

MODEL DIAGRAM JANECKE KESETIMBANGAN FASA PADAT-CAIR PROSES TIPE SOLVAY UNTUK PEMBUATAN Na_2CO_3 DAN KCl DARI ABU SABUT KELAPA

Wahyuningsih

Jurusan Teknik Kimia PSD II Teknik, UNDIP Semarang
Jl. Prof Sudarto SH, Pedalangan Tembalang, Semarang 50239

Abstract

Sodium carbonate and Kalium Chloride are two major Chemical compound in industry such is glass, pulp, soap and paper industry. Sodium carbonate and kalium chloride can be produces simultaneously from coconut shell fiber as by solvay type process. The ash coconut shell fiber contain larger portion of Kalium carbonate (35-45%-b Dikalium oxide). The material used in the research were kalium carbonate , kalium bicarbonate, sodium chloride, carbon dioxide , kalium chloride, sodium carbonate , sodium bicarbonate, and water. The research parameter were the solubility of the salts kalium carbonate, sodium chloride, sodium carbonate , kalium chloride, sodium bicarbonate and kalium bicarbonate. For the solid liquid phase equilibrium data. The observation for $\text{K}^+ - \text{Na}^+ - \text{Cl}^- - \text{CO}_3^{2-} - \text{H}_2\text{O}$ system was conducted 30 – 40 C and for $\text{K}^+ - \text{Na}^+ - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ system the observation was conducted at 55 – 65 C. They also help to identify the separation boundaries , the condition of operation ,the list of solids that are most likely to precipitate and many more. Information from the generated SLE-phase diagrams, such as phase boundary data and saturation point data, may be used to solve graphically the mass balance equations is related to the operational pathson the phase diagrams, the temperature dependent phase boundaries and the solubility index, it is possible to simultaneously design ,analyze and simulate both continuous flow sheets with crystallization operation and sequences of batch operations. The simultaneous graphical not only provides a visualization of the process operation, but also, provides very goods initial estimates for future simulations with rigorous model. Jancke diagram from $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ system at 50 C has the crystallization field ,while the widest crystallizations field for the $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{CO}_3^{2-} - \text{H}_2\text{O}$ system was obtained from process at 40 °C

Keyword : Janecke diagram; proses solvey

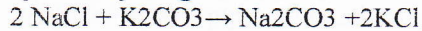
PENDAHULUAN

Natrium karbonat dan kalium klorida merupakan produk-produk komoditas sejati anorganik yang memiliki penggunaan luas di dalam industri. Natrium karbonat atau soda abu adalah bahan yang penting bagi industri-industri gelas,sabun,deterjen,kertas dan tekstil. Kalium klorida digunakan sebagai pupuk , zat antara untuk pembuatan senyawa kalium yang lain, larutan penyangga,elektrolit,aditif,makanan , dalam industri-industri farmasi,logam, dan lain-lain'

Kalium klorida yang diproduksi dan diperdagangkan di dunia dewasa ini kebanyakan diperoleh dari sumber-sumber mineral. Karena di dalam negeri sampai sekarang belum didapatkan sumber mineral yang banyak mengandung kalium yang bisa diekstraksi. Indonesia kini masih mengimpor kalium klorida ,terutama untuk digunakan sebagai pupuk. Natrium karbonat dapat diperoleh dari alam maupun melalui proses kimia. Natrium karbonat alam dapat diproduksi dari danau-danau yang mengandung garam, sedangkan natrium

karbonat sintetis dibuat di dalam industri kimia dengan menggunakan proses klasik yang terkenal dengan nama proses Solvay. Untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri, Indonesia sampai sekarang masih mengimpor natrium karbonat.

Sebuah gagasan untuk membuat natrium karbonat dan kalium klorida secara serempak dari garam dapur (NaCl) dan Kalim karbonat dengan menerapkan proses tipe Solvay dengan reaksi keseluruhan:



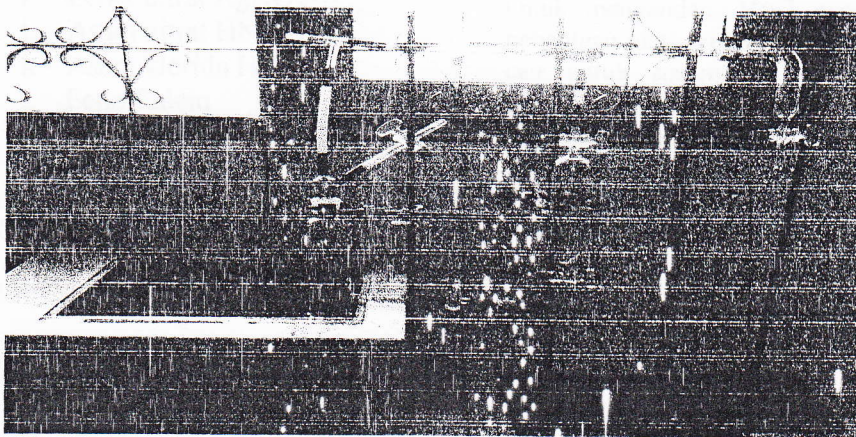
Kalium karbonat dapat diproduksi melalui ekstraksi dan pemurnian dari abu sabut kelapa, karena abu ini banyak mengandung K_2CO_3 (35-45%-b K_2O) terutama dalam bentuk karbonat. Sabut kelapa merupakan hasil samping berlimpah dari perkebunan-perkebunan kelapa di dalam negeri, yang luas lahan dan angka produksinya belakangan ini terus menerus meningkat. Skema proses yang diusulkan dan diulas diatas tampaknya cukup menjanjikan sta merupakan salah satu rute potensial untuk memproduksi kalium klorida dan natrium karbonat di dalam negeri. Oleh karenanya, proses yang diusulkan tersebut perlu dikembangkan lebih lanjut melalui pengumpulan data eksperimental kesetimbangan sistem padat-cair.

METODOLOGI PENELITIAN

Peralatan

Peralatan untuk pengukuran kesetimbangan fasa sistem $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ harus memungkinkan pencapaian kesetimbangan di bawah atmosfer CO_2 yang tekanannya dapat dijaga konstan selama masa pencapaian kesetimbangan. Peralatan juga harus memungkinkan pengontakan campuran yang dikontakkan dan pemipetan sejumlah volume tertentu larutan bebas-endapan setelah terjadi kesetimbangan. Susunan peralatan yang mampu memenuhi keperluan ini disajikan dalam Gambar 3. Peralatan yang sama dapat pula dipergunakan untuk pengukuran kesetimbangan fasa $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{CO}_3^{2-} - \text{H}_2\text{O}$ dengan menggunakan udara sebagai gas pengisi ruang-ruang uap di atas larutan (tidak memerlukan pengisian ruang-ruang uap tersebut dengan CO_2).

Bejana pencapaian kesetimbangan adalah sebuah tabung gelas silindrik (A) berdinding tebal dan bervolume kira-kira 500 cm^3 dengan diameter $\pm 55 \text{ mm}$ dan panjang $\pm 200 \text{ mm}$. Pada bagian bawahnya, 45 mm dari dasar, terpasang pipa gelas (B) dengan bukaan. Bagian atas tabung dilengkapi sumbat gelas terasah (C) yang memiliki dua saluran umpan dari gelas. Bagian ini dikencangkan oleh tarikan gelang-gelang karet kuat yang membebat telaga-telaga pengaitnya di sumbat dan telinga-telinga pengait di leher tabung.



Gambar 3. Peralatan pengukuran kesetimbangan padat-cair sistem $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$.

Pipa samping (B) tersambung menggunakan keran slang (D) dengan pipet berkeran ganda (E) yang bagian pipa membengkok sikunya diisi kapas untuk menyaring larutan (F). Bagian atas pipet dan bagian atas tabung satu sama lain tersambungkan oleh pipa/selang gelas (G) serta keran slang (K) dan juga tersambung dengan pipa pemasok karbon dioksida (H). Selain itu, pada bagian atas pipet terpasang pipa gelas panjang (I) yang memungkinkan tekanan dalam pipet diturunkan pelan-pelahan, setelah keterhubungan pipet dengan tabung diputus melalui penutupan keran slang (K). Penurunan tekanan ini dilakukan dengan mengatur keran slang (L). Gambar 3. juga memperlihatkan bahwa saluran umpan kedua pada sumbat tabung dilengkapi dengan pipa gelas dan keran slang (M).

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam keseluruhan percobaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Kalium karbonat K_2CO_3
- b. Natrium klorida NaCl
- c. Karbondioksida CO_2
- d. Air H_2O
- e. Kalium bikarbonat $KHCO_3$
- f. Kalium klorida KCl
- g. Natrium bikarbonat $NaHCO_3$
- h. Natrium karbonat Na_2CO_3
- i. Perak nitrat $AgNO_3$
- j. Asam nitrat HNO_3
- k. Asam klorida HCl
- l. Fenolftalein
- m. Metil jingga

Analisis yang dilakukan

Tujuan pengukuran dan analisa adalah untuk menentukan berat (kuantitas) bahan baku dan produk padatan dan menentukan

kadar senyawa-senyawa tertentu dalam padatan produk dan larutan. Pengukuran dan analisa yang dilakukan dalam penelitian meliputi :

- a. Penentuan berat masing-masing bahan baku dan padatan produk.
- b. Penentuan kadar H_2O secara gravimetri.
- c. Penentuan kadar Na^+ menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry).
- d. Penentuan kadar K^+ menggunakan AAS.
- e. Penentuan kadar Cl^- dengan titrasi Argentometri.
- f. Penentuan kadar HCO_3^- dengan titrasi menggunakan HCl (indikator metil jingga).
- g. Penentuan kadar CO_3^{2-} dengan titrasi menggunakan HCl (indikator fenolftalein).

Kesetimbangan padat-cair dan kimia larutan memiliki peran penting dalam design, sintesis, analisis proses separasi yang berdasarkan prinsipnya pada pemisahan dengan cara kristalisasi. Diagram kesetimbangan fase padat-cair dapat digunakan untuk mengidentifikasi jalur operasi Teknik Kimia yang tepat guna mendapatkan produk yang diinginkan dari suatu campuran. Diagram kesetimbangan fase padat-cair juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi *boundary separation*, kondisi operasi (temperature) dan data dari senyawa yang memiliki kecenderungan untuk mengendap. Hasil percobaan pada penentuan data kesetimbangan fasa padat cair untuk sistem $Na^+-K^+-Cl^--CO_3^{2-}-H_2O$ dan sistem $Na^+-K^+-Cl^--HCO_3^- -H_2O$ disajikan dalam tabel 5-10. Titik-titik penjumlahan bersama sistem dua garam maupun tiga garam (x dan y) merupakan fraksi mol dari masing-masing anion dan kation.

Tabel 5. Data kesetimbangan sistem $Na^+-K^+-Cl-CO_3^{2-}-H_2O$ pada suhu 30^0 (mol/1000 mol H_2O)

Titik	Jenuh dgn (padatan endapan)	Na_2CO_3	Na_2Cl_2	K_2Cl_2	K_2CO_3	x	y
A	Na_2CO_3	84.1	-	-	-		
B	NaCl	-	55.8	-	-		
C	KCl	-	-	44.7	-		
D	K_2CO_3	-	-	-	206.7		
E	$Na_2CO_3 + NaCl$	67.86	38.41	-	-	0	0.63
F	$Na_2CO_3 + KCl$	90.36	-	26.83	-	0.22	0.77
G	NaCl + KCl	-	34.76	08.76	-	0.20	0
H	NaCl + K_2CO_3	-	41.28	-	75.49	0.78	0.64
I	$Na_2CO_3 + NaCl + K_2CO_3$	65.99	19.42	-	142.51	0.65	0.91
J	$Na_2CO_3 + K_2CO_3 + KCl$	17.08	-	4.98	54.77	0.77	0.93
L	KCl + K_2CO_3	-	-	03.16	54.22	0	0.94

Tabel 6. Data kesetimbangan sistem $Na^+-K^+-Cl-CO_3^{2-}-H_2O$ pada suhu 35^0 C (mol/1000 mol H_2O)

Titik	Jenuh dgn (padatan endapan)	Na_2CO_3	Na_2Cl_2	K_2Cl_2	K_2CO_3	x	y
A	Na_2CO_3	94.65	-	-	-		
B	NaCl	-	56.05	-	-		
C	KCl	-	-	46.5	-		
D	K_2CO_3	-	-	-	209.6		
E	$Na_2CO_3 + NaCl$	71.57	38.31	-	-	0	0.65
F	$Na_2CO_3 + KCl$	99.12	-	19.42	-	0.18	0.83
G	NaCl + KCl	-	32.55	09.37	-	0.22	0
H	NaCl + K_2CO_3	-	44.48	-	78.20	0.78	0.63
I	KCl + K_2CO_3	-	-	05.44	52.92	0	0.90
J	$Na_2CO_3 + NaCl + K_2CO_3$	74.31	23.50	-	156.61	0.64	0.90
K	$Na_2CO_3 + K_2CO_3 + KCl$	19.66	-	5.76	63.81	0.87	0.93

Tabel 7. Data kesetimbangan sistem $Na^+-K^+-Cl-CO_3^{2-}-H_2O$ pada suhu 40^0 C (mol/1000 mol H_2O)

Titik	Jenuh dgn (padatan endapan)	Na_2CO_3	Na_2Cl_2	K_2Cl_2	K_2CO_3	x	y
A	Na_2CO_3	105.2	-	-	-		
B	NaCl	-	56.3	-	-		
C	KCl	-	-	48.3	-		
D	K_2CO_3	-	-	-	212.5		
E	$Na_2CO_3 + NaCl$	46.80	23.82			0	0.66
F	$Na_2CO_3 + KCl$	101.12		18.58		0.15	0.84
G	NaCl + KCl	-	34.09	07.15	-	0.17	0
H	NaCl + K_2CO_3	-	41.58	-	70.02	0.75	0.24
I	KCl + K_2CO_3	-	-	09.73	59.62	0	0.86
J	$Na_2CO_3 + NaCl + K_2CO_3$	75.55	21.83	-	161.18	0.76	0.91
K	$Na_2CO_3 + K_2CO_3 + KCl$	24.60	-	6.21	72.19	0.85	0.93

Tabel 8. Data kesetimbangan sistem $Na^+-K^+-Cl-HCO_3^--H_2O$ pada suhu 50^0 C (mol/1000 mol H_2O)

Titik	Jenuh dgn (padatan endapan)	$NaHCO_3$	$NaCl$	KCl	$KHCO_3$	x	y
A	$NaHCO_3$	31.0	-	-	-		
B	$NaCl$	-	113.8	-	-		
C	KCl	-	-	102.9	-		
D	$KHCO_3$	-	-	-	93.6		
E	$KCl + KHCO_3$	-	-	88.23	31.37	0	0.26
F	$NaCl + KCl$	-	98.40	29.77	-	0.23	0
G	$NaHCO_3 + NaCl$	12.71	134.06	-	-	0	0.08
H	$NaHCO_3 + KHCO_3$	14.60	-	-	61.80	0.19	0
I	$NaHCO_3 + KHCO_3 + KCl$	31.87	-	79.02	5.93	0.72	0.32
J	$NaCl + KCl + NaHCO_3$	4.03	90.38	35.75	-	0.27	0.03

Tabel 9. Data kesetimbangan sistem $Na^+-K^+-Cl-HCO_3^--H_2O$ pada suhu 55^0 C (mol/1000 mol H_2O)

Titik	Jenuh dgn (padatan endapan)	$NaHCO_3$	$NaCl$	KCl	$KHCO_3$	x	y
A	$NaHCO_3$	33.05	-	-	-		
B	$NaCl$	-	114.3	-	-		
C	KCl	-	-	106.4	-		
D	$KHCO_3$	-	-	-	100.8		
E	$KCl + KHCO_3$	-	-	89.03	29.50	0	0.24
F	$NaCl + KCl$	-	100.70	32.79	-	0.24	0
G	$NaHCO_3 + NaCl$	12.88	139.01	-	-	0	0.08
H	$NaHCO_3 + KHCO_3$	14.87	-	-	63.46	0.82	0
I	$NaHCO_3 + KHCO_3 + KCl$	30.40	-	82.79	6.71	0.76	0.30
J	$NaCl + KCl + NaHCO_3$	4.16	91.53	36.10	-	0.27	0.03

Tabel 10. Data kesetimbangan sistem $Na^+-K^+-Cl-HCO_3^--H_2O$ pada suhu 60^0 C (mol/1000 mol H_2O)

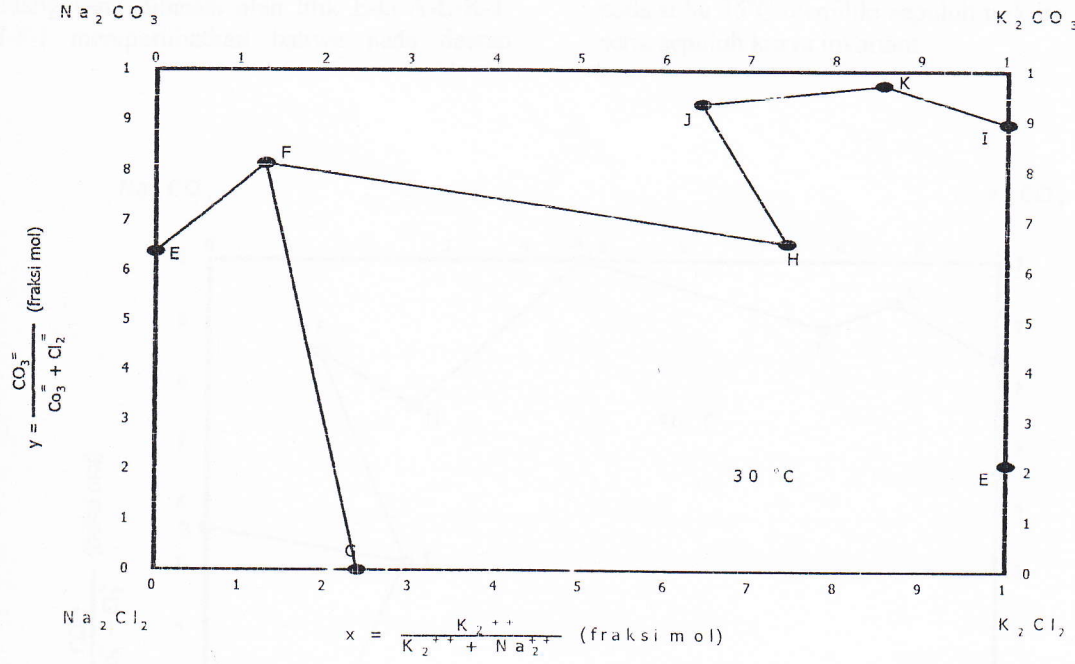
Titik	Jenuh dgn (padatan endapan)	$NaHCO_3$	$NaCl$	KCl	$KHCO_3$	x	y
A	$NaHCO_3$	35.1	-	-	-		
B	$NaCl$	-	114.8	-	-		
C	KCl	-	-	109.9	-		
D	$KHCO_3$	-	-	-	108.0		
E	$KCl + KHCO_3$	-	-	90.04	35.07	0	0.28
F	$NaCl + KCl$	-	102.14	32.55	-	0.24	0
G	$NaHCO_3 + NaCl$	14.18	143.62	-	-	0	0.09
H	$NaHCO_3 + KHCO_3$	16.03	-	-	64.37	0.19	0
I	$NaHCO_3 + KHCO_3 + KCl$	33.60	-	88.26	6.94	0.73	0.31
J	$NaCl + KCl + NaHCO_3$	4.71	93.72	38.05	-	0.27	0.04

Distribusi komposisi dalam dua fasa seimbang dapat digambarkan dalam berbagai sistem koordinat grafik seperti sistem segitiga sama sisi, segitiga siku-siku maupun dalam sistem koordinat "solvent free" atau dikenal sebagai sistem jannecke. Diagram kesetimbangan fasa padat-cair sistem $Na^+-K^+-Cl-CO_3^{2-}-H_2O$ serta sistem $Na^+-K^+-Cl-HCO_3^-$

H_2O dibuat dengan memplotkan titik-titik penjumlahan bersama baik titik penjumlahan bersama dua garam maupun tiga garam. Titik penjumlahan bersama (x dan y) kedua sistem pada beberapa suhu, yakni suhu 30^0C , 35^0C dan 40^0C untuk sistem $Na^+-K^+-Cl-CO_3^{2-}-H_2O$ dan suhu 50^0C , 55^0C serta 60^0C untuk sistem $Na^+-K^+-Cl-HCO_3^-H_2O$ tersaji pada tabel 6-

10. Diagram janecke untuk sistem $Na^+-K^+-Cl^-CO_3^{2-}-H_2O$ pada suhu $30^{\circ}C$, $35^{\circ}C$ dan $40^{\circ}C$ disajikan pada Gambar 4, 5 dan 6 sedangkan

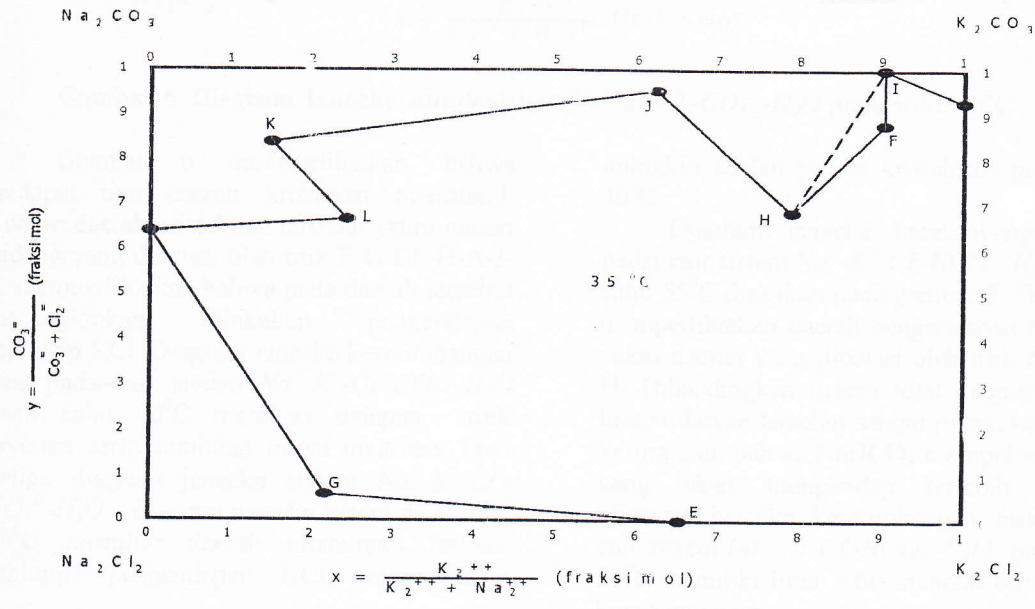
diagram janecke untuk sistem $Na^+-K^+-Cl^-HCO_3^-H_2O$ pada suhu $50^{\circ}C$, $55^{\circ}C$ serta $60^{\circ}C$ disajikan pada gambar 7, 8 dan 9.



Gambar 4. Diagram Janecke untuk sistem $Na^+-K^+-Cl^-CO_3^{2-}-H_2O$ pada suhu $30^{\circ}C$

Gambar 4 memperlihatkan bahwa terdapat tiga daerah kristalisasi metastabil. Luasan daerah kristalisasi terbesar yakni luasan bidang yang dibatasi oleh titik I-K-J-H-F-G-C memperlihatkan bahwa pada daerah tersebut

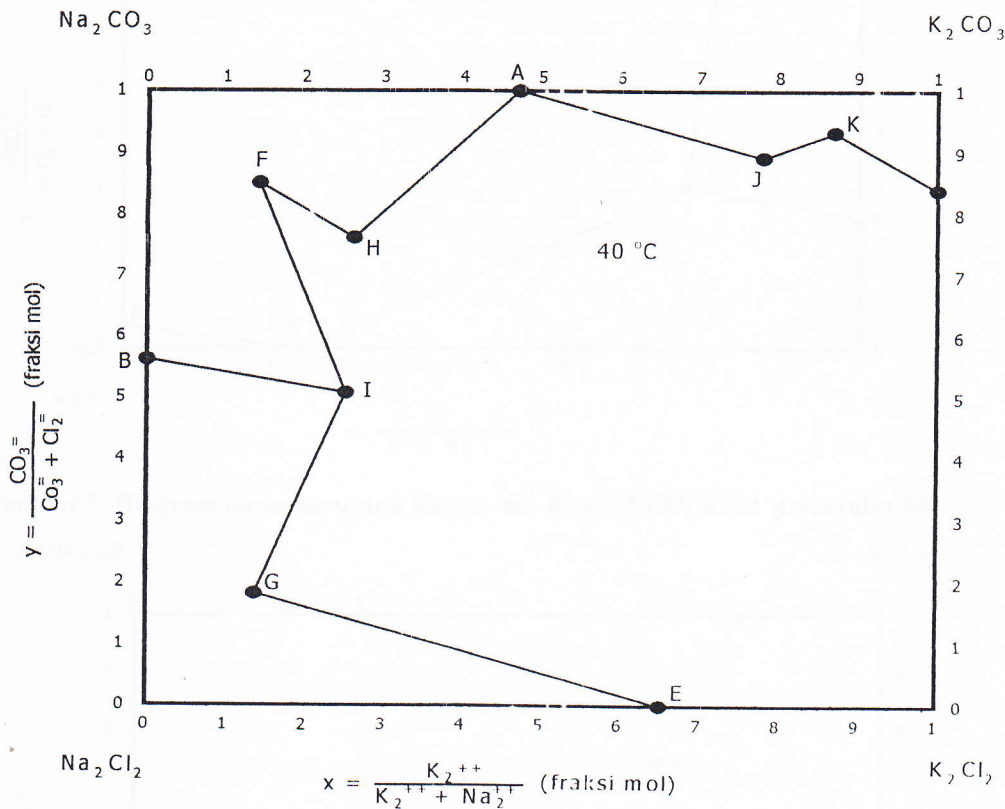
dimungkinkan dilakukan pengendapan terhadap KCl. Diagram janecke kesetimbangan fasa padat-cair sistem $Na^+-K^+-Cl^-CO_3^{2-}-H_2O$ pada suhu $30^{\circ}C$ memiliki tujuh titik invarian serta enam kurva invarian.



Gambar 5. Diagram Janecke untuk sistem $Na^+-K^+-Cl^-CO_3^{2-}-H_2O$ pada suhu $35^{\circ}C$

Gambar 5 memperlihatkan bahwa terdapat empat daerah kristalisasi metastabil. Luasan daerah kristalisasi terbesar yakni luasan bidang yang dibatasi oleh titik E-G-A-L-K-J-H-F-I memperlihatkan bahwa pada daerah

tersebut dimungkinkan dilakukan pengendapan terhadap KCl. Diagram janecke kesetimbangan fasa padat-cair sistem $Na^+-K^+-Cl-CO_3^{2-}-H_2O$ pada suhu $35^{\circ}C$ memiliki sepuluh titik invarian serta sepuluh kurva invariant.

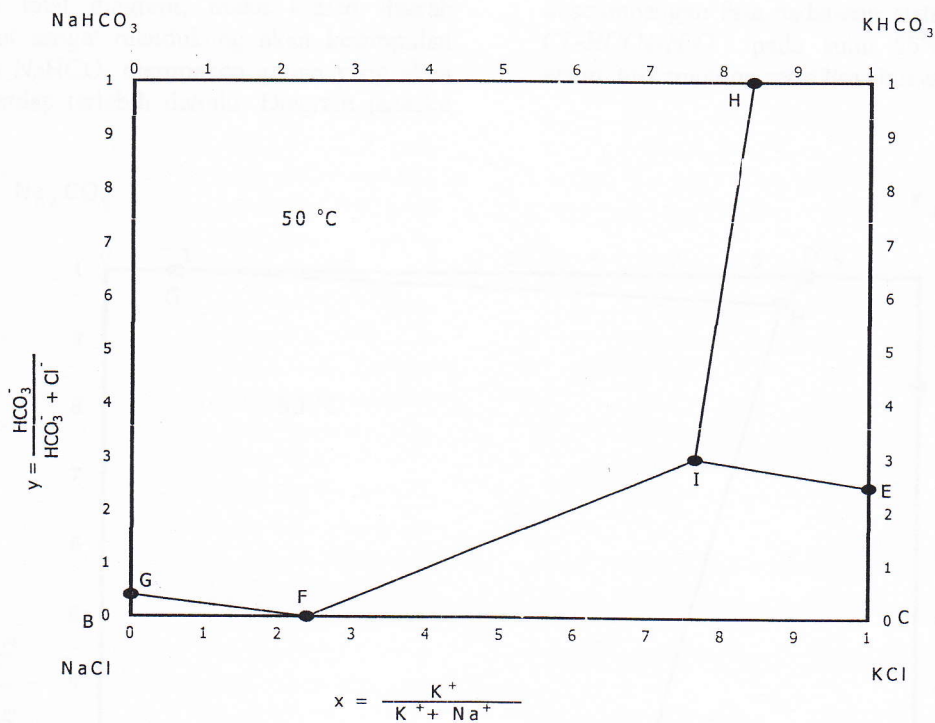


Gambar 6. Diagram Janecke untuk sistem $Na^+-K^+-Cl-CO_3^{2-}-H_2O$ pada suhu $40^{\circ}C$

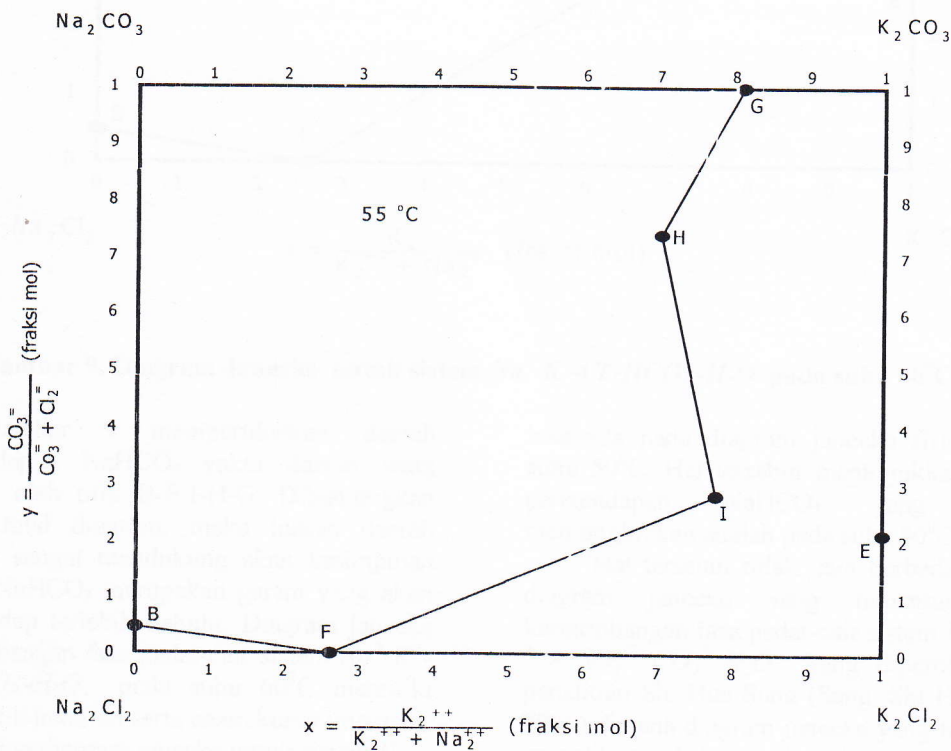
Gambar 6 memperlihatkan bahwa terdapat tiga daerah kristalisasi metastabil. Luasan daerah kristalisasi terbesar yakni luasan bidang yang dibatasi oleh titik E-G-I-F-H-A-J-K memperlihatkan bahwa pada daerah tersebut dimungkinkan dilakukan pengendapan terhadap KCl. Diagram janecke kesetimbangan fasa padat-cair sistem $Na^+-K^+-Cl-CO_3^{2-}-H_2O$ pada suhu $40^{\circ}C$ memiliki delapan titik invarian serta sembilan kurva invariant. Dari ketiga diagram janecke sistem $Na^+-K^+-Cl-CO_3^{2-}-H_2O$, diagram janecke sistem pada suhu $40^{\circ}C$ memiliki daerah kristalisasi terluas, sehingga pengendapan KCL yang paling

mungkin adalah proses kristalisasi pada suhu $40^{\circ}C$.

Diagram janecke kesetimbangan fasa padat-cair sistem $Na^+-K^+-Cl-HCO_3^- -H_2O$ pada suhu $55^{\circ}C$ disajikan pada gambar 7. Gambar 7 memperlihatkan daerah pengendapan $NaHCO_3$ yakni daerah yang dibatasi oleh titik A-G-F-I-H. Dibandingkan luasan total diagram, maka luasan daerah tersebut sangat mendukung akan kesimpulan bahwa $NaHCO_3$ merupakan garam yang akan mengendap terlebih dahulu. Diagram janecke kesetimbangan fasa padat-cair sistem $Na^+-K^+-Cl-HCO_3^- -H_2O$ pada suhu $50^{\circ}C$ memiliki lima titik invarian serta empat kurva invariant.



Gambar 7. Diagram Janecke untuk sistem $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl} - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ pada suhu 50°C



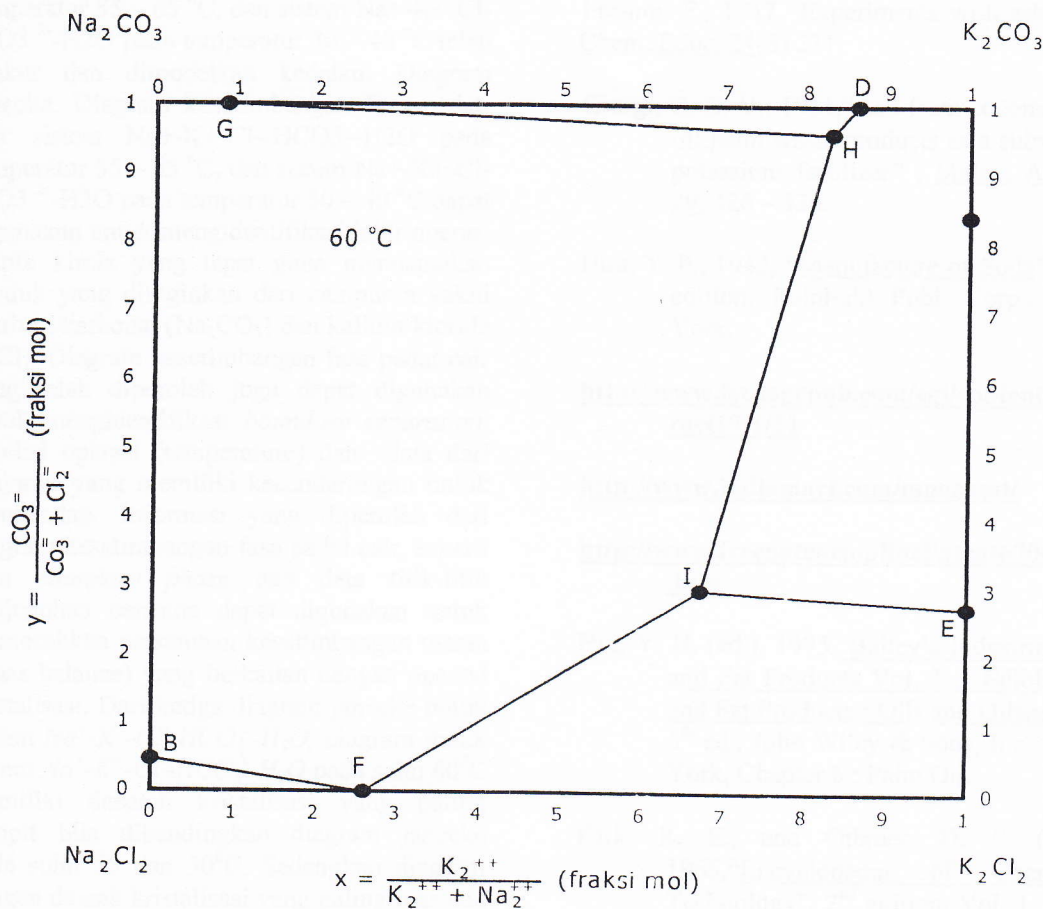
Gambar 8. Diagram Janecke untuk sistem $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl} - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ pada suhu 55°C

Diagram Janecke kesetimbangan fasa padat-cair sistem $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl} - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ pada suhu 55°C disajikan pada Gambar 8.

Gambar 8 memperlihatkan daerah pengendapan NaHCO_3 yakni daerah yang dibatasi oleh titik G-F-I-H-D. Dibandingkan

luasan total diagram, maka luasan daerah tersebut sangat mendukung akan kesimpulan bahwa NaHCO_3 merupakan garam yang akan mengendap terlebih dahulu. Diagram jannecke

kesetimbangan fasa padat-cair sistem $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ pada suhu 55°C memiliki enam titik invarian serta lima kurva invarian.



Gambar 9. Diagram Janecke untuk sistem $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ pada suhu 60°C

Gambar 9 memperlihatkan daerah pengendapan NaHCO_3 yakni daerah yang dibatasi oleh titik B-F-I-H-G. Dibandingkan luasan total diagram, maka luasan daerah tersebut sangat mendukung akan kesimpulan bahwa NaHCO_3 merupakan garam yang akan mengendap terlebih dahulu. Diagram jannecke kesetimbangan fasa padat-cair sistem $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ pada suhu 60°C memiliki enam titik invarian serta enam kurva invarian. Dari ketiga diagram jannecke untuk sistem $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$, diagram untuk sistem pada suhu 60°C memiliki daerah kristalisasi yang paling sempit bila dibandingkan diagram jannecke pada suhu 55°C dan 50°C . Sedangkan diagram dengan daerah kristalisasi yang paling

luas ada pada diagram jannecke sistem pada suhu 50°C . Hal tersebut menunjukkan bahwa pengendapan NaHCO_3 yang paling memungkinkan adalah pada suhu 50°C .

Hal tersebut tidak jauh berbeda dengan diagram jannecke yang terbentuk pada kesetimbangan fasa padat-cair sistem $\text{Li}^+ - \text{Na}^+ - \text{SO}_4^{2-} - \text{CO}_3^{2-} - \text{H}_2\text{O}$ yang diperoleh oleh penelitian Shi Hua Sang (Sang, Shi Hua, dkk, 2006) dimana diagram jannecke yang terbentuk memiliki tujuh kurva invarian serta tiga titik invarian. Blassdalle menemukan bahwa pada sistem kesetimbangan garam yang sama pada suhu 20°C diperoleh garis serta titik invarian yang lebih banyak, yakni delapan titik serta sepuluh kurva.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Data kesetimbangan fasa padat-cair sistem $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{Cl}^--\text{HCO}_3^--\text{H}_2\text{O}$ pada temperatur 55 – 65 °C, dan sistem $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{Cl}^--\text{CO}_3^{2-}-\text{H}_2\text{O}$ pada temperatur 30 – 40 °C telah diukur dan dimodelkan kedalam Diagram jannecke. Diagram kesetimbangan fasa padat-cair sistem $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{Cl}^--\text{HCO}_3^--\text{H}_2\text{O}$ pada temperatur 55 – 65 °C, dan sistem $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{Cl}^--\text{CO}_3^{2-}-\text{H}_2\text{O}$ pada temperatur 30 – 40 °C dapat digunakan untuk mengidentifikasi jalur operasi teknik kimia yang tepat guna mendapatkan produk yang diinginkan dari campuran yakni natrium karbonat (Na_2CO_3) dan kalium klorida (KCl). Diagram kesetimbangan fasa padat-cair yang telah diperoleh juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi *boundary separation*, kondisi operasi (temperature) dan data dari senyawa yang memiliki kecenderungan untuk mengendap. Informasi yang diperoleh dari diagram kesetimbangan fasa padat cair, seperti data *boundary phase* dan data titik-titik penjumlahan bersama dapat digunakan untuk memecahkan persamaan kesetimbangan massa (mass balance) yang berkaitan dengan operasi kristalisasi. Dari ketiga diagram jannecke untuk sistem $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{Cl}^--\text{HCO}_3^--\text{H}_2\text{O}$, diagram untuk sistem $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{Cl}^--\text{HCO}_3^--\text{H}_2\text{O}$ pada suhu 60°C memiliki daerah kristalisasi yang paling sempit bila dibandingkan diagram jannecke pada suhu 55 dan 50°C. Sedangkan diagram dengan daerah kristalisasi yang paling luas ada pada diagram jannecke sistem $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{Cl}^--\text{HCO}_3^--\text{H}_2\text{O}$ pada suhu 50°C. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengendapan NaHCO_3 yang paling memungkinkan adalah pada suhu 50°C. Sedangkan dari ketiga diagram jannecke sistem $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{Cl}^--\text{CO}_3^{2-}-\text{H}_2\text{O}$, diagram jannecke sistem pada suhu 40°C memiliki daerah kristalisasi terluas, sehingga pengendapan KCL yang paling mungkin adalah proses kristalisasi pada suhu 40°C.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous, 1966, "The Oil Palm in Malaya", Ministry of Agriculture and Cooperatives, Kuala Lumpur, p. 191.

Blasdale, W. C., 1923, "Equilibria in solutions containing mixture of salts. III. The system water and the chlorides and carbonates of sodium and potassium at

25 °C", J. Am. Chem. Soc. 45, 2935 – 2946.

El Bassam, N., 1998, "Energy Plant Species", James & James Sci. Publ. Ltd., London, p. 194.

Fromm, F., 1947 "Experiments with ash" , J. Chem. Educ. 24(5) 231.

Giorgi, C. D. V., 1941, "Ash from coconut and oil palm waste products as a substitute potassium fertilizer" , Malay. Agr. J. 29, 426 – 436.

Hou, T. P., 1942, "Manufacture of Soda" , 2nd edition, Reinhold Publ. Corp., New York.

<http://www.fst.sagepub.com/cgi/content/abstract/19/1/11>

<http://www.indiamart.com/muezhest/>

<http://www.freepatentsonlinePatent6706502.htm>

Hui, Y. H. (ed.), 1995, "Bailey's Industrial Oil and Fat Products Vol. 2 : Edible Oil and Fat Products : Oils and Oilseeds" , 5th ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, Chapter 6 : Palm Oil.

Kirk, R. E., and Othmer, D. F. (eds), 1965, "Encyclopedia of Chemical Technology" , 2nd edition, Vol. 1, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 707 – 740.

Laporan Bisnis Indochemical (CIC) No. 249, 1 Juli 1998, pp. 42 - 45. "Distribusi KCl Butuh Mekanisme Kontrol Ketat". Jakarta : PT. Capricorn Indonesia Consult, Inc.

Laporan Bisnis Indochemical (CIC) No. 297, 1 Juli 2000, pp. 54 - 59. "Permintaan Soda Ash Dunia Masih Lesu". Jakarta : PT. Capricorn Indonesia Consult, Inc.

Meisner, H. P., 1971, "Process and Systems in Industrial Chemistry" , Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.

- Minevitch, J. R. and Malisoff, W. M., 1924, "Extracting potash from Russian soil", Chem. Met. Eng. **30**, 501 – 504.
- Neumann, B., Domke, R., 1928, "The equilibrium relations in the ammonia-soda process under pressure" (in German), Z. Elektrochem. Angew. Physik. Chem., **34**, 136 – 153.
- Olie, J.J and Tjeng, T.D, 1988, "The Extraction of Coconut Oil", Stork Amsterdam.
- R. H. Perry and D. W. Green (eds), 1983, "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 6th edition, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.
- Sadi, Supriyadi, 1992, "Preparation of potassium fertilizer from the ash of oilpalm empty fruit bunch" [in Indonesian], Paper presented at the 1st Soehadi Reksowardojo Chemical Engineering Seminar, Bandung, 10 – 11 September.
- Schütze, H., Piechowicz, T., and Wahl, B., 1943, "Solution equilibrium in aqueous systems. II. The system K-NH₄-Na-Cl-HCO₃-H₂O at 20 °C" (in German), Helv. Chim. Acta **26**, 237 – 241.
- Scott, W. W., 1939, "Scott's Standard Methods of Chemical Analysis", 5th edition, Vol. I, D. Van Nostrand Company, Inc., Princeton, New Jersey.
- Scott, W. W., 1939, "Scott's Standard Methods of Chemical Analysis", 5th edition, Vol. II, D. Van Nostrand Company, Inc., Princeton, New Jersey.
- Schmittinger, P., 1993, "Potassium Carbonate", in "Ullmann Encyclopedia of Industrial Chemistry", 5th edition, Vol. A22, Verlag Gessellschaft, Weinheim, pp. 96 – 103.
- Seidell, A., 1940, "Solubilities of Inorganic and Metal Organic Compounds", 3rd edition, D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton.
- Suwandi, P. Purba, and Diwan Prima Ariana, 1991, "Oilpalm empty fruit bunches and its application in the field" [in Indonesian], Bull. Puslitbun Marihat **11(3)** 43 – 46.
- Thompson, R. (ed), 1995, "Industrial Inorganic Chemicals : Production and Use", The Royal Society of Chemistry, London, chapter 5.
- Whiteley, M. A. (ed), 1950, "Thorpe's Dictionary of Applied Chemistry", 4th edition, Vol. X, Longmans, Green & Co., London, pp. 136 – 142.