

SIMULASI PERGERAKAN ION HIDROGEN DALAM SILIKON

RASHIDAH BINTI NURAL ANUAR

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

April 2008

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: SIMULASI PERGERAKAN ION HIDROGEN DALAM SILIKON

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUSIAHAN (FIZIK DENGAN ELEKTRONIK)

SAYA RASHIDAH BINTI NURAH ANUAR SESI PENGAJIAN: 2005/2008
(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institutis pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

TERHAD

TIDAK TERHAD

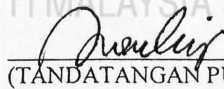
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

Disahkan Oleh


(TANDATANGAN PENULIS)


(TANDATANGAN PUSAT PERPUSTAKAAN)
NURULAIN BINTI ISMAIL
LIBRARIAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Alamat Tetap: LOT 695, KG RAMAUITAN CHAT, PAK BADO, 16200 MELOR, KOTA BHAYU, KELANTAN

DR. HAIDER F. AMIR
Nama Penyelea

Tarikh: 6/5/09

Tarikh: 6/5/08

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

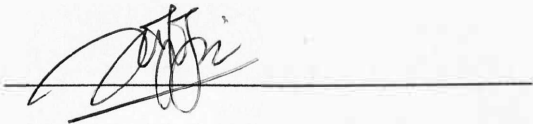
**Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

4 April 2008



RASHIDAH BT NURAL ANUAR

HS2005-1544



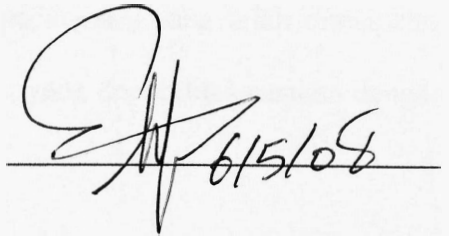
UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN

Tandatangan

1. **PENYELIA**

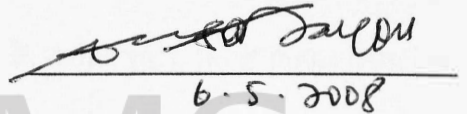
DR. HAIDER F. AMIR



6/5/08

2. **PEMERIKSA 1**

PROF. MADYA DR. JEDOL DAYOU



6.5.2008

3. **PEMERIKSA 2**

PUAN TEH MEE TENG

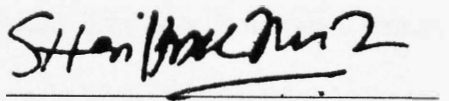


6.5.2008

4. **DEKAN**

SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF

A. KADIR S. OMANG



6.5.2008



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Bismillah hirrahman nirrahim

Alhamdulillah, setinggi-tinggi pujian ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah dan kurnianya, kertas ilmiah ini dapat disiapkan pada masa yang telah ditetapkan. Demikian juga dengan pungutan data dan maklumat yang dapat dilaksanakan dengan jayanya.

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada penyelia saya yang disanjung, Dr. Haider F. Amir yang tidak putus memberi bimbingan dan nasihat dalam menyiapkan kertas ilmiah ini. Tanpa beliau, kajian ini tidak mungkin dapat disiapkan dengan jayanya.

Terima kasih juga buat semua warga pensyarah Sekolah Sains dan Teknologi terutamanya pensyarah dalam program Fizik dengan Elektronik kerana turut sama memberi tunjuk ajar dan bantuan dari segi pemberian ilmu atau sokongan moral. Selain itu, terima kasih yang tidak terhingga juga kepada kedua ibubapa dan keluarga yang banyak memberi sokongan sepanjang saya menyudahkan kertas ilmiah.

Akhir sekali, kepada rakan-rakan seperjuangan sama ada dari program yang sama mahupun yang lain yang sentiasa bersama-sama dalam pencarian ilmu di Universiti Malaysia Sabah ini. Kenangan bersama kalian akan dikenang sepanjang hayat.

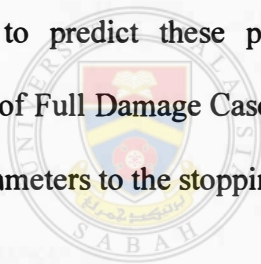
Rashidah Nural Anuar

ABSTRAK

Disertasi ini membincangkan tentang pergerakan ion Hidrogen dalam Silikon pada sudut tuju, bilangan ion serta tenaga yang berbeza. Jumlah tenaga yang dipelbagaikan adalah pada 10keV, 100keV, 1000keV yang masing-masing mempunyai sudut tuju 0°, 30° dan 60° dengan jumlah ion 100, 1000 dan 10000 setiap satunya. Kaedah yang digunakan dalam projek ini adalah simulasi perisian computer SRIM dengan kaedah pengiraan TRIM. Kajian mengenai pergerakan ion ini merangkumi penelitian terhadap penilaian secara kuantitatif bagaimana ion hilang tenaga kepada pepejal, penyebaran ion selepas berhenti dalam pepejal, kesan terhadap atom pepejal dari segi kerosakan kekisi Silikon, pengionan atom serta penghasilan fonon dalam Silikon apabila ion melaluinya. Melalui kajian ini didapati tiga factor utama tersebut mempengaruhi pergerakan ion Hidrogen dalam Silikon.

ABSTRACT

This writing presents the theory and applications of computer programs to predict the stopping and range phenomena of the penetration of energetic Hydrogen ions of different incident energy with different total number of ions at different incident angles into Silicon. It is primarily concerned with the quantitative evaluation of how the ions lose energy to the solid and the final distribution of Hydrogen ion after stop within Silicon. Also considered are the first order effects on the atoms of the solid, particularly the electronic excitation of the atoms, the lattice damage and the production of phonons in Silicon by the Hydrogen ions. The computer programs which use to predict these phenomena are the SRIM Simulation with TRIM Calculation of Full Damage Cascades. The main finding of this studied are the effects of these parameters to the stopping and range of Hydrogen ion in Silicon.



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN		ii
PENGESAHAN		iii
PENGHARGAAN		iv
ABSTRAK		v
ABSTRACT		vi
SENARAI KANDUNGAN		vii
SENARAI JADUAL		xiii
SENARAI RAJAH		xiv
SENARAI SIMBOL		xxix
BAB 1	PENDAHULUAN	1
1.1	Pengenalan	1
1.2	Tujuan utama kajian	3
1.3	Objektif kajian	2
1.4	Skop kajian	3
1.5	Lokasi kajian	3
BAB 2	ULASAN LITERATUR	4
2.1	Pengenalan	4
2.2	Kuasa Penghentian	5
	2.2.1 Permelahanan ion ke dalam bahan	5
	2.2.2 Penghentian nuklear	9

2.2.3	Penghentian elektronik	10
2.2.4	Tenaga keupayaan penolakan antara atom	11
2.3	Penghitungan kadar taburan ion dengan Monte Carlo	13
2.3.1	Pergerakan	13
2.3.2	Kehilangan tenaga dan serakan nuklear	13
2.3.3	Penilaian sudut serakan secara analitikal	13
2.3.4	Penganggaran mudah bagi pembentukan kekosongan	17
2.3.5	Kehilangan tenaga nuklear serta pembiasan sudut	18
2.3.6	Kesan radiasi	19
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	21
3.1	Pengenalan	21
3.2	Penentuan jarak penembusan ion	22
3.3	Pengiraan jarak penembusan dalam penggunaan TRIM	24
3.4	Kesan terhadap sasaran	27
3.4.1	Kehilangan tenaga melalui pengionan	30
3.4.2	Kehilangan tenaga melalui penghasilan fonon	31
3.4.3	Kerosakan sasaran	33
BAB 4	KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA	35
4.1	Pengenalan	35.
4.2	Pengaruh bilangan ion terhadap penembusan ion pada tenaga	37

10keV

a) Sudut 0°		
4.2.1	Penyerakan ion bagi 100 ion	40
4.2.2	Penyerakan ion bagi 1000 ion	42
4.2.3	Penyerakan ion bagi 10000 ion	45
4.2.4	Plot taburan ion bagi 100 ion	47
4.2.5	Plot taburan ion bagi 1000 ion	49
4.2.6	Plot taburan ion bagi 10000 ion	51
b) Sudut 30°		
4.2.7	Penyerakan ion bagi 100 ion	53
4.2.8	Penyerakan ion bagi 1000 ion	56
4.2.9	Penyerakan ion bagi 10000 ion	58
4.2.10	Plot taburan ion bagi 100 ion	61
4.2.11	Plot taburan ion bagi 1000 ion	63
4.2.12	Plot taburan ion bagi 10000 ion	65
c) Sudut 60°		
4.2.13	Penyerakan ion bagi 100 ion	67
4.2.14	Penyerakan ion bagi 1000 ion	69
4.2.15	Penyerakan ion bagi 10000 ion	72
4.2.16	Plot taburan ion bagi 100 ion	74
4.2.17	Plot taburan ion bagi 1000 ion	76
4.2.18	Plot taburan ion bagi 10000 ion	78

100keV

a) Sudut 0°

4.3.1	Penyerakan ion bagi 100 ion	86
4.3.2	Penyerakan ion bagi 1000 ion	88
4.3.3	Penyerakan ion bagi 10000 ion	91
4.3.4	Plot taburan ion bagi 100 ion	93
4.3.5	Plot taburan ion bagi 1000 ion	95
4.3.6	Plot taburan ion bagi 10000 ion	97

b) Sudut 30°

4.3.7	Penyerakan ion bagi 100 ion	99
4.3.8	Penyerakan ion bagi 1000 ion	102
4.3.9	Penyerakan ion bagi 10000 ion	104
4.3.10	Plot taburan ion bagi 100 ion	107
4.3.11	Plot taburan ion bagi 1000 ion	109
4.3.12	Plot taburan ion bagi 10000 ion	111

c) Sudut 60°

4.3.13	Penyerakan ion bagi 100 ion	113
4.3.14	Penyerakan ion bagi 1000 ion	115
4.3.15	Penyerakan ion bagi 10000 ion	118
4.3.16	Plot taburan ion bagi 100 ion	120
4.3.17	Plot taburan ion bagi 1000 ion	122
4.3.18	Plot taburan ion bagi 10000 ion	124

1.0 MeV

a) Sudut 0°

4.4.1	Penyerakan ion bagi 100 ion	131
4.4.2	Penyerakan ion bagi 1000 ion	133
4.4.3	Penyerakan ion bagi 10000 ion	136
4.4.4	Plot taburan ion bagi 100 ion	138
4.4.5	Plot taburan ion bagi 1000 ion	140
4.4.6	Plot taburan ion bagi 10000 ion	142

b) Sudut 30°

4.4.7	Penyerakan ion bagi 100 ion	144
4.4.8	Penyerakan ion bagi 1000 ion	147
4.4.9	Penyerakan ion bagi 10000 ion	149
4.4.10	Plot taburan ion bagi 100 ion	152
4.4.11	Plot taburan ion bagi 1000 ion	154
4.4.12	Plot taburan ion bagi 10000 ion	156

c) Sudut 60°

4.4.13	Penyerakan ion bagi 100 ion	158
4.4.14	Penyerakan ion bagi 1000 ion	160
4.4.15	Penyerakan ion bagi 10000 ion	163
4.4.16	Plot taburan ion bagi 100 ion	165
4.4.17	Plot taburan ion bagi 1000 ion	167
4.4.18	Plot taburan ion bagi 10000 ion	169

4.5	Pengaruh sudut tuju terhadap penembusan ion H ke dalam atom silikon.	
4.5.1	Pada tenaga 10keV	173
4.5.2	Pada tenaga 100keV	174
4.5.3	Pada tenaga 1.0 MeV	175
4.6	Pengaruh tenaga terhadap penembusan ion H ke dalam atom silikon	176
BAB 5	PERBINCANGAN	
5.1	Pengenalan	177
5.2	Penggunaan istilah	178
5.3	Kuasa penghentian ion	180
5.4	Kerosakan kekisi	182
5.5	Jarak penembusan, plot serakan dan taburan penembusan ion Hidrogen dalam silikon	184
5.6	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon dan proses pengionan	186
BAB 6	KESIMPULAN	188
	RUJUKAN	189
	LAMPIRAN	191

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka surat
3.1 Contoh Jadual bagi mendapatkan nilai jarak penembusan hingga maksimum bagi tenaga yang maksimum	23
4.1 Kuasa Penghentian Ion dalam bahan	36
4.2 Jenis Fenomena Kerosakan Kekisi Silikon bagi Penembusan Ion pada tenaga 10 keV	37
4.3 Jarak Penembusan Ion bagi Penembusan ion pada tenaga 10 keV	38
4.4 Peratus Kehilangan tenaga bagi Penembusan ion pada tenaga 10 keV	39
4.5 Jenis Fenomena Kerosakan Kekisi Silikon bagi Penembusan Ion pada tenaga 100 keV	83
4.6 Jarak Penembusan Ion bagi Penembusan ion pada tenaga 100 keV	84
4.7 Peratus Kehilangan tenaga bagi Penembusan ion pada tenaga 100 keV	85
4.8 Jenis Fenomena Kerosakan Kekisi Silikon bagi Penembusan Ion pada tenaga 1.0 MeV	128
4.9 Jarak Penembusan Ion bagi Penembusan ion pada tenaga 1.0 MeV	129
4.10 Peratus Kehilangan tenaga bagi Penembusan ion pada tenaga 1.0 MeV	130

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat	
2.1	Ilustrasi bagi permelahanan ion dalam pepejal	6
2.2	Graf skematik bagi penghentian nuklear dan elektronik Sebagai fungsi halaju ion	9
2.3	Laluan zarah dalam sistem CM (<i>Center of Mass</i>) dengan Penindihan segitiga penyerakan (<i>Scattering triangle</i>)	16
3.1	Aliran ion melalui pepejal	25
3.2	Contoh plot taburan jarak penembusan bagi <i>Ion Ranges</i>	26
3.3	Contoh plot serakan bagi paksi X melawan Y	28
3.4	Contoh plot taburan menunjukkan Fenomena kerosakan	29
3.5	Contoh plot taburan bagi proses pengionan	31
3.6	Contoh plot taburan penghasilan fonon	32
3.7	Contoh plot taburan bagi tenaga untuk sentakan	33
3.8	Contoh plot taburan bagi fenomena kerosakan	34
Bagi tenaga 10 keV sudut 0°		
4.1	Plot taburan jarak penembusan bagi 100 ion	40
4.2	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	40
4.3	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	41
4.4	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	41
4.5	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	42
4.6	Plot taburan jarak penembusan bagi 1000 ion	42
4.7	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	43
4.8	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur	

X melawan Y	43
4.9 Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	44
4.10 Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	44
4.11 Plot taburan jarak penembusan bagi 10 000 ion	45
4.12 Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	45
4.13 Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	46
4.14 Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	46
4.15 Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	47
(100 ion)	
4.16 Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	47
4.17 Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	48
4.18 Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	48
4.19 Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	49
(1000 ion)	
4.20 Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	49
4.21 Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	50
4.22 Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	50
4.23 Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	51
(10 000 ion)	
4.24 Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	51
4.25 Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	52

4.26	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	52
4.27	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	53
Bagi Tenaga 10 keV sudut 30°		
4.28	Plot taburan jarak penembusan bagi 100 ion	53
4.29	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	54
4.30	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	54
4.31	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	55
4.32	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	55
4.33	Plot taburan jarak penembusan bagi 1000 ion	56
4.34	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	56
4.35	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	57
4.36	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	57
4.37	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	58
4.38	Plot taburan jarak penembusan bagi 10 000 ion	58
4.39	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	59
4.40	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	59
4.41	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	60
4.42	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	60

(100 ion)

4.43	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	61
4.44	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	61
4.45	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	62
4.46	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	62

(1000 ion)

4.47	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	63
4.48	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	63
4.49	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	64
4.50	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	64

(10 000 ion)

4.51	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	65
4.52	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	65
4.53	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	66
4.54	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	66

Bagi tenaga 10 keV sudut 60°

4.55	Plot taburan jarak penembusan bagi 100 ion	67
4.56	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	67
4.57	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	68
4.58	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	68
4.59	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	69
4.60	Plot taburan jarak penembusan bagi 1000 ion	69

4.61	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	70
4.62	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	70
4.63	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	71
4.64	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	71
4.65	Plot taburan jarak penembusan bagi 10 000 ion	72
4.66	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	72
4.67	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	73
4.68	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	73
4.69	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	74
(100 ion)		
4.70	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	74
4.71	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	75
4.72	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	75
4.73	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	76
(1000 ion)		
4.74	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	76
4.75	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	77
4.76	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	77
4.77	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	78
(10 000 ion)		
4.78	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	78

4.79	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	79
4.80	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	79
4.81	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan Bagi tenaga 100 keV sudut 0°	80
4.82	Plot taburan jarak penembusan bagi 100 ion	86
4.83	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	86
4.84	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	87
4.85	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	87
4.86	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	88
4.87	Plot taburan jarak penembusan bagi 1000 ion	88
4.88	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	89
4.89	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	89
4.90	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	90
4.91	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	90
4.92	Plot taburan jarak penembusan bagi 10 000 ion	91
4.93	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	91
4.94	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	92
4.95	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	92
4.96	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	93

(100 ion)

4.97	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	93
4.98	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	94
4.99	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	94
4.100	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	95

(1000 ion)

4.101	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	95
4.102	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	96
4.103	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	96
4.104	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	97

(10 000 ion)

4.105	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	97
4.106	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	98
4.107	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	98
4.108	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	99

Bagi Tenaga 100 keV sudut 30°

4.109	Plot taburan jarak penembusan bagi 100 ion	99
4.110	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	100
4.111	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	100
4.112	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	101
4.113	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	101
4.114	Plot taburan jarak penembusan bagi 1000 ion	102

4.115	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	102
4.116	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	103
4.117	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	103
4.118	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	104
4.119	Plot taburan jarak penembusan bagi 10 000 ion	105
4.120	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	105
4.121	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	106
4.122	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	106
4.123	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	107
(100 ion)		
4.124	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	107
4.125	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	108
4.126	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	108
4.127	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan (1000 ion)	109
4.128	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	109
4.129	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	110
4.130	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	110
4.131	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan (10 000 ion)	111
4.132	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	111

4.133	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	112
4.134	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	112
4.135	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan Bagi tenaga 100 keV sudut 60°	113
4.136	Plot taburan jarak penembusan bagi 100 ion	113
4.137	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	114
4.138	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	114
4.139	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	115
4.140	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	115
4.141	Plot taburan jarak penembusan bagi 1000 ion	116
4.142	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	116
4.143	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	117
4.144	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	117
4.145	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	118
4.146	Plot taburan jarak penembusan bagi 10 000 ion	118
4.147	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	119
4.148	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	119
4.149	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	120

4.150	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang Y melawan Z	120
(100 ion)		
4.151	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	121
4.152	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	121
4.153	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	122
4.154	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	122
(1000 ion)		
4.155	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	123
4.156	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	123
4.157	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	124
4.158	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	124
(10 000 ion)		
4.159	Taburan Ion bagi kehilangan tenaga dalam proses pengionan	125
4.160	Kehilangan tenaga akibat penghasilan fonon melalui pergerakan Ion dan sentakan atom	125
4.161	Taburan ion bagi Fenomena kerosakan kekisi Silikon	126
4.162	Taburan ion bagi tenaga untuk sentakan	126
Bagi tenaga 1.0 MeV sudut 0°		
4.163	Plot taburan jarak penembusan bagi 100 ion	131
4.164	Penyerakan ion sahaja pada paksi X melawan Y	131
4.165	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Y	132
4.166	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi membujur X melawan Z	132
4.167	Penyerakan ion dan sentakan atom pada paksi melintang	