

**PEMBANGUNAN SISTEM NYAH CEMAR KIMIA ANGGOTA UNTUK
TENTERA DARAT MALAYSIA**

TAN MENG LOON

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

PEMBANGUNAN SISTEM NYAH CEMAR KIMIA ANGGOTA UNTUK
TENTERA DARAT MALAYSIA

TAN MENG LOON

Laporan projek ini dikemukakan sebagai memenuhi
syarat penganugerahan ijazah Sarjana Kejuruteraan
Mekanikal – Teknologi Pembuatan Termaju

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknologi Malaysia

JAN 2006

Kepada Tuhan yang disayangi, isteri saya Cindy Sim yang dikasihi,
ibu bapa saya dan rakan seperjuangan saya
Ho Chee Kean dan Shahid bin Abdul Rahman.

PENGHARGAAN

Dalam menyediakan tesis ini, saya mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia tesis, En. Abdul Rahman bin Abdul Rahim, jurulatih Pusat Pertahanan Nuklear, Biologi dan Kimia 3 Div iaitu SSjn Truna Othman, Sjn Johari Biaman dan pegawai-pegawai di dalam Rejimen Askar Jurutera Diraja. Mereka telah membantu saya di dalam menjayakan projek sarjana ini.

ABSTRAK

Pergolakan di sekitar dunia pada masa kini mesti diberi perhatian yang sewajarnya dalam menghadapi sebarang kemungkinan serangan dan ancaman senjata kimia. Perkara ini dipandang serius dengan peningkatan jumlah pergerakan yang telah dilakukan oleh pihak penganas dan tahap teknologi yang diperolehi oleh mereka. Nyah cemar merupakan proses pembersihan pakaian dan peralatan yang digunakan selepas seseorang melaksanakan operasi di kawasan yang tercemar. Satu sistem nyah cemar kimia untuk Tentera Darat Malaysia (TDM) adalah amat penting bagi membolehkan satu misi mencapai objektifnya. Kajian projek ini telah membangunkan satu sistem nyah cemar kimia anggota yang sesuai untuk digunakan di dalam Malaysia. Sistem nyah cemar kimia anggota ini dibangunkan dengan menggunakan kesemua proses pembangunan produk yang dicadangkan untuk kegunaan TDM. Teknologi nyah cemar kimia ini masih boleh diterokai dengan lebih mendalam kerana ianya merupakan satu proses pertahanan yang kritikal dan penting di dalam pertahanan Malaysia.

ABSTRACT

Disputes and unstable status of today's world must be tackled wisely and as those irresponsible parties may decide to use chemical weapons as their option. This matter should be in top priority as the number of the terrorist attacks keep increasing from time to time and the technology knowledge of terrorist should not be looked down upon. Chemical decontamination is a process of cleaning the protective clothings and equipments that had been used by a soldier after he or she had gone into a contaminated area for carrying out their duty. A suitable chemical decontamination system for the Malaysian Army is very vital for the success of a mission. In this project a suitable chemical decontamination system had been developed for the Malaysian Army and this system can be used anywhere in Malaysia. The development process of this system is customised to suit the Malaysian Army's needs and its framework is suggested to be used for all the development projects that will be involving the military in Malaysia. The chemical decontamination technology is still young in this region and it is a very vital technology for any countries to develop themselves for their own defence purposes.

KANDUNGAN

BAB	TAJUK	MUKASURAT
1	PENGENALAN	1
	1.1 Pengenalan Kepada Bab 1	1
	1.2 Latarbelakang Kajian	1
	1.3 Masalah Yang Dihadapi	3
	1.4 Objektif	5
	1.5 Skop Kajian	5
	1.6 Metodologi	5
	1.7 Definisi Kajian	6
	1.8 Kepentingan Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota	6
	1.9 Kesimpulan	7
2	KAJIAN ILMIAH	
	2.1 Pengenalan Kepada Bab 2	7
	2.2 <i>PRODUCT DEVELOPMENT : Past Research, Present Findings and Directions</i> (S.L Brown dan K.M Eisenhardt)	10
	2.3 <i>Product Development Decisions : A Review of The Literature</i> (V. Krishan dan K.T Ulrich's)	11
	2.4 Rumusan Kajian Ilmiah Untuk Pembangunan Produk	12
	2.5 Senjata NBK dan Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota	16
	2.6 Sistem Pertahanan Nuklear, Biologi Dan Kimia	17
	2.7 Proses Nyah Cemar NBK	20
	2.8 Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota Dari Negara Lain	25
	2.9 Kesimpulan	27

3	METODOLOGI DAN PERLAKSANAAN	
3.1	Pengenalan Kepada Bab 3	28
3.2	Pendekatan Kajian	29
3.3	Perolehan Keperluan ATM	30
3.4	Menganalisa Dan Membentuk Sistem Nyah Cemar Kimia	30
3.5	Kajian Ilmiah Tentang Proses Pembangunan Produk Dan Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota	31
3.6	Mengenal Pasti Proses Penting Dalam Membangunkan Satu Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota Untuk ATM	31
3.7	Konsep Rekabentuk Dan Rangka Kerja Pembangunan	32
3.7	Mengenal Pasti Komponen Teknikal Dalam Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota	32
3.9	Kesimpulan	32
4	RANGKA KERJA PEMBANGUNAN PRODUK UNTUK TENTERA DARAT MALAYSIA	
4.1	Pengenalan	36
4.2	Kompleksiti Tugas	36
4.3	Cadangan Rangka Kerja Pembangunan Produk Untuk TD	37
4.4	Kesimpulan	49
5	KERJA-KERJA REKABENTUK SISTEM NYAH CEMAR KIMIA	
5.1	Pengenalan	50
5.2	Proses Pembangunan Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota	50
5.2.1	Keperluan Pengguna (Pihak TD) Di Dalam Satu-satu Stesyen Nyah Cemar Kimia	51

5.2.2	Keperluan Pengguna Yang Dihasilkan	53
5.3	Rekabentuk Konsep	57
5.4	Konsep Akhir	60
5.5	Sub Stesyen Di Dalam Keseluruhan Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota	62
5.5.1	Stesyen 1 – Pembersihan Kasut Perlindungan dan Topeng Perlindungan	62
5.5.2	Stesyen 2 – Tempat Mandian 1	63
5.5.3	Stesyen 3 – Proses Pengesanan Menggunakan CAM	63
5.5.4	Stesyen 4 – Penanggalan Baju Perlindungan NBK	65
5.5.5	Stesyen 5 – Penanggalan Seluar Perlindungan NBK	66
5.5.6	Stesyen 6 – Penanggalan Kasut Perlindungan NBK	67
5.5.7	Stesyen 7 – Penanggalan Sarung Perlindungan NBK	68
5.5.8	Stesyen 8 – Penanggalan Baju Kerja	69
5.5.9	Stesyen 9 – Penanggalan Seluar Kerja	70
5.5.10	Stesyen 10 – Penanggalan Kasut Kerja	71
5.5.11	Stesyen 11 – Penanggalan Topeng Perlindungan NBK	71
5.5.12	Stesyen 12 – Mandian 2 Dan Pengesanan Dengan CAM	72
5.5.13	Stesyen 13 – Proses Pengagihan Peralatan Kerja Yang Baru	72
5.6	Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota Untuk Tentera Darat Malaysia	75
5.6.1	Modul 1 – Sistem Janakuasa Dan Saliran Air	77
5.6.2	Modul 2 – Sistem Pengesanan Agen Kimia	81

5.6.3	Modul 3 – Sistem Penyimpanan Dan Pengangkutan	82
5.6.4	Modul 4 – Sistem Pengurusan Bahan Sisa Kimia	84
5.6.5	Modul 5 – Sistem Pengumpulan Peralatan Terpakai	89
6	KESIMPULAN	
6.1	Pengenalan	91
6.2	Rangka Kerja Pembangunan Produk TD	91
6.3	Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota	92
6.4	Sumbangan Projek	99
6.5	Rancangan Masa Depan	99
	RUJUKAN	100
	Lampiran A - N	

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Perbandingan kajian pembangunan produk	8
5.1	Rumusan kehendak pengguna, operator dan teknikal	53
5.2	Perbandingan antara Konsep 1 dan Konsep 2	59

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Rancangan penubuhan pusat pertahanan, nuklear, biologi dan kimia di semua divisyen	2
2.1	Perspektif keputusan penting dalam pembangunan produk	11
2.2	Proses dalam pembangunan produk baru	12
2.3	Perkaitan setiap cabang dalam pembangunan produk baru	15
2.4	Pakaian perlindungan NBK individu	18
2.5	Carta alir pengurusan operasi NBK	20
2.6	Set nyah cemar NBK kulit/individu	22
2.7	Susunatur kawasan nyah cemar pesawat terbang	24
3.1	Rangka kerja pembangunan sistem nyah cemar kimia anggota untuk ATM	33
3.2	Cadanangan susunatur untuk satu sistem nyah cemar NBK di kawasan operasi	34
3.3	Elemen rangka kerja yang akan digunakan untuk melaksanakan projek	35

4.1	Rangka kerja pembangunan produk TD	38
4.2	Struktur organisasi untuk tim pengguna	39
4.3	Proses yang melibatkan faktor-faktor rekabentuk dalam pembangunan produk untuk TD	43
4.4	Entiti elemen kejuruteraan	48
5.1	Rangka kualiti untuk sistem nyah cemar kimia anggota	56
5.2	a. Konsep 1 – Bentuk 'U'	57
	b. Konsep 2 – Bentuk sebaris	58
5.3	Stesyen nyah cemar kimia anggota TD	61
5.4	Tatacara pembersihan kasut dan topeng perlindungan NBK di stesyen 1	63
5.5	Proses pengesanan menggunakan CAM	64
5.6	Tatacara penanggalan baju perlindungan NBK	66
5.7	Tatacara penanggalan seluar perlindungan NBK	67
5.8	Tatacara penanggalan kasut perlindungan NBK	68
5.9	Tatacara penanggalan sarung tangan perlindungan NBK	69
5.10	Tatacara penanggalan baju kerja	70
5.11	Tatacara penanggalan topeng perlindungan NBK	71

5.12	Khemah stesyen 13	72
5.13	Struktur sistem nyah cemar kimia anggota	74
5.14	Sub-sistem yang terlibat untuk mendirikan satu stesyen nyah cemar kimia anggota	75
5.15	MPDS TD	76
5.16	Bahagian penting dalam MPDS	77
5.17	Sistem mandian yang direka untuk digunapakai dengan MPDS	80
5.18	Agen cecair kimia pelarut	81
5.19	CAM	82
5.20	Sistem penyimpanan untuk pengangkutan peralatan nyah cemar	83
5.21	Trak 3 tan yang digunakan oleh TD	83
5.22	Lapisan lantai	84
5.23	Pam vakum bagi proses mengepam sisa bahan kimia	86
5.24	Tempat takungan air mandian	87
5.25	Contoh tangki sisa kimia	88
5.26	Tempat takungan untuk pembersihan kasut perlindungan	89

NBK

5.27	Tong pengumpulan peralatan terpakai	90
6.1	Rumusan komponen sistem nyah cemar kimia anggota	98

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKASURAT
2.1	Perbandingan kajian pembangunan produk	8
5.1	Rumusan kehendak pengguna, operator dan teknikal	53
5.2	Perbandingan antara Konsep 1 dan Konsep 2	59

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKASURAT
A	Peruntukan Kewangan Untuk Peralatan NBK Bagi TD	101
B	Pakaian Perlindungan Buatan <i>Karcher</i> yang diguna oleh pihak TD	102
C	Kesan-Kesan Senjata Kimia Dan Biologi	133
D	Tatacara Nyah Cemar Individu	141
E	Proses Nyah Cemar Berpasangan	146
F	Sistem Nyah Cemar Negara Lain	149
G	Rumusan Elemen Rekabentuk	161
H	Manual Pengguna MPDS	162
I	Gambar Sistem Mandian Yang Dicadangkan	176
J	Cadangan Spesifikasi Treler	180
K	Saiz tangki pengumpulan air kotor	186
L	Gambar Ketika Latihan Bersama Bomba Malaysia	188

M	Rumusan sumbangan projek	189
N	Kerjasama pembangunan produk pertahanan	194

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Bab ini akan menerangkan objektif kajian. Ianya juga menerangkan langkah yang terlibat dalam menjayakan projek ini.

1.2 Latarbelakang Kajian

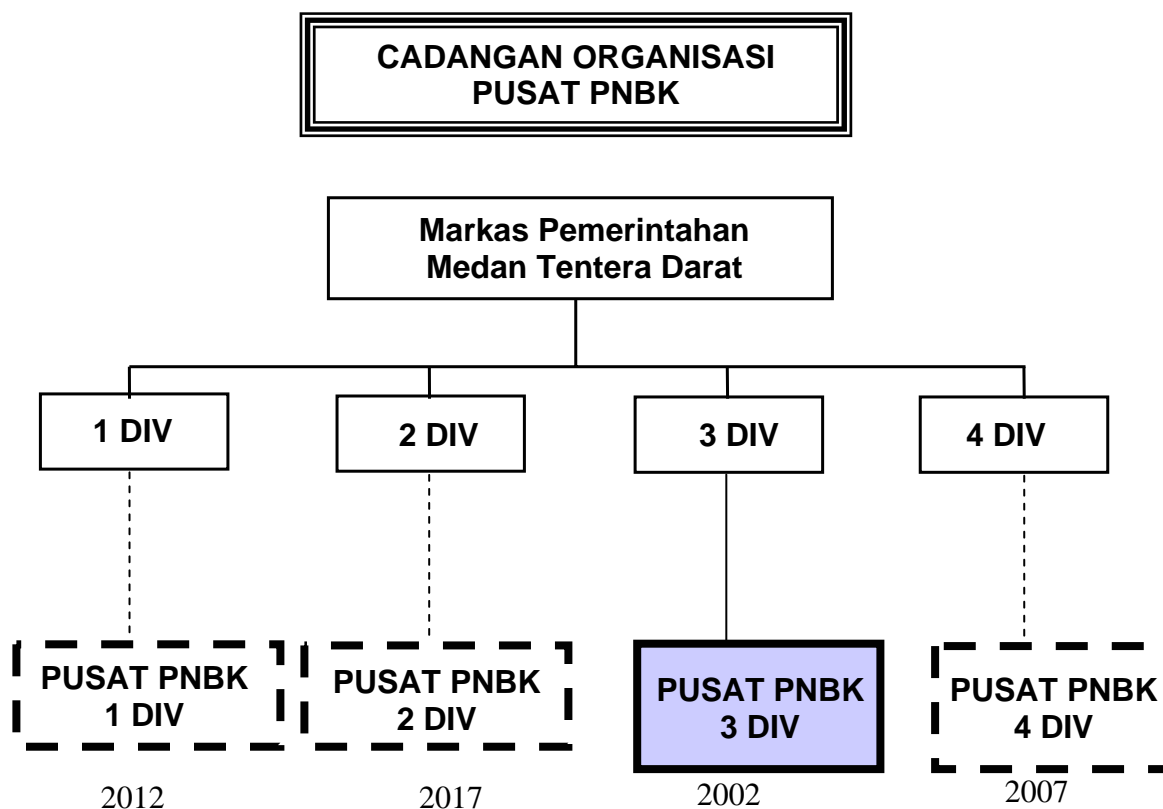
Projek ini adalah mengenai kajian rekabentuk sistem nyah cemar kimia anggota untuk kegunaan Angkatan Tentera Malaysia (ATM). Asas pelaksanaan projek ini adalah berpandukan kepada proses asas pembangunan produk. Rekabentuk sistem nyah cemar anggota untuk ATM mengambil kira semua langkah pembangunan di mana kesemua proses ini akan dijadikan sebagai satu rangka kerja untuk pembangunan satu sistem nyah cemar anggota ATM.

Ketidaktentuan persekitaran dunia pada masa kini mesti diberi perhatian sewajarnya dalam menghadapi sebarang kemungkinan serangan dan ancaman nuklear, biologi dan kimia (NBK). Malaysia telah mengambil pendekatan cegah rintang dalam mempertahankan tanah air dari sebarang ancaman luar dan dalaman. Selaras dengan pendekatan tersebut Angkatan Tentera Malaysia (ATM) telah mengambil langkah awal

untuk mempersiapkan anggota dengan ilmu dan kemahiran dalam mempertahankan diri dari serangan NBK.

Rancangan penstrukturan semula TD menyaksikan semua Kor termasuk Rejimen Askar Jurutera DiRaja (RAJD) menyusun semula pasukannya. Cadangan menubuhkan Markas Pusat Pertahanan Nuklear, Biologi dan Kimia Tentera Darat (MK PNBK TD) adalah satu pendekatan bagi memperkenalkan konsep pertahanan NBK dalam TD.

Pada masa ini hanya 3 Divisyen (Div) akan dilengkapi dengan elemen PNBK dan akan diikuti oleh divisyen yang lain di masa hadapan seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.1. Penubuhan MK PNBK TD bertujuan menyediakan TD dalam menghadapi serangan dan bencana NBK.



Rajah 1.1: Rancangan penubuhan pusat pertahanan nuklear, biologi dan kimia di semua divisyen

1.3 Masalah Yang Dihadapi

Buat masa ini ATM tidak mempunyai agensi yang berkemampuan untuk menangani sebarang isu yang berkaitan dengan nuklear, biologi dan kimia (NBK) ataupun dikenali sebagai *chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN)*. Penumpuan pada masa kini adalah memberikan pendedahan kepada anggota TD dalam semua aspek peperangan NBK. Tanggungjawab ini diberi kepada Institut Kejuruteraan Medan Tentera Darat (IKEM), Kluang. IKEM telah terlibat dengan latihan individu PNBK sejak tahun 1987. Walau bagaimanapun latihan ini hanya pada tahap satu (*awareness*) dan tertumpu kepada pegawai dan PTT Kanan sahaja.

Senjata NBK lebih merbahaya berbanding dengan senjata konvensional kerana keupayaan memusnahkan kehidupan termasuk harta benda. Ia memberi kesan psikologi jangka panjang kepada mangsa. Menyedari keperluan tersebut, TD telah menubuhkan satu agensi untuk mengatasi ancaman NBK.

Penubuhan MK PNBK TD adalah untuk meningkatkan keupayaan TD menangani ancaman NBK. Pengurusan aspek PNBK di peringkat Kor Rejimen Askar Jurutera Diraja (RAJD) akan lebih berkesan dengan penubuhan elemen PNBK di setiap Divisyen.

Penubuhan ini dilakukan dengan menilai keperluan berlandaskan kepada Dasar Pertahanan Negara supaya keupayaan berdikari dan cegah rintang dapat dipertingkatkan. Penubuhan ini masih mempunyai kekurangan dari segi peralatan yang di mana kebanyakan peralatan pertahanan NBK ini menelan belanja yang banyak. Untuk membolehkan satu Divisyen mempertahankan ancaman NBK, ianya memerlukan peruntukan kewangan lebih kurang RM 95 juta seperti yang ditunjukkan dalam Lampiran A.

Operasi NBK ini dibahagikan kepada 4 cabang utama iaitu :

- i. Pengelakan pencemaran NBK.
- ii. Perlindungan NBK.
- iii. Nyah cemar NBK.
- iv. Pengurusan operasi NBK.

Nyah cemar merupakan proses pembersihan pakaian dan peralatan yang digunakan selepas seseorang melaksanakan operasi di kawasan yang tercemar. Pihak ATM masa kini masih tidak berupaya untuk melaksanakan proses nyah cemar ke atas satu pasukan atau kumpulan askar yang akan berundur dari kawasan yang dicemari oleh agen NBK. Pakaian perlindungan yang telah dipakai oleh seseorang askar yang beroperasi di kawasan yang dicemari oleh agen NBK boleh digunakan lagi pada masa yang akan datang sebab pakaian perlindungan NBK kini direka untuk digunakan berulang kali. Doktrin yang dipraktikkan pada masa lepas adalah untuk memusnahkan pakaian perlindungan tersebut setelah digunakan sekali. Selain daripada itu, askar yang keluar dari kawasan operasi juga perlu dibersihkan supaya mereka boleh terus melaksanakan tugas yang lain seperti membuat laporan tinjauan, melibatkan diri dalam pos kawalan dan melakukan tugas-tugas staf dan juga tugas dalam pengkalan. Penggunaan sumber manusia dengan cara ini adalah amat kritikal kerana pihak ATM telah mengurangkan bilangan askar dari 150 ribu orang kepada 80 ribu orang. Pengurangan sebanyak 45% ini memerlukan seorang soldadu untuk memahirkan diri dengan sekurang-kurangnya dalam 2 kemahiran. Oleh itu, elemen kepantasan untuk seseorang soldadu itu berupaya melaksanakan tugas lain adalah amat penting. Untuk menampung bebanan kerja yang lebih ini, peralatan yang lebih canggih telah ataupun akan dibeli oleh pihak ATM. Sistem nyah cemar kimia anggota untuk pihak ATM perlu dirombak supaya ianya boleh menampung keperluan operasi dan menjamin kesiapan siagaan ATM sebilang masa.

Langkah-langkah untuk membeli sistem nyah cemar NBK ini dari negara lain telah dijalankan tetapi kebanyakan pihak industri pertahanan NBK dari negara lain

menyatakan bahawa mereka hanya akan menjual sistem yang asas dan tiada pemindahan teknologi. Segala pembaikan dan ulang bekal peralatan tersebut akan dilaksanakan oleh pengeluar.

1.4 Objektif

Objektif projek ini adalah untuk menghasilkan satu konsep rekabentuk dalam membangunkan sistem nyah cemar kimia anggota untuk kegunaan operasi dan juga latihan ATM. Rangkakerja rekabentuk ini boleh dijadikan sebagai rujukan pada masa depan untuk kajian dan pembangunan di peringkat ATM di bawah Institut Teknologi Sains Pertahanan (KEMENTAH).

1.5 Skop Kajian

Skop projek ini adalah seperti berikut:

- i. Menghasilkan satu sistem nyah cemar kimia anggota.
- ii. Melibatkan rekabentuk serta pembangunan prototaip untuk sistem ini.

1.6 Metodologi

Kaedah yang akan digunakan untuk menghasilkan rangka kerja ini adalah berasaskan kepada proses pembangunan produk baru (*New product development*). Bagi rekabentuk konsep sistem nyah cemar kimia anggota, ianya akan dilaksanakan mengikut kaedah pembangunan produk yang dicadangkan. Konsep sistem nyah cemar kimia

anggota akan dijadikan sebagai rujukan untuk penyediaan Keperluan Staf Am (KESAM) ataupun dikenali sebagai *need statement* dan direka mengikut keperluan anggota yang beroperasi di medan.

1.7 Definisi Kajian

Nyah cemar NBK merupakan proses pembersihan anggota dan peralatan yang beroperasi di kawasan yang tercemar. Nyah cemar NBK ini dibahagikan kepada 5 cabang, iaitu :

- i. Nyah cemar NBK serta merta.
- ii. Nyah cemar anggota.
- iii. Nyah cemar peralatan.
- iv. Nyah cemar pesawat terbang.
- v. Nyah cemar kapal laut.

1.8 Kepentingan Sistem Nyah Cemar Kimia Anggota

Mengikut doktrin Tentera Darat sekarang, mana-mana pakaian perlindungan NBK yang telah dipakai oleh anggota di kawasan tercemar akan dilupuskan selepas satu kali guna dengan cara memusnah bakar. Proses pelupusan ini dilakukan sedemikian kerana pihak ATM sehingga kini masih tidak mempunyai satu sistem yang membolehkan anggota menanggalkan pakaian perlindungan NBK dan membolehkan pakaian tersebut dikumpul. Pakaian perlindungan NBK zaman kini boleh diguna pakai sekurang-kurangnya 10 kali berbanding dengan pakaian lama yang mesti dimusnahkan selepas satu kali kegunaan (Lihat Lampiran B). Harga pakaian NBK adalah dua kali ganda tetapi boleh digunakan sebanyak 10 kali. Oleh itu, satu sistem pengumpulan

pakaian perlindungan NBK perlu diadakan dan sistem tersebut juga boleh menyahcemarkan anggota dalam masa lebih singkat berbanding dengan cara nyah cemar berpasangan yang diamalkan sekarang.

1.9 Kesimpulan

Sistem nyah cemar kimia anggota merupakan satu peralatan operasi yang penting dalam menghadapi ancaman NBK. Penerokaan dalam teknologi pertahanan ini dapat menjamin keselamatan negara kita di mana peralatan kritikal merupakan sesuatu produk yang dibangunkan dan dibina oleh industri tempatan.

BAB 3

METODOLOGI DAN PELAKSANAAN KAJIAN

3.1 Pengenalan

Bab ini menerangkan mengenai metodologi yang akan digunakan untuk melaksanakan projek ini dan beberapa aspek pelaksanaan iaitu :

- i. Proses pembangunan untuk menentukan kejayaan produk.
- ii. Perolehan kehendak dari ATM berkenaan dengan sistem nyah cemar kimia anggota.
- iii. Menganalisa dan membentuk sistem nyah cemar kimia yang sesuai.
- iv. Pelaksanaan kajian ilmiah tentang proses pembangunan produk dan sistem nyah cemar kimia.
- v. Mengenalpasti proses-proses penting dalam membangunkan satu sistem nyah cemar kimia anggota untuk ATM.
- vi. Konsep rekabentuk dan rangka kerja pembangunan.