

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Nama Sekolah : SMK SMTI Yogyakarta
Mata Pelajaran : Azas Teknik Kimia
Kelas/Semester : XI/1
Materi Pokok : Neraca Massa di Menara Distilasi
Alokasi Waktu : $\pm$ 10 menit

A. Kompetensi Inti

- KI-3** Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual, konseptual, operasional dasar, dan metakognitif sesuai dengan bidang dan lingkup kerja Dasar-dasar Teknik Kimia pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional, dan internasional.
- KI-4** Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan bidang kerja Dasar-dasar Teknik Kimia. Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja. Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung. Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

B. Kompetensi Dasar

- 3.6 Menerapkan perhitungan neraca massa dalam unit proses atau operasi teknik kimia tanpa reaksi kimia.
- 4.6 Menghitung neraca massa dalam unit proses atau operasi teknik kimia tanpa reaksi kimia.

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

- 3.6.1 Mengidentifikasi arus massa yang masuk dan keluar di menara distilasi sederhana.
- 3.6.2 Menjelaskan prinsip dalam perhitungan neraca massa dalam proses distilasi sederhana.
- 4.6.1 Melaksanakan perhitungan neraca massa dalam menara distilasi sederhana.

D. Tujuan Pembelajaran

1. Setelah proses pembelajaran, siswa mampu mengidentifikasi arus massa yang masuk dan keluar di menara distilasi sederhana dengan tepat.
2. Setelah proses pembelajaran, siswa mampu menjelaskan prinsip dalam perhitungan neraca massa dalam proses distilasi sederhana dengan tepat.
3. Setelah proses pembelajaran, siswa mampu melaksanakan perhitungan neraca massa dalam menara distilasi sederhana dengan tepat.

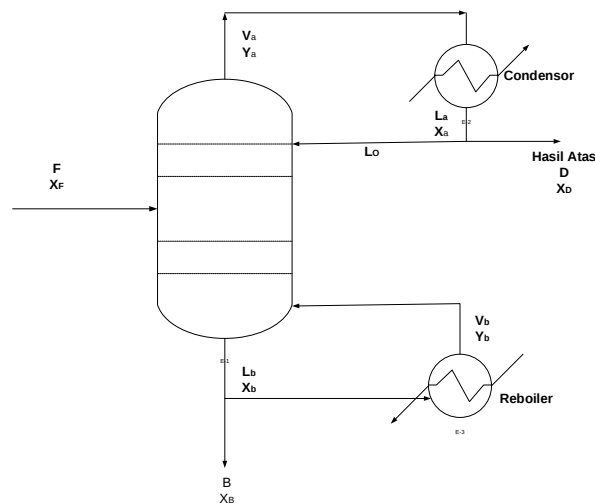
E. Materi Pembelajaran

Neraca Massa di Menara Distilasi

Distilasi adalah proses pemisahan suatu komponen dari campurannya dengan menggunakan panas sebagai tenaga pemisah berdasarkan perbedaan titik didih masing-masing komponennya (GG. Brown, 1987). Prinsip distilasi adalah terjadinya perpindahan massa dan sebagai driving forcenya adalah perbedaan konsentrasi.

Proses pemisahan terjadi di menara distilasi terjadi karena perbedaan titik didih, sehingga zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan dihasilkan sebagai produk atas karena lebih mudah menguap. Produk atas dari menara distilasi biasa disebut dengan distilat. Sedangkan zat yang mempunyai titik didih lebih tinggi akan dihasilkan sebagai produk bawah atau bottom.

Skema menara distilasi secara sederhana dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar Skema Menara Distilasi

Dalam pengoperasiannya, menara distilasi yang berlaku sebagai salah satu unit operasi teknik kimia mengikuti hukum kekekalan massa. Kekekalan massa yang terjadi di menara distilasi ini biasa dikenal sebagai salah satu chemical engineering tools yaitu neraca massa. Karena tidak terjadi reaksi di dalam menara distilasi dan keadaan operasi diasumsikan sudah steady state, maka neraca massa yang terjadi adalah sebagai berikut:

Kecepatan bahan yang masuk = Kecepatan bahan keluar

Sehingga, neraca massa yang terjadi di menara distilasi adalah:

Neraca bahan total	: $F = D + B$
Neraca komponen	: $F x_F = D x_D + B x_B$
Refluks rasio	: $R = L_o/D$

di mana :

F = Feed, kg/jam

x_F = Fraksi massa zat dalam feed

B = Hasil bawah, kg/jam

x_B = Fraksi massa zat dalam hasil bawah

D = Hasil atas, kg/jam

x_D = Fraksi massa zat dalam hasil atas

L_o = Bagian hasil yg dikembalikan (reflux)

L = Fase cair

V = Fase uap

F. Pendekatan, Model, dan Metode

1. Pendekatan : Saintifik.
2. Model : Problem based learning.
3. Metode : Tanya jawab, diskusi, dan penugasan.

G. Media/Alat, Bahan dan Sumber Belajar

1. Media dan alat belajar: power point, laptop, infocus, dan LKPD.
2. Sumber Belajar : hand out dan internet.

H. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan	Langkah-Langkah	Waktu
Pendahuluan	a. Siswa merespon salam dari guru dilanjutkan dengan berdoa bersama yang dipimpin oleh salah seorang siswa. b. Siswa merespon guru dalam memeriksa kehadiran siswa. c. Siswa mendengarkan informasi yang disampaikan guru dalam menyampaikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan yaitu melalui ceramah, tanya jawab, dan diskusi mengenai materi neraca massa di menara distilasi. d. Siswa mendengarkan guru memberikan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan kepada siswa yang berkaitan dengan neraca massa di menara distilasi. e. Siswa mendapatkan informasi dari guru mengenai kompetensi yang harus dicapai oleh siswa.	2 menit
Inti	a. Siswa mendengarkan informasi yang disampaikan oleh guru tentang materi neraca massa di menara distilasi melalui media power point. b. Siswa melihat video tentang neraca massa di menara distilasi. (<i>mengamati</i>)	7 menit

<i>Klarifikasi Permasalahan</i> <i>Brainstorming</i> <i>Pengumpulan Informasi dan Data</i> <i>Berbagi Informasi dan Berdiskusi untuk Menemukan Solusi Penyelesaian Masalah</i> <i>Presentasi Hasil Penyelesaian Masalah</i> <i>Refleksi</i>	c. Siswa dibagi ke dalam 2 kelompok, yang masing-masing kelompok terdiri dari 3 siswa untuk berdiskusi. d. Guru menugaskan siswa untuk berdiskusi dalam rangka memecahkan masalah mengenai neraca massa di menara distilasi. e. Guru membimbing siswa supaya siswa mengajukan pertanyaan melalui tayangan yang telah dilihat dan pertanyaan terkait masalah yang akan didiskusikan. (menanya) f. Siswa melakukan brainstorming di dalam kelompok masing-masing untuk membahas masalah yang harus dipecahkan. g. Siswa melakukan pengumpulan informasi/data untuk dipergunakan sebagai solusi dalam menyelesaikan masalah mengenai neraca massa di menara distilasi. (mengumpulkan informasi) h. Berdasarkan hasil pengumpulan data, siswa merumuskan langkah-langkah dalam memecahkan masalah mengenai neraca massa di menara distilasi. (mengasosiasi) i. Siswa merumuskan dan menetapkan solusi. j. Siswa menuliskan hasil penyelesaian masalah di LKPD yang tersedia. k. Siswa menyampaikan hasil diskusi kepada teman-teman sekelasnya. (mengkomunikasikan) l. Guru memberi penguatan atas jawaban yang telah disampaikan oleh siswa. m. Guru dan siswa melakukan merefleksi atas kontribusi setiap orang dalam proses pembelajaran.	
Penutup	a. Siswa dan guru menyimpulkan materi yang telah dipelajari hari itu (apakah sesuai dengan tujuan pembelajaran). b. Siswa mengungkapkan perasaan dan pendapatnya akan pembelajaran hari ini. c. Menyampaikan informasi pembelajaran untuk pertemuan yang akan datang.	1 menit

I. Penilaian Pembelajaran

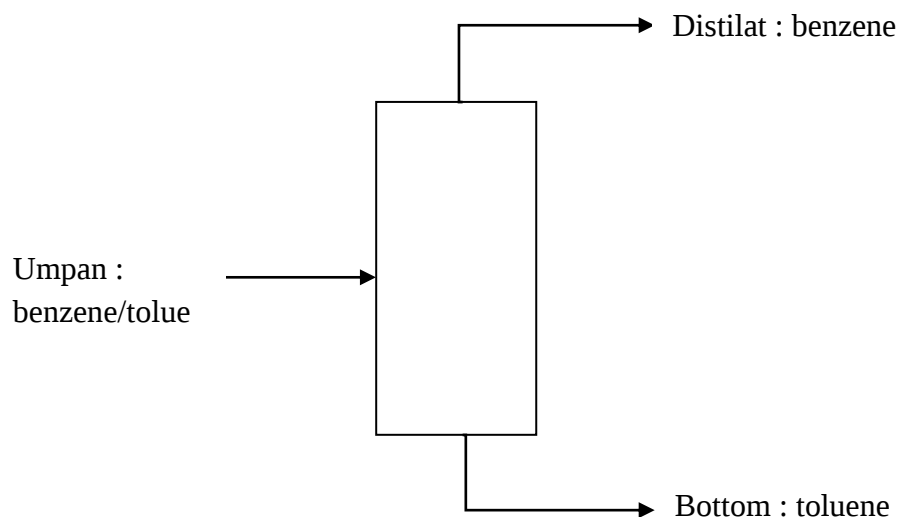
Teknik penilaian : Tes tulis
 Bentuk instrument : Tes uraian

Instrumen:

1. Suatu campuran benzene-toluene akan dipisahkan di menara distilasi. Benzene memiliki titik didih sekitar 80 °C dan toluene memiliki titik didih sekitar 110 °C. Gambarkan skema menara distilasi lengkap dengan aliran massa yang masuk dan keluar! Identifikasikan zat mana yang akan dihasilkan di produk atas dan zat mana yang dihasilkan di produk bawah disertai alasannya!
2. Proses pemisahan di menara distilasi terjadi karena adanya perpindahan massa. Zat yang mudah menguap akan berpindah dari fase cair menuju ke fase uap. Karena prinsipnya adalah perpindahan massa, maka neraca massa akan terjadi di dalam menara distilasi. Menara distilasi adalah salah satu unit operasi teknik kimia yang tidak melibatkan reaksi di dalamnya. Jika kondisi sudah dianggap steady state, bagaimana prinsip perhitungan neraca massa yang terjadi?
3. Seratus kilogram per jam campuran yang terdiri dari 30% (massa) benzene dan 70% (massa) toluene didistilasi secara kontinu sehingga kandungan benzene di produk atas 80% (massa) dan produk bawah 5% (massa).
Hitunglah laju alir produk atas dan bawah!

Kunci Jawaban

1. Gambar skema menara distilasi:



Zat yang dihasilkan di produk atas di produk atas adalah benzene, sedangkan zat yang dihasilkan di produk bawah adalah toluene karena benzene mempunyai titik didih lebih rendah daripada toluene.

2. Karena tidak terjadi reaksi di dalam menara distilasi dan keadaan operasi diasumsikan sudah steady state, maka neraca massa yang terjadi adalah sebagai berikut:

Kecepatan bahan yang masuk = Kecepatan bahan keluar

Sehingga, neraca massa yang terjadi di menara distilasi adalah:

Neraca bahan total : $F = D + B$
Neraca komponen : $F x_F = D x_D + B x_B$

3. Diketahui:

$$F = 100 \text{ kg/jam}$$

$$x_F = 30\%$$

$$x_D = 80\%$$

$$x_B = 5\%$$

Ditanya:

$$D = ?$$

$$B = ?$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Neraca bahan total} & : F = D + B \\ 100 \text{ kg/jam} & = D + B \\ D & = 100 \text{ kg/jam} - B\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Neraca komponen} & : F x_F = D x_D + B x_B \\ 100 \text{ kg/jam} \cdot 30\% & = D \cdot 80\% + B \cdot 5\% \\ 30 \text{ kg/jam} & = (100 \text{ kg/jam} - B) \cdot 0,8 + 0,05B \\ 30 \text{ kg/jam} & = 80 \text{ kg/jam} - 0,8B + 0,05B \\ 0,75B & = 50 \text{ kg/jam} \\ B & = \frac{50 \text{ kg/jam}}{0,75} = 66,67 \text{ kg/jam} \\ D & = 100 \text{ kg/jam} - B \\ & = 100 \text{ kg/jam} - 66,67 \text{ kg/jam} \\ & = 33,33 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Pedoman Penskoran :

No Soal	Skor Maksimal
1	5
2	5
3	10
Total Skor Maksimal	20

Pedoman penilaian :

Rubrik soal no. 1 – 2 :

No.	Aspek Penilaian	Skor
1.	Menjawab secara lengkap dan benar	5
2.	Menjawab secara kurang lengkap	3
3.	Jawaban tidak benar	1
4.	Tidak menjawab	0

Rubrik soal no. 3 :

No.	Aspek Penilaian	Skor
1.	Menjawab secara lengkap dan benar	10
2.	Menjawab secara kurang lengkap	5
3.	Jawaban tidak benar	2
4.	Tidak menjawab	0

Cara Penilaian:

$$\text{Nilai Tes} = \frac{\text{skor perolehan}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Yogyakarta, 6 Januari 2022
Guru Mata Pelajaran,

Kurniawan Adi Kuncoro, S.T., M.Sc.
NIP. 19850729 200911 1 002

Lampiran 1: Lembar Kerja Peserta Didik

Neraca Massa di Menara Distilasi

Kelompok :
Nama Anggota : 1.
2.
3.
Hari/Tanggal :

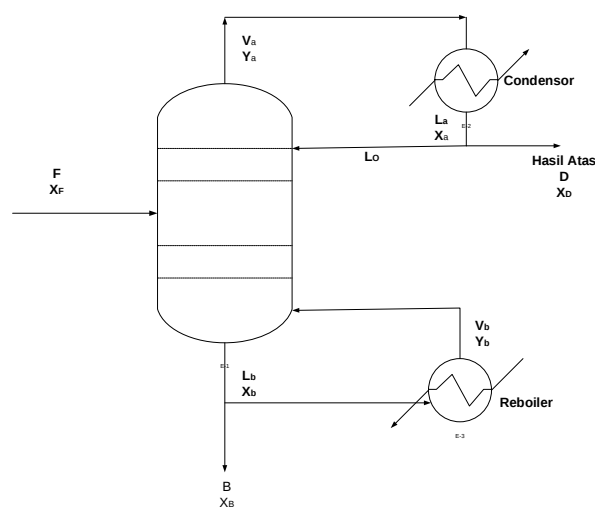
1. Tujuan

- Setelah proses pembelajaran, siswa mampu mengidentifikasi arus massa yang masuk dan keluar di menara distilasi sederhana dengan tepat.
- Setelah proses pembelajaran, siswa mampu memahami prinsip dalam perhitungan neraca massa dalam proses distilasi sederhana dengan tepat.
- Setelah proses pembelajaran, siswa mampu melaksanakan perhitungan neraca massa dalam menara distilasi sederhana dengan tepat.

2. Dasar Teori

Proses pemisahan terjadi di menara distilasi terjadi karena perbedaan titik didih, sehingga zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan dihasilkan sebagai produk atas karena lebih mudah menguap. Produk atas dari menara distilasi biasa disebut dengan distilat. Sedangkan zat yang mempunyai titik didih lebih tinggi akan dihasilkan sebagai produk bawah atau bottom.

Skema menara distilasi secara sederhana dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar Skema Menara Distilasi

Neraca bahan total : $F = D + B$
Neraca komponen : $F x_F = D x_D + B x_B$
Refluks rasio : $R = L_o/D$

di mana :

F = Feed, kg/jam
 x_F = Fraksi massa zat dalam feed
 B = Hasil bawah, kg/jam
 x_B = Fraksi massa zat dalam hasil bawah
 D = Hasil atas, kg/jam
 x_D = Fraksi massa zat dalam hasil atas
 L_o = Bagian hasil yg dikembalikan (reflux)
 L = Fase cair
 V = Fase uap

Petunjuk :

Diskusikan masalah-masalah berikut di dalam kelompok masing-masing! Tulis hasil penyelesaian masalah di lembar kerja yang tersedia dan presentasikan hasil pemecahan masalah di depan kelas!

Masalah:

Seratus kilogram per jam campuran yang terdiri dari 30% (massa) benzene dan 70% (massa) toluene didistilasi secara kontinyu sehingga kandungan benzene di produk atas 80% (massa) dan produk bawah 5% (massa).
Hitunglah laju alir produk atas dan bawah!

Hasil Penyelesaian Masalah:

Masalah:

Campuran biner benzena-toluena dengan kadar 40% massa benzena akan dipisahkan dengan distilasi kontinyu untuk memperoleh hasil atas (distilat) berkadar 96% benzena dan hasil bawah (bottom) berkadar 92% toluena. Jika massa umpan 100 kg/jam, berapakah laju alir produk atas dan bawahnya?

Hasil Penyelesaian Masalah:

Lampiran 2: Instrumen Penilaian

LAMPIRAN ASPEK PENILAIAN SIKAP

Bubuhkan tanda √ pada kolom-kolom sesuai hasil pengamatan.

No.	Nama Siswa	Sikap								
		Aktif			Bekerjasama			Toleran		
		KB	B	SB	KB	B	SB	KB	B	SB
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										

Keterangan:

KB = Kurang Baik

B = Baik

SB = Sangat Baik

Rubrik Penilaian

No.	Aspek yang dinilai	Penskoran
1.	Keaktifan - Kurang baik jika menunjukkan sama sekali tidak ambil bagian dalam pembelajaran. - Baik jika menunjukkan sudah ada usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum konsisten. - Sangat baik jika menunjukkan sudah ambil bagian dalam menyelesaikan tugas kelompok secara terus menerus dan konsisten.	KB = 60 B = 70 SB = 80
2.	Bekerjasama dalam kegiatan kelompok - Kurang baik jika sama sekali tidak berusaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok. - Baik jika menunjukkan sudah ada usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum konsisten. - Sangat baik jika menunjukkan adanya usaha bekerjasama dalam kegiatan kelompok secara terus menerus dan konsisten.	
3.	Toleran - Kurang baik jika sama sekali tidak bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif. - Baik jika menunjukkan sudah ada usaha bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masih belum konsisten. - Sangat baik jika menunjukkan adanya usaha bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif secara terus menerus dan konsisten..	

Cara Penilaian:

$$\text{Nilai Sikap} = \frac{\text{Skor keaktifan} + \text{skor kerja sama} + \text{skor toleran}}{3}$$