undang Undang (UU) Nomor 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas (PT). LL Sekretariat Negara : 82 HLM. Jakarta.
- Perry, Green. 1994. Perry's Chemical Engineers Handbook. 3th Edition. Mc. Grow Companies Inc : United States. Perry, Green. 2008. Perry's Chemical Engineers Handbook. 8th Edition. Mc. Grow Companies Inc : United States
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1997, Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th ed., Mc. Graw-Hill Book Company, New York.
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., and West, R.E., 2003, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th ed., Mc-Graw Hill, New York.
- Peters, Max S., and Klaus D. Timmerhaus. 1991. Plant Design and Economics For Chemical Engineers. 4th Edition. New York: McGraw-Hill Book Companies, Inc. Rifa'i, Muhammad., Fadli, Muhammad. 2013. Manajemen Organisasi. Citapustaka Media Perintis : Bandung.
- Turhan. Yakup. and Emine Bulut 2021. Synthesis and characterization of temperaturesensitive microspheres based on acrylamide grafted hydroxypropyl cellulose and chitosan for the controlled release of amoxicillin trihydrate. Internasional jurnal of biological macromolekules

