

**APLIKASI PENCOCOKAN KURVA DENGAN
METODE KUADRAT TERKECIL PADA
PERTUKARAN ION**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Matematika

Oleh :

Ayudhya Srie Mayanti Mugiyo

J2A 097 008

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2002

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Aplikasi Pencocokan Kurva dengan Metode Kuadrat Terkecil pada
Pertukaran Ion

Nama : Ayudhya Srie Mayanti Mugiyo

NIM : J2A 097 008

Telah lulus ujian pada tanggal : 17 Desember 2002



Semarang, Januari 2003

Panitia Penguji Ujian Sarjana

Jurusan Matematika



Ketua Jurusan Matematika

EMIPA UNIP

Drs Bayu Surarso, M.Sc.Ph.D

NIP 131 764 886

Ketua

Drs Suhartono, MKom

NIP 131 285 523

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Aplikasi Pencocokan Kurva dengan Metode Kuadrat Terkecil pada
Pertukaran Ion

Nama : Ayudhya Srie Mayanti Mugiyo

NIM : J2A 097 008

Telah lulus ujian pada tanggal : 17 Desember 2002



Semarang, Januari 2003

Pembimbing Utama

Drs Suhartono, MKom

NIP 131 285 523

Pembimbing Anggota

Dra Indriyati

NIP 131 285 529

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr Wb

Alhamdulillah, berkat rahmat Allah SWT penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir berjudul : "*APLIKASI PENCOCOKAN KURVA DENGAN METODE KUADRAT TERKECIL PADA PERTUKARAN ION*". Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs Bayu Surarso, MSc.PhD selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak DR Ir Asmedi, MSc selaku kepala P2PLR BATAN Serpong.
3. Ibu Ir Aisyah, MT selaku kepala BTPLR BATAN Serpong.
4. Bapak Drs Suhartono, MKom selaku pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan penulis hingga selesainya tugas akhir ini.
5. Ibu Dra Indriyati selaku pembimbing II yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis hingga selesainya tugas akhir ini.
6. Bapak DR Thamzil Las selaku pembimbing III yang telah banyak membantu dan mendorong penulis hingga selesainya tugas akhir ini.
7. Bapak Ir Sumarbagiono, MT selaku pembimbing lapangan yang telah membantu, mengarahkan dan memberi nasehat kepada penulis.
8. Bapak Drs Sutimin, MSi selaku dosen wali angkatan 1997.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan penulis dalam pemahaman masalah pada penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Harapan penulis semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan Indonesia khususnya ilmu matematika pada aplikasi pertukaran ion menggunakan zeolit.

Wassalamu'alaikum Wr Wb

Semarang, 17 Desember 2002

Penyusun

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum Wr Wb

Alhamdulillah, penulis tak henti-hentinya selalu panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini.

Karya tulis ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu penulis juga mengucapkan terima kasih pula kepada

1. Orang tuaku dan Mas Donny yang sangat menyayangi dan selalu memberi semangat.
2. Keluarga Bapak Ir Petrus Widiatmo yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil.
3. Bapak Drs Gunanjar, MSc mantan Kepala P2PLR BATAN Serpong.
4. Bapak Ir Husen Zamroni, MT, Bapak Cheppy Cahyana, SSi, dan Bapak Ir Nurokhim, MT yang telah banyak membantu selama penelitian penulis.
5. Seluruh dosen matematika UNDIP yang telah memberikan ilmu dan nasehat.
6. Seluruh karyawan P2PLR khususnya karyawan BTPLR BATAN Serpong.
7. Dwi, Nana, Udin, Asep, Ita, Wigiya dan seluruh rekan penulis di Matematika UNDIP, khususnya angkatan '97.

Penulis berharap semoga bantuan tersebut mendapat imbalan dari Allah SWT.

Wassalamu'alaikum Wr Wb

Ayudhya

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR SIMBOL	x
DAFTAR ISTILAH.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penulisan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II MATERI PENUNJANG	4
2.1 Limbah Radioaktif.....	4
2.1.1 Jenis Limbah Radioaktif Berdasarkan Asal Terjadinya.....	4
2.1.2 Limbah Radioaktif Berbentuk Gas.....	5
2.1.3 Limbah Radioaktif Berbentuk Cair.....	5

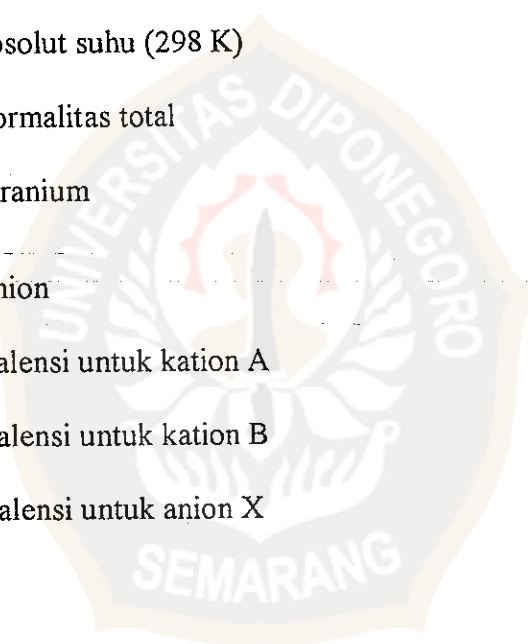
2.1.4	Limbah Radioaktif Berbentuk Padat.....	6
2.1.5	Pengelolaan Limbah Radioaktif.....	7
2.2	Zeolit Sebagai Penukar Ion.....	7
2.3	Pencocokan Kurva.....	10
2.4	Matrik.....	11
2.5	Metode Kuadrat Terkecil dari Polinomial.....	15
2.6	Metode Gauss Jordan.....	17
BAB III PENCOCOKAN KURVA DENGAN METODE KUADRAT		
	TERKECIL PADA PERTUKARAN ION.....	21
3.1	Perhitungan Konstanta Kielland.....	21
3.2	Pencocokan Kurva dengan Metode Kuadrat Terkecil.....	29
3.3	Penentuan Nilai ΔG^0	32
3.4	Metode Komputasi.....	34
3.5	Hasil Komputasi.....	41
3.5.1	Grafik A_c versus A_s	41
3.5.2	Tabel Polinomial untuk Derajat 1-6 dan Grafik A_c^N - $\ln(K_c)$ untuk Polinomial Terbaik dengan Metode Kuadrat Terkecil	45
BAB IV Kesimpulan.....		83
DAFTAR PUSTAKA.....		85
LAMPIRAN.....		86

DAFTAR SIMBOL

- A,B,C,...,Z : nama matrik
- a_{ij} : elemen matrik baris ke-i kolom ke-j
- AA : parameter Debye Huckel untuk garam-garam AX kation masukan
- AB : parameter Debye Huckel untuk garam-garam AX kation zeolit
- $A_s^{Z^+}$: fraksi ekivalen dari kation A^{Z^+} dalam fase cair
- A_c : fraksi ekivalen dari kation A^{Z^+} dalam fase padat
- A_c^N : A_c yang telah dinormalisasi
- Ar : Argon
- Am : Amerisium
- A^{Z^+} : kation masukan (kation limbah cair)
- α : koefisien selektivitas
- BA : parameter Debye Huckel untuk garam-garam BX kation masukan
- BB : parameter Debye Huckel untuk garam-garam BX kation zeolit
- B^{Z^+} : kation zeolit
- B_s : fraksi ekivalen dari kation B^{Z^+} dalam fase cair.
- B_c : fraksi ekivalen dari kation B^{Z^+} dalam fase padat
- c : fase padat (zeolit)
- C : Carbon
- Ca : Kalsium

Cs	:	Caesium
ΔG^0	:	energi bebas Gibbs
Γ	:	rasio koefisien aktivitas dari ion-ion tunggal $A^{Z_a^+}$ dan $B^{Z_b^+}$ dalam fase larutan
H	:	Hidrogen
I	:	Iodium
K	:	Kalium
K_a	:	konstanta kesetimbangan termodinamika
K_m	:	koefisien aksi massa
K_c	:	konstanta Kielland
Kr	:	Kripton
$\text{Ln}\gamma_{\pm}(\text{AX})$:	konstanta Debye-Huckel ion A
$\text{Ln}\gamma_{\pm}(\text{BX})$:	konstanta Debye-Huckel ion B
m_a	:	molalitas dari kation $A^{Z_a^+}$ dalam larutan atau limbah cair radioaktif
m_b	:	molalitas dari kation $B^{Z_b^+}$ dalam larutan atau limbah cair radioaktif
M_a	:	molaritas dari kation $A^{Z_a^+}$ dalam fase padat atau zeolit
M_b	:	molaritas dari kation $B^{Z_b^+}$ dalam fase padat atau zeolit
Mg	:	Magnesium
Na	:	Natrium
NH_4	:	Amonium

Np	:	Neptunium
Pu	:	Plutonium
Q	:	kapasitas tukar kation
R	:	konstanta gas (8,3143KJ/mol)
Ru	:	Ruthenium
s	:	fase cair / larutan
Sr	:	Strontium
T	:	absolut suhu (298 K)
TN	:	normalitas total
U	:	Uranium
$X^{Z_x^-}$:	anion
Z_a	:	valensi untuk kation A
Z_b	:	valensi untuk kation B
Z_x	:	valensi untuk anion X



DAFTAR ISTILAH

- Fraksi ekivalen : perbandingan konsentrasi ion dalam unit ekivalen (rasio berat atom dengan valensi atom)
- Ion : kekuatan ion dalam larutan campuran
- Isotop : ion-ion yang memiliki nomor massa sama
- Oksidasi : reaksi kimia karena hilangnya elektron oleh molekul (sebuah atom atau ion)
- Polimer : molekul - molekul yang terbentuk dari peristiwa polimerisasi dan molekul tersebut mempunyai massa yang besar
- Reduksi : reaksi kimia karena bertambahnya elektron oleh molekul (sebuah atom atau ion)
- Swelling : proses menahan cairan oleh gel atau zat padat sehingga mengembang karena kenaikan volume zat cair tersebut.

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Hasil koefisien seluruh derajat untuk NH ₄ zeolit-Cs dengan TN 0,1...	45
Tabel 2. A_c^N versus Ln(K _c) NH ₄ zeolit-Cs dengan TN 0,1.....	47
Tabel 3. Hasil koefisien seluruh derajat untuk NH ₄ zeolit-Cs dengan TN 0,01.	48
Tabel 4. A_c^N versus Ln(K _c) NH ₄ zeolit-Cs dengan TN 0,01	50
Tabel 5. Hasil koefisien seluruh derajat untuk NH ₄ zeolit-Cs dengan TN 0,05.	51
Tabel 6. A_c^N versus Ln(K _c) NH ₄ zeolit-Cs dengan TN 0,05	53
Tabel 7. Hasil koefisien seluruh derajat untuk Na zeolit-Cs dengan TN 0,1.....	54
Tabel 8. A_c^N versus Ln(K _c) Na zeolit-Cs dengan TN 0,1	56
Tabel 9. Hasil koefisien seluruh derajat untuk Na zeolit-Cs dengan TN 0,01...	57
Tabel 10. A_c^N versus Ln(K _c) Na zeolit-Cs dengan TN 0,01	59
Tabel 11. Hasil koefisien seluruh derajat untuk Na zeolit-Cs dengan TN 0,05...	60
Tabel 12. A_c^N versus Ln(K _c) Na zeolit-Cs dengan TN 0,05	62
Tabel 13. Hasil koefisien seluruh derajat untuk Ca zeolit-Cs dengan TN 0,1	63
Tabel 14. A_c^N versus Ln(K _c) Ca zeolit-Cs dengan TN 0,1	65
Tabel 15. Hasil koefisien seluruh derajat untuk Ca zeolit-Cs dengan TN 0,01...	66
Tabel 16. A_c^N versus Ln(K _c) Ca zeolit-Cs dengan TN 0,01	68
Tabel 17. Hasil koefisien seluruh derajat untuk Ca zeolit-Cs dengan TN 0,05...	69
Tabel 18. A_c^N versus Ln(K _c) Ca zeolit-Cs dengan TN 0,05	71
Tabel 19. Hasil koefisien seluruh derajat untuk Mg zeolit-Cs dengan TN 0,1.....	72

Tabel 20. A_c^N versus $\text{Ln}(K_c)$ Mg zeolit-Cs dengan TN 0,1	74
Tabel 21. Hasil koefisien seluruh derajat untuk Mg zeolit-Cs dengan TN 0,01..	75
Tabel 22. A_c^N versus $\text{Ln}(K_c)$ Mg zeolit-Cs dengan TN 0,01.....	77
Tabel 23. Hasil koefisien seluruh derajat untuk Mg zeolit-Cs dengan TN 0,05.	78
Tabel 24. A_c^N versus $\text{Ln}(K_c)$ Mg zeolit-Cs dengan TN 0,05	80
Tabel 25. Hasil $\text{Ln}(K_a)$ dan ΔG^0	81



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Struktur stereotip zeolit klinoptilolit	7
Gambar 2.2 Struktur stereotip zeolit mordenite.....	8
Gambar 3.1 Kurva selektivitas ion.....	24
Gambar 3.2 Diagram alir untuk pertukaran ion dalam program komputer ...	36
Gambar 3.3 Grafik A_c versus A_s NH_4 zeolit-Cs.....	41
Gambar 3.4 Grafik A_c versus A_s Na zeolit-Cs.....	42
Gambar 3.5 Grafik A_c versus A_s Ca zeolit-Cs.....	43
Gambar 3.6 Grafik A_c versus A_s Mg zeolit-Cs	44
Gambar 3.7 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ NH_4 zeolit-Cs dengan TN 0,1.....	46
Gambar 3.8 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ NH_4 zeolit-Cs dengan TN 0,01.....	49
Gambar 3.9 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ NH_4 zeolit-Cs dengan TN 0,05.....	52
Gambar 3.10 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ Na zeolit-Cs dengan TN 0,1.....	55
Gambar 3.11 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ Na zeolit-Cs dengan TN 0,01.....	58
Gambar 3.12 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ Na zeolit-Cs dengan TN 0,05.....	61
Gambar 3.13 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ Ca zeolit-Cs dengan TN 0,1.....	64
Gambar 3.14 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ Ca zeolit-Cs dengan TN 0,01.....	67
Gambar 3.15 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ Ca zeolit-Cs dengan TN 0,05.....	70
Gambar 3.16 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ Mg zeolit-Cs dengan TN 0,1.....	73
Gambar 3.17 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ Mg zeolit-Cs dengan TN 0,01.....	76
Gambar 3.18 Grafik A_c versus $\text{Ln}(K_c)$ Mg zeolit-Cs dengan TN 0,05.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Program untuk pertukaran ion dengan metode kuadrat terkecil menggunakan Delphi 5.
- Lampiran 2 : Data A_c - A_s hasil percobaan di laboratorium BATAN Serpong.
- Lampiran 3 : Nilai koefisien Debye-Huckel.
- Lampiran 4 : Hasil perhitungan $\ln(K_c)$ untuk data Lampiran 2.
- Lampiran 5 : Surat Pernyataan Pengambilan Data.

