



Kampus
Merdeka
INDONESIA JAYA

MATERI PERTEMUAN 2

MATA KULIAH: AZAS TEKNIK KIMIA 1

REAKSI KIMIA DAN STOIKIOMETRI

REAKSI TUNGGAL

Prof. Ir. HERLIATI, M.T, Ph.D



Apa yang akan dipelajari hari ini?

- ❖ Stoikiometri
- ❖ *Limiting* Reaktan (Reaktan Pembatas)
- ❖ *Excess* Reaktan (Reaktan Berlebih)
- ❖ Konversi Reaksi
- ❖ Partisipatif : G-Form

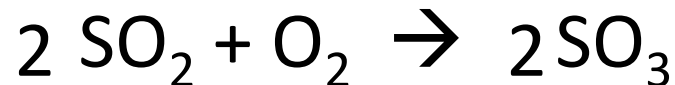
Stoikiometri

- ✓ Adalah teori yang membahas tentang senyawa-senyawa yang bereaksi secara proporsional yang dituangkan dalam persamaan reaksi kimia.

Contoh :

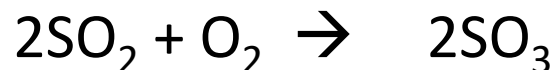
Sulfurdioksida dan Oksigen bereaksi menghasilkan Sulfurtrioksida

Persamaan reaksi stoikiometri dari contoh di atas adalah:



Limiting dan Excess Reactan

- ✓ Jika bahan kimia (reaktan-reaktan) diumpankan ke reaktor pada rasio stoikiometri , maka jumlah mol masing-masing senyawa yang menjadi umpan reactor sesuai dengan koefisien persamaan stoikiometri.
- ✓ Jika ada 2 reaktan yang diumpankan, maka senyawa yang akan habis pertama kali pada akhir reaksi sempurna disebut dengan **limiting reactant**
- ✓ Reaktan selain limiting reaktan disebut **excess reactants.**



Formula untuk Fraksi dan Persen excess

$$\text{Fraksi Excess} = \frac{n - n_s}{n_s}$$

$$\text{Persen Excess} = \frac{n - n_s}{n_s} \times 100$$

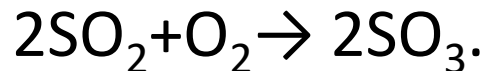
dimana

n = jumlah mol umpan (aktual)

n_s = jumlah mol stoikiometri (mol teoritis).

Contoh soal : menentukan limiting dan excess reaktan

100 mol SO₂ and 100 mol O₂ diumpangkan ke sebuah reaktor dan bereaksi sbb:



Tentukan apa yang menjadi:

- ✓ limiting reactant dan
- ✓ excess reactant

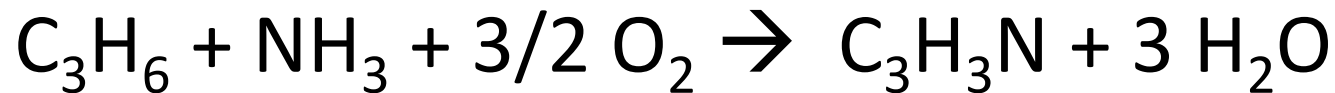
- rasio aktual SO₂ / O₂
umpan = 100/100 = 1
- Rasio stoichiometric
SO₂/O₂ = 2/1=2

Artinya:

- ✓ SO₂ umpan kurang dari stoikiometri → SO₂ sebagai *limiting* reactant.
- ✓ O₂ sebagai *excess reactant*.

Latihan Soal

Acrylonitrile dihasilkan dengan mereaksikan propylene, ammonia, dan oxygen.



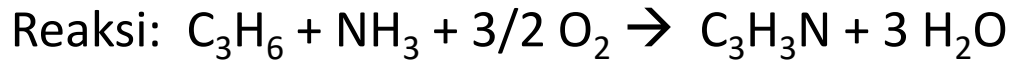
Umpan reaktor mengandung 10 % mol propylene, 12% ammonia, dan 78% udara.

Untuk basis 100 mol umpan reaktor Tentukan:

- ✓ Senyawa apa yang bertindak sebagai limiting reactan

Penyelesaian Menentukan Limiting Reaktan

Mol Umpan: $\text{C}_3\text{H}_6 = 10 \text{ mol}$; $\text{NH}_3 = 12 \text{ mol}$; $\text{O}_2 = 16,4 \text{ mol}$



$$(\text{NH}_3/\text{C}_3\text{H}_6)_{\text{input}} = 12/10 = 1,2$$

$$(\text{NH}_3/\text{C}_3\text{H}_6)_{\text{stoik}} = 1/1 = 1$$

excess

$$(\text{O}_2/\text{C}_3\text{H}_6)_{\text{input}} = 16,4/10 = 1,64$$

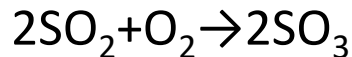
$$(\text{O}_2/\text{C}_3\text{H}_6)_{\text{stoik}} = 1,5/1 = 1,5$$

excess

Karena Propylene umpan lebih Kecil dibandingkan dengan stoikiometri dibandingkan dua reaktan lainnya, Maka propylene adalah **limiting reactant**.

Contoh soal:

100 mol SO_2 dan 100 mol O_2 diumpankan ke reaktor. Jika limiting reaktan adalah SO_2 dan habis bereaksi berdasarkan reaksi berikut:



Tentukan:

- Senyawa apa saja yang terdapat pada output reaktor
- Mol masing-masing senyawa yang terdapat pada output reaktor

a. O_2 , SO_3 ,

b. Output reaktor

SO_2 : tidak ditemukan pada output reaktor karena sebagai limiting reaktan dan habis bereaksi.



O_2 :

O_2 umpan = 100 mol

Mol O_2 bereaksi = $\frac{1}{2} \times \text{mol SO}_2 \text{ brx}$

O_2 bereaksi = $\frac{1}{2} \times 100 = 50 \text{ mol}$

O_2 pada output reactor = $100 - 50 = 50 \text{ mol}$

SO_3 :

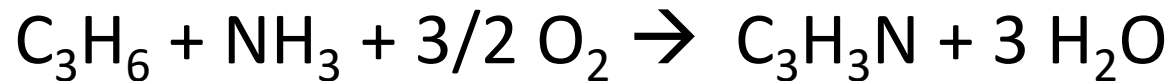
SO_3 = produk hasil reaksi

Mol SO_3 hasil = mol $\text{SO}_2 \text{ brx}$

SO_3 hasil = 100 mol

Latihan Soal

Acrylonitrile dihasilkan dengan mereaksikan propylene, ammonia, dan oxygen.



Umpan reaktor mengandung 10 % mol propylene, 12% ammonia, dan 78% udara. Untuk basis 10 mol umpan reaktor jika Propylene bertindak sebagai limiting reactan dan habis bereaksi, Tentukan:

Mol Propylene = ; Amoniak = ; Oksigen = ; Akrilonitril =
dan H_2O = .

yang terdapat pada output reaktor

Penyelesaian

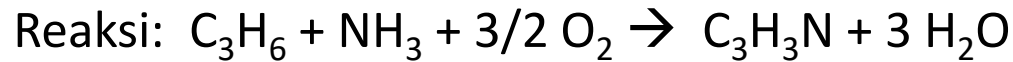
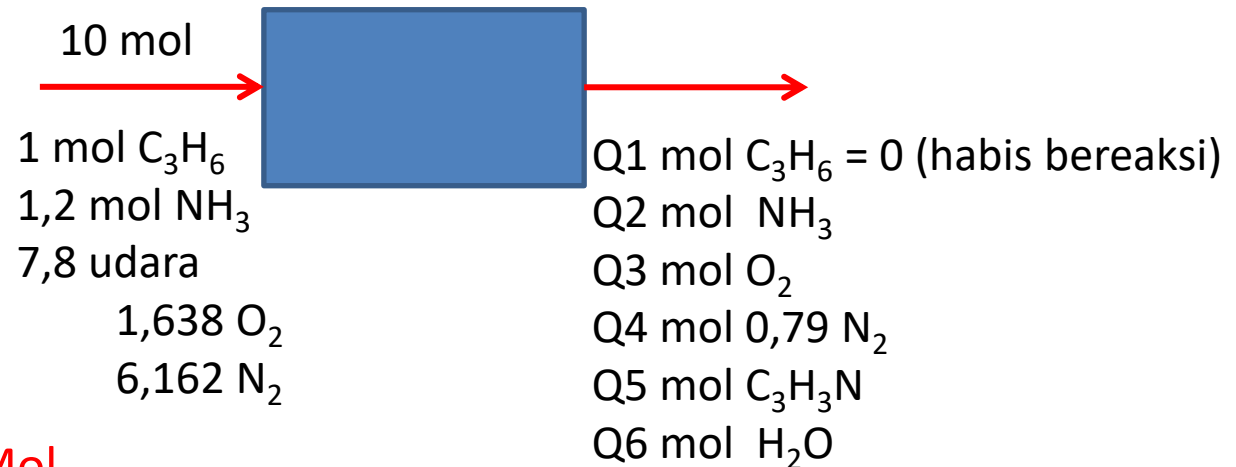


Diagram Proses



Menentukan Mol
Umpan masing-masing

$$\text{C}_3\text{H}_6 = 0,1 \times 10 = 10\text{mol}$$

$$\text{NH}_3 = 0,12 \times 10 = 1,2 \text{ mol}$$

$$\text{O}_2 = 0,21 \times 0,78 \times 10 = 1,638 \text{ mol}$$

$$\text{N}_2 = 0,79 \times 0,78 \times 10 = 6,162 \text{ mol}$$

Menentukan Mol Output reaktor

$C_3H_6 = 0$ (karena sebagai limiting reaktan dan habis bereaksi)

NH_3 :

NH_3 umpan = 1,2 mol;

mol NH_3 bereaksi = mol C_3H_6 bereaksi = 1 mol

NH_3 pada output reaktor = NH_3 umpan - NH_3 bereaksi = $1,2 - 1 = 0,2$ mol

O_2 :

$O_2 = 0,21 \times 0,78 \times 10 = 1,638$ mol

$N_2 = 0,79 \times 0,78 \times 10 = 6,162$ mol

O_2 :

O_2 umpan = 1,638 mol;

mol O_2 bereaksi = $1,5 \times$ mol C_3H_6 bereaksi = 1,5 mol

O_2 pada output reaktor = O_2 umpan - O_2 bereaksi = $1,638 - 1,5 = 0,138$ mol

Mol N_2 pada output reaktor = mol umpan $N_2 = 6,162$ mol karena inert

C_3H_3N :

C_3H_3N hasil reaksi = mol C_3H_6 bereaksi = 1 mol;

H_2O :

H_2O hasil reaksi = $3 \times$ mol C_3H_6 bereaksi = 3 mol;

Penyelesaian

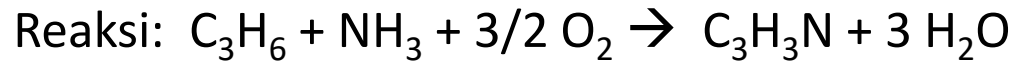
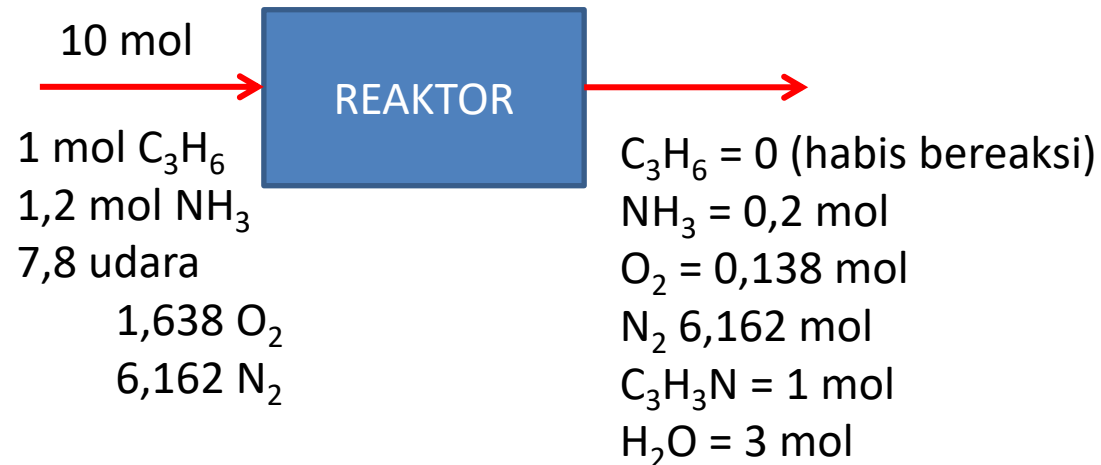


Diagram Proses



Total massa input:

$$= 1 \times 42 + 1,2 \times 17 + 1,638 \times 32 + 6,162 \times 28$$
$$= 287,352$$

Total massa output:

$$= 0,2 \times 17 + 0,138 \times 32 + 6,162 \times 28$$
$$+ 1 \times 53 + 3 \times 18$$
$$= 287,352$$

KONVERSI REAKSI

Adalah perbandingan antara mol reaktan pembatas (limiting reaktan) bereaksi/mol reaktan pembatas umpan

Dapat dinyatakan dalam:

- Fraksi Konversi Reaksi
- Persen Konversi Reaksi

Fraksi/Persen Konversi

Umumnya, reaksi-reaksi kimia tidak berlangsung sempurna melainkan ada reaktan yang tidak bereaksi.

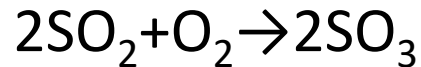
Fraksi dan Persen Konversi dinyatakan sbb:

$$\text{Fraksi Konversi (FK)} = \frac{\text{mol LR bereaksi}}{\text{mol LR umpan}}$$

$$\text{Persen Konversi} = \frac{\text{mol LR bereaksi}}{\text{mol LR umpan}} \times 100$$

Contoh soal:

200 mol SO₂ dan 100 mol O₂ diumpankan ke reaktor. Hanya 100 mol SO₂ bereaksi berdasarkan reaksi



Tentukan:

- ✓ fraksi konversi (F)
- ✓ Persen konversi

$$FK = \frac{\text{mol SO}_2 \text{ bereaksi}}{\text{mol SO}_2 \text{ umpan}}$$

$$FK = \frac{100}{200} = 0,5$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Konversi} &= FK \times 100\% \\ &= 0,5 \times 100\% = 50 \% \end{aligned}$$

Extent of Reaction

- ✓ Reaksi dikatakan tidak sempurna jika tidak semua reaktan habis bereaksi. Reaktan sisa dan produk yang dihasilkan pada akhir reaksi dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$n_i = n_{i0} + \beta_i \xi$$

Dimana:

ξ = extent of reaction

i = Komponen i yang terlibat dalam reaksi (baik reaktan maupun produk)

n_i = mol reaktan sisa atau mol produk hasil

n_{i0} = mol senyawa mula-mula

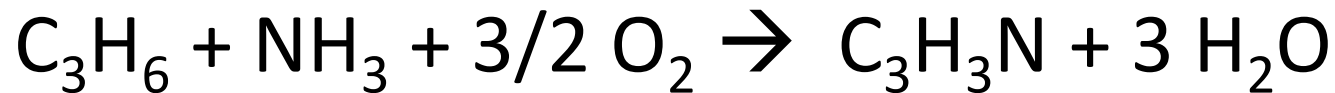
β_i = $+v_i$, untuk koefisien stoikiometri produk

= $-v_i$, untuk koefisien stoikiometri reaktan

= 0, jika senyawa bersifat inert

Contoh Soal

Acrylonitrile dihasilkan dengan mereaksikan propylene, ammonia, dan oxygen sbb:



Umpan reaktor mengandung 10 % mol propylene, 12% ammonia, dan 78% udara. Fraksi konversi 30% dari propilen. Tentukan:

- ✓ Molar flow rates semua produk untuk 30% konversi terhadap limiting reaktan. **Gunakan basis 100 mol umpan reaktor**

Penyelesaian

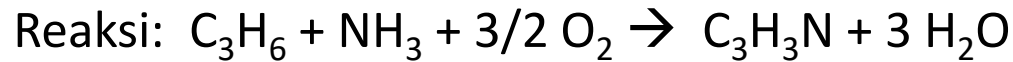
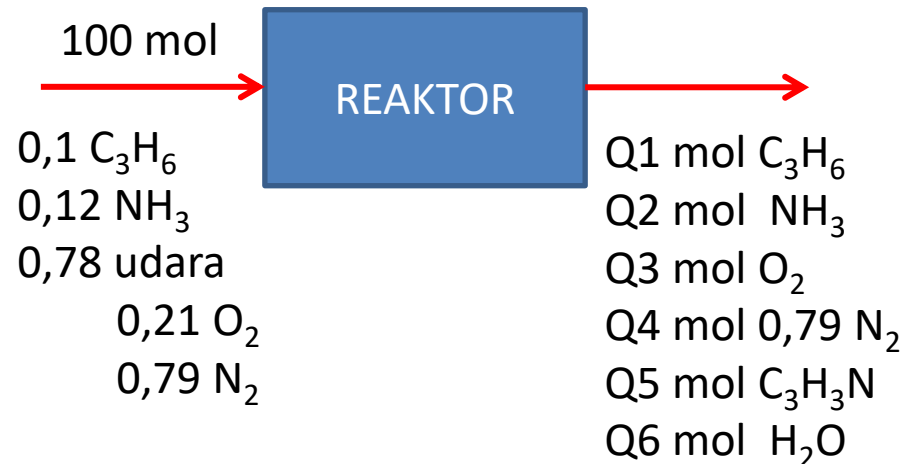


Diagram Proses



Menentukan Mol Umpan masing-masing

$$\text{C}_3\text{H}_6 = 0,1 \times 100 = 10 \text{ mol}$$

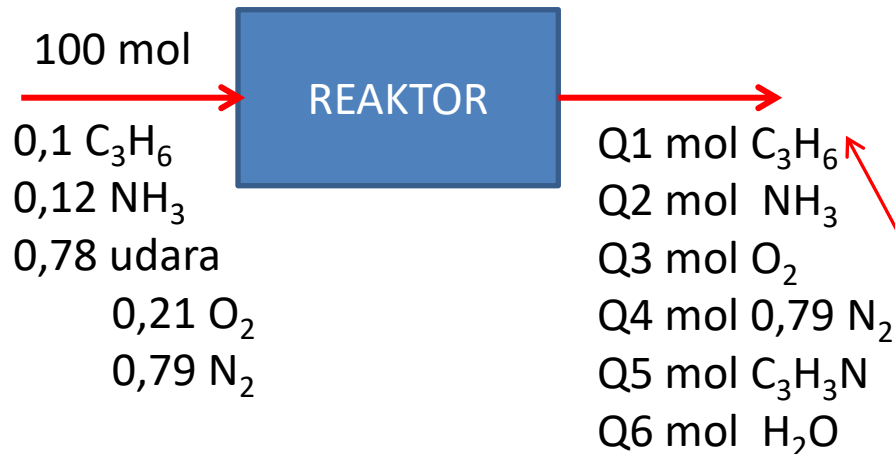
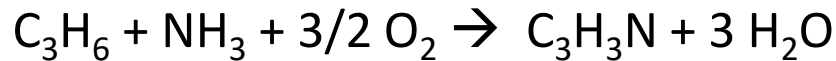
$$\text{NH}_3 = 0,12 \times 100 = 12 \text{ mol}$$

$$\text{O}_2 = 0,21 \times 0,78 \times 100 = 16,4 \text{ mol}$$

$$\text{N}_2 = 0,79 \times 0,78 \times 100 = 61,6 \text{ mol}$$

Penyelesaian

Diagram Proses



Menentukan Flow Rate Produk
jika Konv 30 % thd Propylene

propylene sisa = mula-mula - bereaksi
 $= 10 - 0,3 \times 10$
 $= 7 \text{ mol} = \text{Q1}$

$$n \text{ C}_3\text{H}_6 = \text{Q1} = 10 - \xi \quad (1)$$

$$n \text{ NH}_3 = \text{Q2} = 12 - \xi \quad (2)$$

$$n \text{ O}_2 = \text{Q3} = 16,4 - 1,5\xi \quad (3)$$

$$n \text{ N}_2 = \text{Q4} = 61,6 \text{ mol}$$

$$n \text{ C}_3\text{H}_3\text{N} = \text{Q5} = \xi \quad (4)$$

$$n \text{ H}_2\text{O} = \text{Q6} = 3\xi \quad (5)$$

Subtitusikan Q1 ke pers (1)

$$7 = 10 - \xi$$

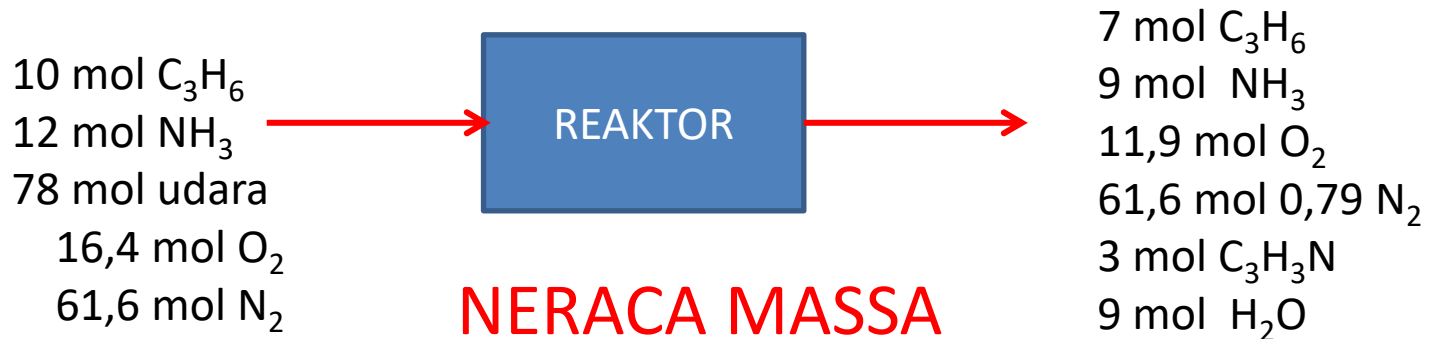
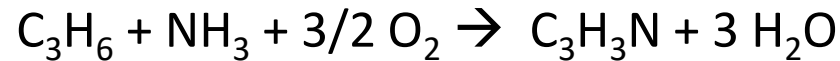
maka $\xi = 3$

Masukkan nilai ξ ke persamaan
2 sampai 5 sehingga

$$\text{Q1} = 7; \text{Q2} = 9; \text{Q3} = 11,9; \\ \text{Q5} = 3; \text{Q6} = 9$$

Penyelesaian

Diagram Proses

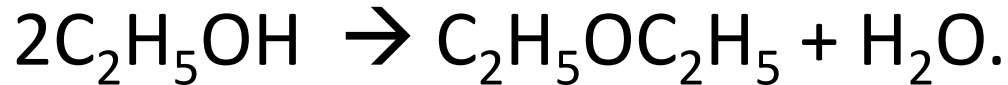


Senyawa	BM	Input		Output	
		mol	gram	mol	gram
C ₃ H ₆	42	10	420	7	294
NH ₃	17	12	204	9	153
O ₂	32	16,4	524,8	11,9	380,8
N ₂	28	61,6	1724,8	61,6	1.724,8
C ₃ H ₃ N	53	-	-	3	159
H ₂ O	18	-	-	9	162
TOTAL		100	2.873,6	101,5	2.873,6

SOAL LATIHAN

SOAL 2

- Dietil eter dihasilkan dengan dehidrasi etil alkohol di dalam asam sulfat. Reaksi yang terjadi sbb:



- Jika konversi alkohol 87%, dengan basis 100 mol umpan per jam, tentukan:
 - a. Senyawa apa saja yang terdapat pada output reaktor
 - b. Mol masing-masing senyawa output reaktor
 - c. Buat tabel neraca massa

Soal : Pembakaran Metana

Metana dibakar dengan **oksigen** menghasilkan karbondioksida dan air. Umpan terdiri dari 20 mole% CH_4 , 60% oksigen, dan 20% CO_2 . Konversi terhadap limiting reaktan adalah 90%. Tentukan:

- Komposisi molar aliran produk dengan basis perhitungan 100 mol campuran umpan.
- Extent of reaction (ξ).
- Tabel neraca massa