

JILID 4 • 2023

فرونتیئر
FRONTIER

**MEMPERKEMBANGKAN KEMAHIRAN
INOVASI BAGI PERTAHANAN MASA DEPAN**



KUMPULAN SAINS DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN
KEMENTERIAN PERTAHANAN, BRUNEI DARUSSALAM


FRONTIER

**Jilid 4: Memperkembangkan Kemahiran Inovasi bagi Pertahanan Masa Depan
Hak Cipta Terpelihara © 2023**

Kementerian Pertahanan Brunei Darussalam

Kandungan yang terdapat di dalam jurnal ini merupakan pandangan, idea dan pendapat pengarang masing-masing dan tidak semestinya mewakili Kementerian Pertahanan, Angkatan Bersenjata Diraja Brunei, jabatan-jabatanarah, jawatankuasa atau mana-mana kumpulan dan individu.

Semua hak terpelihara. Tidak ada mana-mana bahagian dalam jurnal ini dapat diterbitkan semula atau diedarkan dalam apa jua bentuk atau dengan apa jua cara, termasuk fotokopi, rakaman atau kaedah elektronik atau mekanikal lain, tanpa kebenaran daripada pengarang.

www.mindef.gov.bn 
mindefbrunei 

KUMPULAN FRONTIER

Penasihat

Pg Dr Haji Mohd Esa Al-Islam bin Pg Haji Md Yunus
*Timbalan Setiausaha Tetap (Pembangunan dan Pemeliharaan),
Kementerian Pertahanan*

Ketua Editor

Hasrinah binti Matyassin

Lembaga Editorial

Lt Kol Caslindawati binti Samil
Kdr Muhammad Nazrin bin Haji Sabli
Mej Dk Dr Nurhayatul Filzah binti Pg Damit
Mej (Dr) Ranald bin Mohd Faizal
Dr Sanny Choo Zi Lung

Kumpulan Penerbitan

Dr Nurhazwana binti Haji Jumat
Dr Hjh Siti Tajidah binti Haji Abd Talip
Lina 'Diyana binti Maidin
Ahmad Dzulkhairi bin Awg Haji Mail
Kapt Nuratiqah binti Saidi

Penghargaan Khas

Urusetia Sains dan Teknologi Pertahanan

*Para pengarang yang berminat bolehlah menghantar e-mel pertanyaan
kepada Urusteria Sains dan Teknologi Pertahanan
di def.technology@mindef.gov.bn*

KANDUNGAN

Mengenai FRONTIER	4
Kata-Kata Aluan Editorial	5
Perbincangan Mengenai Keberkesanan Penerapan Program Kesejahteraan Psikologi untuk Meningkatkan Prestasi Atlet dan Tentera Angkatan Bersenjata Diraja Brunei (ABDB) <i>Pengarang: Haji Mohamad Zulfan Farhi bin Haji Sulaini</i>	6
Merevolusikan Pengenalan dan Komunikasi Ketenteraan dengan Teknologi Antena NFC <i>Pengarang: Najwa Mohd Faudzi, PM Ir Dr Ahmad Rashidy Razali, PM Dr Asrulnizam Abd. Manaf, PM Ir Dr Nurul Huda Abd Rahman, Suraya Sulaiman, Aiman Sajidah Abd Aziz, Nora'zah Abdul Rashid, dan Ir Ts Dr Ahmad Azlan Ab Aziz</i>	20
Kontekstualisasi Ancaman KBRL di Brunei Darussalam <i>Pengarang: Kapt Nur Shazeerah binti Radinkanoro, Kapt Haji Md Khairi bin Haji Abdul Latif, dan Lt Ak Mohd Masduqi bin Pg Haji Damit</i>	32
Antena Mudah Alih Frekuensi Tinggi (HF) Near Vertical Incidence Skywave (NVIS) <i>Pengarang: Muhammad Rawie bin Bungsu dan Mohd Fazlee bin Umarzuki</i>	47
Interkom Simulator Padat Mudah Alih <i>Pengarang: Nadzirah binti Haji Ibrahim</i>	60

FRONTIER merupakan sebuah jurnal S&T Pertahanan yang diterbitkan di bawah bimbingan Kumpulan Sains dan Teknologi Pertahanan. Tujuan utama FRONTIER adalah bagi mengongsikan artikel, laporan dan kertas kerja teknikal yang disediakan oleh warga Kementerian Pertahanan (KEMENTAH) dan Angkatan Bersenjata Diraja Brunei (ABDB), dan juga institusi-institusi pegajian tinggi di Negara Brunei Darussalam. FRONTIER juga bertujuan untuk meningkatkan kesedaran, menjana perbincangan dan menyemai inovasi di dalam bidang S&T Pertahanan.

Selaras dengan usaha *digitisation* yang diterajui oleh Kumpulan S&T Pertahanan, salinan FRONTIER boleh dimuat turun dari laman sesawang rasmi KEMENTAH. Salinan terhad jurnal FRONTIER juga akan dicetak dan diedarkan kepada pegawai-pegawai kanan KEMENTAH dan ABDB, serta perpustakaan-perpustakaan di KEMENTAH dan ABDB.

MENGENAI FRONTIER

KATA-KATA ALUAN EDITORIAL

Hasrinah binti Matyassin, **Ketua Editor**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Kumpulan Sains dan Teknologi Pertahanan (DSTG) dengan ini sukacita melancarkan jilid keempat Jurnal FRONTIER yang membawa tema **‘Memperkembangkan Kemahiran Inovasi bagi Pertahanan Masa Depan’**.

Edisi keempat Jurnal FRONTIER kali ini mengetengahkan lima artikel yang meliputi pelbagai usaha dan kajian yang telah dilaksanakan oleh warga KEMENTAH dan ABDB serta pihak Universiti Teknologi Brunei (UTB) dalam usaha menambahbaik prestasi keupayaan pertahanan dari pelbagai aspek khususnya peralatan, fizikal tentera, kesihatan mental dan ancaman-ancaman sekuriti berbentuk *non-traditional*.

‘Perbincangan Mengenai Keberkesanan Penerapan Program Kesejahteraan Psikologi Untuk Meningkatkan Prestasi Atlet dan Tentera Angkatan Bersenjata Diraja Brunei (ABDB)’ membincangkan sama ada pelaksanaan program kesejahteraan psikologi adalah bermanfaat bagi kesihatan mental warga ABDB.

‘Merevolusikan Pengenalan dan Komunikasi Ketenteraan Dengan Teknologi Antena NFC’ merupakan kajian bagi meneliti cadangan penggunaan antena tag Near Field Communication (NFC) kos rendah dan fleksibel yang sesuai digunakan untuk pengenalan dan pengesahan dalam aplikasi ketenteraan dan pertahanan.

‘Kontekstualisasi Ancaman KBRL di Brunei Darussalam’ mengkaji penilaian risiko ancaman Kimia, Biologi, Radiologi dan Letupan (KBRL) bagi Brunei Darussalam sama ada ancaman KBRL perlu diberi perhatian.

‘Antena Mudah Alih Frekuensi Tinggi (HF) Near Vertical Incidence Skywave (NVIS)’ merupakan laporan yang membentangkan fungsi NVIS, perbezaan di antara NVIS dengan penyebaran Skywave tradisional dan hubungannya dengan ionosfera. Laporan juga mengemukakan cadangan penyelesaian menggunakan NVIS apabila dibandingkan dengan antena yang digunakan pada masa ini.

‘Interkom Simulator Padat Mudah Alih’ merupakan laporan yang membentangkan projek simulator yang direka untuk memudahkan proses kerja-kerja penyelenggaraan atau mencari kerosakan bagi Sistem Interkom Digital RF-7800I.

Dengan terbitnya jilid keempat ini diharap dapat merangsang dan mencetus ide-ide baru dalam pelbagai aspek sebagai usaha membudayakan inovasi di kalangan para pembaca secara amnya dan tenaga kerja KEMENTAH dan ABDB secara khususnya. Bagaimanapun, dalam usaha memperkembangkan kemahiran inovasi ini, penjagaan kesihatan dan kesejahteraan mental warga ABDB juga menjadi salah satu aspek yang perlu diambil perhatian. Selain itu, dalam situasi dunia yang serba moden dan berteknologi tinggi, kesedaran dan mekanisme untuk menangani ancaman-ancaman sekuriti berbentuk *non-traditional* perlu juga dipertingkatkan agar pertahanan sentiasa bersiap siaga demi keselamatan negara kekal terjaga.

وبالله التوفيق والهداية والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Mengenai Pengarang

Haji Mohammad Zulfan Farhi bin Haji Sulaini ialah seorang pegawai penyelidik dari Makmal Prestasi Manusia, Pusat Optima Kecergasan Tentera (POKT). Beliau memperoleh ijazah dalam bidang Fisiologi dan Farmakologi dari Universiti Leicester, dimana beliau telah membuat penyelidikan tentang fisiologi penyakit mental. Kajian tinjauan beliau dalam bidang ini telah memenangi anugerah Penyampai Terbaik di Simposium Penyelidikan Brunei di United Kingdom yang dihoskan oleh Persatuan Pasca Siswazah Brunei. Kini, beliau adalah pengasas bagi pertubuhan *Joint Initiative for the Well-being of All* (JIWA), iaitu sebuah pertubuhan bukan kerajaan yang bekerjasama rapat dengan Kementerian Kesihatan dalam menyediakan sumber bagi kesihatan mental kepada institusi, sekolah, agensi swasta dan awam, dan lain-lain. Kepakaran dan rangkaianannya yang luas telah menjangkau rantau Asia Tenggara, di mana beliau bekerjasama dengan pakar kesihatan mental untuk meningkatkan tahap celik kesihatan mental dan menangani isu kesihatan mental. Sebagai pengiktirafan atas sumbangan cemerlang beliau dalam bidang kesihatan mental, beliau telah dianugerahkan persekutuan (*fellowship*) daripada *Orygen*, sebuah institut penyelidikan kesihatan mental yang terkenal di Australia. Beliau juga merupakan jurulatih kesihatan mental dan kesejahteraan yang bertauliah, membantu individu mengembangkan daya tahan dalam kehidupan seharian mereka serta membantu meningkatkan prestasi dan kesejahteraan mereka. Pada masa ini, beliau bertanggungjawab dalam membuat penyelidikan mengenai dengan pelaksanaan program kesejahteraan psikologi bagi anggota Angkatan Bersenjata Diraja Brunei (ABDB) yang bertujuan untuk meningkatkan prestasi mereka.

Perbincangan Mengenai Keberkesanan Penerapan Program Kesejahteraan Psikologi untuk Meningkatkan Prestasi Atlet dan Tentera Angkatan Bersenjata Diraja Brunei (ABDB)

Pengarang: Haji Mohamad Zulfan Farhi bin Haji Sulaini

Abstrak

Program kesejahteraan psikologi telah dilaksanakan secara meluas dalam organisasi ketenteraan di seluruh dunia bagi meningkatkan prestasi atlet dan tentera. Artikel ini bertujuan untuk membincangkan dan menjelaskan sama ada pelaksanaan program kesejahteraan psikologi adalah bermanfaat buat ABDB. Artikel ini meninjau dengan lebih lanjut lagi tentang latar belakang kesihatan mental dikalangan anggota ABDB, merujuk kepada kajian semakan saintifik tentang manfaat program tersebut, mencadangkan kaedah dan model untuk pelaksanaannya, dan meramalkan manfaat jangka panjang yang boleh diperolehi daripadanya. Secara keseluruhan, kajian semakan dan testimoni saintifik dan organisasi ketenteraan mendapati program kesejahteraan psikologi adalah bermanfaat terutamanya dalam menyumbang kepada prestasi dan kesejahteraan anggota. Ini termasuk dari segi peningkatan daya tahan tentera, pengurangan risiko kecederaan dan peningkatan kesihatan dan prestasi tentera secara keseluruhan. Manfaatnya juga termasuk berpuas hati terhadap kerja (dari segi ekonomi), kos perubatan yang dikurangkan, kadar pengekalan askar, semangat sosial dan kesepaduan, dan strategi dalam menyelesaikan misi. Artikel ini juga meliputi halangan-halangan bagi pelaksanaan program tersebut, termasuk ketidakkonsistenan dalam keberkesanan program tersebut serta ketetapan anggota untuk mengambil bahagian dalam program tersebut disebabkan oleh isu privasi dan invasif, dan mempertimbangkan implikasi etika ke atas dasar. Organisasi ketenteraan juga berkongsi cara penyelesaian bagi setiap cabaran tersebut yang boleh diambil kira semasa pembangunan program tersebut. Secara keseluruhannya, penilaian berterusan dan kerjasama daripada pakar, seperti ahli psikologi tentera, adalah diperlukan untuk memastikan program tersebut berkesan dan lancar dilaksanakan di ABDB, terutamanya pada peringkat awal.

Pengenalan

Semakin ramai yang menyedari bahawa kesihatan dan kesejahteraan mental adalah penting bagi prestasi atlet dan tentera serta kualiti hidup secara keseluruhan. Oleh itu, Angkatan Bersenjata Diraja Brunei (ABDB) telah mengutamakan untuk mewujudkan program kesihatan mental bagi anggota tentera dan atlet. Inisiatif ini bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan anggota serta mengoptimalkan potensi prestasi mereka.

Artikel ini akan membincangkan tentang manfaat yang boleh diperolehi daripada program kesejahteraan psikologi ABDB tersebut dalam meningkatkan prestasi dan kesihatan keseluruhan anggota. Bagi mencapai objektif ini, kita akan melihat daripada perspektif disiplin dan antarabangsa, pendekatan baru dan hala tuju untuk masa hadapan.

Pertama, kita akan membincangkan sebab mengapa kesihatan mental adalah penting bagi prestasi tentera dan juga atlet. Kami juga akan memberikan gambaran keseluruhan akan program tersebut di ABDB dan cara mendekati program tersebut untuk kesihatan mental. Kami juga akan membincangkan manfaat yang akan diperolehi daripada melaksanakan program ini, seperti prestasi yang lebih baik, daya tahan dan kesihatan keseluruhan.

Seterusnya, kita akan melihat hasil penyelidikan saintifik tentang manfaat program kesejahteraan psikologi dalam ketenteraan dan sukan, dan pada program khusus yang telah berjaya meningkatkan prestasi dan kesejahteraan. Kita juga akan melihat hasil kajian kes ketenteraan dan sukan antarabangsa yang telah menggunakan program kesejahteraan psikologi dan melihat hasil yang positif.

Apabila membincangkan cara melaksanakan program kesejahteraan psikologi di ABDB, kita akan melihat cara untuk membentuk kandungan program latihan dan mencadan-

gkan untuk menggunakan model yang berpotensi bagi pelaksanaannya. Kita juga akan melihat beberapa manfaat yang berpotensi daripada pelaksanaan program ini di ABDB dalam jangka masa panjang seperti bagaimana ianya boleh menjejaskan pengambilan, pengendalian dan kesediaan keseluruhan tentera.

Akhir sekali, kita akan membincangkan tentang halangan-halangan yang berpotensi untuk menjejaskan pelaksanaannya, strategi untuk mengatasinya dan hala tuju masa depan untuk dipertimbangkan. Kami akan mengakhiri artikel ini dengan mencadangkan agar program kesejahteraan psikologi ini ditubuhkan bagi meningkatkan prestasi dan kesejahteraan serta menggalakkan budaya kesihatan mental dan daya tahan di seluruh negara.

Latar belakang

Pelan Tindakan Kesihatan Mental Brunei bagi tahun 2022–2025 adalah merupakan langkah besar ke arah mengiktiraf betapa pentingnya kesihatan mental di negara ini. Pelan ini sedang diusahakan oleh semua kementerian negara termasuk Kementerian Pertahanan. Matlamatnya adalah untuk memperbaiki dan menangani kesihatan mental. Pelan Tindakan Kesihatan Mental menggariskan empat strategi utama, iaitu:

1. Memperkukuh kepimpinan dan tadbir urus yang berkesan untuk kesihatan mental.
2. Mengukuhkan perkhidmatan kesihatan mental dengan memastikan ketersediaan serta kebolehcapaian perkhidmatan kesihatan mental yang berkualiti dan komprehensif.
3. Mengukuhkan promosi kesihatan mental dan pencegahan gangguan mental.
4. Membangun kapasiti sistem maklumat dan penyelidikan negara untuk kesihatan mental.

Sebagai sebahagian daripada usaha negara untuk melaksanakan rancangan ini, adalah penting bagi ABDB untuk mengambil peranan aktif dalam mempromosikan kesihatan mental dan kesejahteraan di kalangan anggota perkhidmatannya.

Pada masa ini, Pusat Optima Kecergasan Tentera (POKT) telah menawarkan pelbagai program latihan fizikal untuk meningkatkan prestasi atlet dan tentera. Latihan psikologi dan kognitif bagaimanapun masih di peringkat awal, memandangkan kesihatan mental adalah subjek baru yang dititikberatkan di negara ini. Atas sebab inilah perbincangan untuk melaksanakan program kesejahteraan psikologi di ABDB ini penting.

Beberapa organisasi ketenteraan di seluruh dunia telah mengiktiraf kepentingan kesihatan mental dikalangan tentera, dan kajian telah menunjukkan bahawa program sedemikian sangat membantu. Jadi, adalah penting bagi ABDB untuk bertindak proaktif dalam melaksanakan program-program ini dan memastikan kesihatan mental atlet dan tentera mereka.

Dengan mengadakan program kesejahteraan psikologi tersebut, ABDB boleh memberikan para atlet dan tenteranya alat atau sumbu yang mereka perlukan untuk meningkatkan kesihatan mental dan daya tahan mereka, yang seterusnya akan meningkatkan lagi keseluruhan prestasi mereka.

Kepentingan kesejahteraan psikologi dalam tentera

Bagi memahami manfaat yang boleh diperolehi daripada pelaksanaan program kesejahteraan psikologi untuk tentera dan atlet ABDB, individu itu terlebih dahulu harus memikirkan akan peranan kesihatan mental dan kesejahteraan dalam tentera. Banyak organisasi tentera menganggap kesihatan mental adalah sangat penting terhadap kesihatan, prestasi dan kesejahteraan keseluruhan. Akibatnya, anggota tentera dan atlet di seluruh

dunia semakin memberi perhatian kepadanya.

Sebagai akibatnya juga, banyak angkatan tentera telah melaksanakan program untuk membantu anggotanya yang mengalami masalah seperti kemurungan, kebimbangan dan gangguan tekanan selepas trauma (ataupun *post-traumatic stress disorder* (PTSD)). Usaha menekankan kesihatan mental ini bertujuan untuk meningkatkan kesediaan dan keberkesanan tentera. Disamping itu, ia juga penting dari segi moral untuk menjaga kesihatan mental orang yang berkhidmat untuk negara mereka.

Hasil daripada penyelidikan yang telah dibuat menunjukkan bahawa berkhidmat di arena ketenteraan boleh memberi kesan psikologi yang buruk kepada seorang individu itu, contohnya, ia boleh memberi kesan pada mereka yang pernah menyertai pertempuran dan juga daripada persekitaran yang memberi kesan traumatik pada mereka yang melakukan kerja pejabat setiap hari. Satu kajian yang diterbitkan dalam *Jurnal Perubatan Tentera* mendapati bahawa anggota tentera yang bekerja dalam pekerjaan bukan pertempuran, seperti kerja di pejabat, melaporkan bahawa tahap kemurungan, kebimbangan, dan PTSD adalah lebih tinggi daripada pekerja awam dengan pekerjaan yang serupa [1].

Disamping itu, kesihatan dan kesejahteraan mental juga diiktiraf sebagai sebahagian penting dalam prestasi atlet. Ramai atlet yang mempunyai masalah kesihatan mental seperti kebimbangan, kemurungan, dan keletihan.

Kebiasaannya, para atlet perlu berhadapan dengan tekanan yang unik, seperti persainan yang sengit dan jadual latihan yang panjang dan mencabar, sambil melaksanakan tanggungjawab mereka. Satu kajian yang diterbitkan dalam *Journal of Strength and Conditioning Research* mendapati bahawa atlet tentera mempunyai tahap tekanan psikologi

yang lebih tinggi daripada atlet kolej, yang mana ianya juga dikaitkan dengan peningkatan risiko kecederaan [2]. Tekanan ini boleh menjejaskan keseluruhan kesihatan dan kesejahteraan mental atlet atau tentera dengan ketara, serta mempengaruhi keupayaan mereka untuk melakukan yang terbaik.

Memandangkan betapa pentingnya kesihatan kesejahteraan mental kepada prestasi anggota tentera dan atlet, terdapat pelbagai usaha dan minat yang semakin meningkat bagi melaksanakan program untuk membantu para anggota tentera dan atlet mencapai potensi penuh mereka. Program ini berupaya untuk meningkatkan kesihatan mental dan daya tahan serta membantu orang yang mempunyai masalah dengan kesihatan mental mereka. Berikutnya, kita akan membincangkan manfaat yang mungkin dapat diperolehi daripada menitikberatkan program seperti ini dalam ABDB, melihat kajian kes yang berkaitan, dan menyentuh beberapa kajian semakan saintifik.

Bukti yang menyokong keberkesanan program kesejahteraan psikologi untuk meningkatkan prestasi keseluruhan atlet/tentera

Hasil penyelidikan telah menunjukkan bahawa program kesejahteraan psikologi dapat membantu tentera dan atlet berasa lebih baik dan melakukan lebih baik dalam pekerjaan mereka. Sebagai contoh, kajian yang dijalankan oleh Jones *et al.*, mendapati bahawa anggota tentera yang mengambil bahagian dalam program untuk meningkatkan kesihatan mental mereka kurang berkemungkinan untuk merasa tertekan atau cemas berbanding tentera yang tidak mengambil bahagian dalam program tersebut.

Satu lagi kajian yang dijalankan oleh Smith *et al.* mendapati bahawa atlet yang menerima sokongan dan latihan psikologi mempunyai hasil kesihatan mental yang lebih baik dan tahap prestasi olahraga yang lebih tinggi daripada mereka yang tidak menerima [3].

Hasil penyelidikan juga telah menunjukkan bahawa *Comprehensive Soldier and Family Fitness (CSF2)* Tentera Amerika Syarikat (A.S.) membantu meningkatkan kesihatan mental dan prestasi fizikal anggota tentera. Kajian yang dijalankan oleh Adler *et al.* (2017) mendapati bahawa anggota tentera yang mengambil bahagian dalam program *Comprehensive Soldier Fitness (CSF)* mempunyai hasil kesihatan mental yang lebih baik dan lebih tahan terhadap tekanan berbanding tentera yang tidak menyertai program tersebut [4]. Kementerian Pertahanan Singapura telahpun menyediakan program bagi meningkatkan kekuatan mental, kawalan emosi dan prestasi keseluruhan tentera mereka. Hasil daripada kajian yang dijalankan oleh Bolton *et al.* (2018) mendapati bahawa program CSF2 Tentera A.S. mampu mengurangkan faktor risiko bunuh diri dikalangan tentera [5].

Disamping itu, tentera dan atlet yang cedera juga berpeluang untuk mendapatkan semula keyakinan dan memulihkan fizikal dan mental mereka. Program "*Op Recovery*" Tentera British juga membantu tentera yang tercedera dengan masalah kesihatan mental mereka [6]. Program ini menggunakan terapi fizikal, kaunseling dan sokongan sosial untuk membantu tentera agar berasa lebih baik dan mendapatkan semula keyakinan mereka. Mereka mendapati bahawa tentera yang menyertai program pemulihan tersebut dapat meningkatkan kesihatan mental dan fizikal mereka.

Program psikologi ini juga telah memberi manfaat kepada generasi yang lebih tua. Kerajaan Australia telah melaksanakan beberapa program psikologi untuk menyokong veteran, termasuk Program Perkhidmatan Kaunseling Veteran dan Keluarga Veteran, iaitu Program *Veterans and Veterans Families Counselling Service (VVCS)*, Program Kesihatan Mental Veteran dan menubuhkan portal web kesihatan mental *At Ease*. Kajian mendapati bahawa program itu berkesan dalam mengurangkan keterukan gejala PTSD,

kemurungan, kebimbangan, dan penyalahgunaan alkohol dalam 70% peserta.

Selain itu, hasil penyelidikan telah mendapati bahawa kelemahan mental boleh memberi kesan yang merbahaya. Menurut kajian yang diterbitkan dalam Jurnal *Strength and Conditioning Research*, keletihan mental boleh mengakibatkan prestasi yang lebih buruk dan peningkatan risiko kecederaan [7]. Satu lagi kajian mendapati bahawa tentera dan atlet yang mempunyai masalah kesihatan mental, seperti gangguan kecemasan atau kemurungan, lebih terdedah kepada kecederaan muskuloskeletal dan kurang cergas secara fizikal [8].

Hasil penyelidikan juga mendapati bahawa program tersebut juga mampu meningkatkan kadar pengekatan, hubungan keluarga dan juga ekonomi. Kajian yang dijalankan oleh RAND Corporation (Rush *et al.*, 2017) mendapati bahawa anggota tentera yang mengambil bahagian dalam program CSF2 kurang berkemungkinan untuk meninggalkan ketenteraan lebih awal berbanding anggota yang tidak mengambil bahagian dalam program tersebut. [9]. Disamping itu, kajian yang dijalankan oleh Meinhold *et al.* (2019) juga mendapati bahawa program CSF2 dapat membantu mencegah kos perubatan yang besar yang disebabkan oleh ketidakhadiran dan kecederaan yang berkaitan dengan tekanan [10]. Kajian yang dijalankan oleh O'Neil *et al.*, 2010 mendapati bahawa melatih anggota tentera dengan daya tahan psikologi mampu meningkatkan komunikasi dan kerja berpasukan, yang boleh meningkatkan and membuahkan misi yang berjaya [11].

Secara keseluruhan, hasil dapatan dan perspektif antarabangsa ini menunjukkan bahawa program kesejahteraan psikologi boleh menjadi cara yang terbaik untuk meningkatkan prestasi dan kesihatan keseluruhan tentera dan atlet. Dengan memberi tentera dan atlet kemahiran dan alatan yang mereka perlukan untuk menangani tekanan kewajipan peribadi dan profesional, program ini boleh mem-

bantu memastikan mereka sentiasa dalam kesihatan mental yang baik dan melakukan pekerjaan mereka dengan sebaik mungkin sambil mengurangkan risiko kecederaan dan masalah kesihatan mental.

Reka bentuk dan pelaksanaan program kesejahteraan psikologi di Angkatan Bersenjata Diraja Brunei

Peningkatan psikologi dan kesejahteraan tentera dan atlet di ABDB memerlukan program komprehensif yang merangkumi pelbagai latihan kesihatan mental untuk daya tahan mereka. Program ini akan bertindak sebagai strategi pencegahan, iaitu dengan cara melengkapkan tentera dan atlet dengan kemahiran dan strategi untuk menguruskan tekanan secara berkesan, mengawal emosi mereka, menyelesaikan masalah, menetapkan matlamat, dan memupuk minda yang positif. **Rajah 1** menunjukkan kandungan bagi program kesihatan psikologi tersebut.

Latihan pengurusan tekanan akan menjadi komponen teras program tersebut dan akan merangkumi pelbagai teknik relaksasi, beberapa amalan kesedaran, dan strategi tingkah laku kognitif untuk membantu tentera dan atlet menghadapi tekanan tinggi yang mungkin mereka alami dalam bidang kerja mereka.

Latihan pengawalan emosi juga akan diterapkan ke program tersebut untuk melatih tentera dan atlet cara untuk mengenali dan mengawal emosi mereka secara sihat dan produktif. Latihan ini akan menumpukan strategi untuk mengawal kemarahan, kekecewaan, dan kebimbangan dan akan membantu tentera dan atlet meningkatkan kesedaran dan mengawal emosi.

Latihan penyelesaian masalah juga akan dijadikan sebagai satu elemen penting program tersebut, melatih tentera dan atlet cara bagi mengharungi cabaran dan halangan dengan berkesan. Latihan ini akan merangkumi strategi untuk memecahkan masalah kompleks kepada masalah yang lebih kec-

il, lebih mudah diurus dan membangunkan jalan penyelesaian yang lebih praktikal dan berkesan.



Rajah 1: Model bagi gambaran keseluruhan kandungan program kesejahteraan psikologi: Penyelesaian Masalah, Penetapan Matlamat, Pengurusan Tekanan, Pengawalan Emosi dan Pemikiran Positif.

Latihan penetapan matlamat juga akan melatih tentera dan atlet untuk menetapkan matlamat yang realistik yang selaras dengan nilai dan motivasi mereka. Latihan ini akan membantu mereka dalam membangunkan pelan tindakan untuk mencapai matlamat mereka dan menyediakan mereka dengan alat yang mereka perlukan untuk kekal bermotivasi dan fokus.

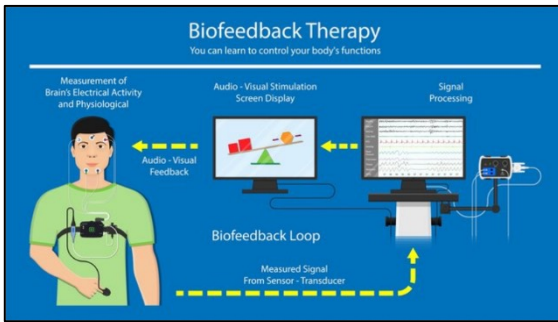
Akhir sekali, **latihan berfikiran positif** akan melatih tentera dan atlet untuk memupuk minda yang positif dan memberi tumpuan kepada kekuatan dan pencapaian mereka. Latihan ini akan menyediakan mereka alat untuk merangka semula pemikiran negatif, mencari makna dan tujuan dalam situasi yang sukar, dan mengekalkan rasa optimis dan harapan.

Akademi ketenteraan di seluruh dunia telah berjaya melaksanakan reka bentuk kandungan yang serupa, seperti Pusat Tentera Amerika Syarikat untuk Prestasi Dipertingkat (ACEP), Strategi Kesihatan Mental Angkatan Bersenjata Kanada, Strategi Kesihatan Mental Angkatan Pertahanan Australia dan Strategi Kesihatan Mental Kementerian Pertahanan United Kingdom.

Sebagai tambahan kepada latihan, ujian penilaian dan saringan psikologi individu juga adalah aspek penting dalam program ini. Ujian ini akan menilai mood dan membuat saringan bagi sesiapa yang mempunyai masalah trauma, PTSD atau masalah kesihatan mental yang lain, yang boleh menjejaskan prestasi mereka. Ujian penilaian psikologi seperti *Beck Depression Inventory* (BDI), *Brief Resilience Scale* (BRS) dan *Defence Mechanisms Inventory* (DMI) telah digunakan untuk menilai daya tahan pesakit sebagai tindak balas kepada tekanan dan bagi mengesan sebarang trauma seperti PTSD.

Diantara peralatan program yang digunakan adalah termasuk pemantau kadar jantung dan teknologi biofeedback yang mengukur kebolehubahan kadar denyutan jantung (*heart rate variability* (HRV)) untuk mengukur sejauh mana anggota tentera dan atlet mengawal sistem saraf mereka. **Rajah 2** menggambarkan cara teknologi *biofeedback* beroperasi dengan pesakit. Penggunaan instrumen ini memerlukan latihan untuk menggunakan program dan teknologi tersebut. Program seperti *HeartMath*, *MindGym*, *The Performance Lifestyle Program*, dan CSF juga menawarkan pensijilan dan modul latihan khusus untuk pelatih.

Disamping itu, ianya juga penting untuk diingat bahawa tidak semua program kesihatan psikologi dicipta sama. Contohnya, program CSF yang dilaksanakan oleh Tentera A.S. memfokuskan pada membina daya tahan dan mencegah isu kesihatan mental seperti kemurungan, kebimbangan dan PTSD. Sebaliknya, program Jalan Menuju Kesiediaan Mental (*Road to Mental Readiness* (R2MR)) Angkatan Bersenjata Kanada memberi tumpuan kepada mengurangkan stigma yang mengelilingi isu kesihatan mental dan menggalakkan usaha untuk mencari bantuan. Oleh itu, melaksanakan program yang betul memerlukan pendekatan yang komprehensif dan berasaskan bukti bergantung kepada keperluan dan objektif ABDB untuk para tentera dan atlet.



Rajah 2: Teknologi biofeedback mengukur aktiviti elektrik otak sewaktu penilaian psikologi dan kognitif. Hasil ujian akan dimasukkan ke dalam komputer untuk pemrosesan isyarat dan untuk ditafsirkan oleh penilai.

Dalam bahagian berikutnya, kami akan membentangkan gambaran visual bagi model yang telah kami bangunkan untuk melaksanakan program kesihatan psikologi dalam organisasi ketenteraan. Dengan mengadakan program kesejahteraan psikologi dalam ABDB, para anggota tentera dan atlet kita boleh belajar bagaimana cara untuk menangani tekanan dan mengekalkan kesihatan mental mereka dalam keadaan yang baik, yang mana ianya diharap akan memberi kesan prestasi yang lebih baik dan mengurangkan risiko kecederaan.

Cadangan bagi model pelaksanaan program kesejahteraan psikologi

Model yang berjaya harus mempertimbangkan cabaran unik yang dihadapi oleh anggota tentera, seperti pendedahan terhadap tekanan pertempuran, penempatan yang lama dan budaya hierarki. Untuk mewujudkan program yang berkesan, model tersebut mestilah dimulai dengan menjalankan penilaian keperluan yang menyeluruh bagi mengenal pasti keperluan dan kebimbangan khusus kakitangan ABDB. Program ini akan mengumpul data mengenai gejala kesihatan mental, tekanan, dan strategi mengatasinya dengan cara menjalankan kaji selidik, temu bual dan perbincangan kumpulan fokus. Berdasarkan maklumat yang diperolehi, program tersebut boleh disesuaikan dan akan merangkumi pel-

mental, psikoterapi dan program sokongan rakan sebaya. Selain itu, adalah juga penting untuk mewujudkan saluran komunikasi yang jelas dan menyediakan latihan dan sokongan kepada pemimpin tentera, yang mana mereka ini memainkan peranan penting dalam mempromosikan budaya kesejahteraan psikologi. **Rajah 3** meringkaskan lima peringkat utama untuk melaksanakan program kesihatan psikologi tersebut.

Penilaian keperluan: Langkah pertama model berkenaan adalah untuk menjalankan penilaian keperluan yang menyeluruh bagi mengenal pasti keperluan kesihatan psikologi khusus ABDB. Langkah ini melibatkan menjalankan kaji selidik, perbincangan kumpulan fokus, temu bual dan kaedah pengumpulan data lainnya. Hasil keputusan penilaian akan digunakan untuk memaklumkan pembangunan program yang akan disesuaikan menurut keperluan khusus ABDB.

Pembangunan program: Berdasarkan penilaian keperluan yang dijalankan, langkah seterusnya adalah membangun program kesejahteraan psikologi berdasarkan keperluan ABDB yang telah dikenal pasti. Program ini haruslah berasaskan bukti (*evidence-based*)



Rajah 3: Lima langkah metodologi yang diperlukan dalam melaksanakan program kesejahteraan psikologi.

dan menerapkan amalan terbaik dalam kesihatan psikologi. Program ini harus komprehensif, dengan memasukkan elemen penting seperti pendidikan, kaunseling, kumpulan sokongan, dan intervensi lain yang sesuai.

Pelaksanaan program: Program kesejahteraan psikologi ini juga mestilah berkesan dan cekap. Langkah ini melibatkan penyediaan latihan yang sesuai kepada kakitangan program, mewujudkan saluran komunikasi dengan pihak berkepentingan, dan membangunkan prosedur untuk memantau dan menilai program tersebut. Program ini perlu diperkenalkan secara berperingkat bagi memastikan kakitangan dan pihak berkepentingan bersedia secukupnya untuk pelaksanaannya.

Penyampaian program: Kejayaan program kesejahteraan psikologi ini boleh ditentukan melalui pemantauan dan penilaian. Langkah ini melibatkan pengumpulan data untuk mengukur hasil dan keberkesanan program, mengenal pasti faktor atau aspek untuk penambahbaikan, dan membuat penyelarasan yang perlu terhadap program tersebut. Proses pemantauan dan penilaian hendaklah berterusan dan melibatkan kakitangan program, pihak berkepentingan dan peserta.

Penilaian: Akhir sekali, adalah penting untuk sentiasa menilai keberkesanan program tersebut dan membuat penyelarasan yang diperlukan bagi memastikan program ini akan sentiasa memenuhi keperluan kakitangan ABDB. Langkah ini memerlukan penilaian dan perbincangan yang kerap melalui maklum balas peserta dan penyelidikan berterusan dalam bidang kesejahteraan psikologi.

Kesan potensi jangkaan terhadap Angkatan Tentera

Kesan yang dijangkakan dengan menerapkan program kesejahteraan psikologi dalam ABDB adalah banyak dan luas. Program-program ini boleh meningkatkan kesihatan dan kesejahteraan keseluruhan mental anggota tentera serta meningkatkan prestasi fizikal

dan kognitif mereka. Kesan utama yang diharap daripada program ini adalah peningkatan dalam advokasi dan daya tahan kesihatan mental para anggota.

Latihan daya tahan boleh membantu para anggota menghadapi tekanan dan keperluan kehidupan tentera dengan lebih baik. Pada masa yang sama, pemeriksaan sariran psikologi juga boleh meningkatkan kesedaran tentang isu kesihatan mental dan menggalakkan usaha dalam mencari bantuan dalam ABDB. Dengan meningkatkan daya tahan dan kesedaran, program kesejahteraan psikologi ini juga boleh mengurangkan risiko gangguan kesihatan mental, seperti kemurungan dan PTSD, di kalangan anggota ABDB yang tidak menyedarinya dan menanganinya.

Sebagai tambahan kepada kesan kesejahteraan dan kesihatan mental yang lebih baik, pasukan sukan ABDB, terutamanya, boleh juga mendapat manfaat daripada program ini dengan meningkatkan kualiti atlet mereka dalam mewakili ABDB dan negara secara keseluruhan. Sebagai contoh, latihan kesedaran boleh meningkatkan prestasi fizikal dan fungsi kognitif, manakala terapi tingkah laku kognitif boleh membantu dalam menguruskan kesakitan dan meningkatkan kualiti tidur mereka dengan lebih baik. Dengan menambah baik faktor-faktor ini, program kesejahteraan psikologi ini akan membantu anggota dalam melaksanakan tugas mereka dengan lebih baik dan meningkatkan kesediaan misi keseluruhan.

Selain itu, program ini juga boleh meningkatkan kepuasan kerja dan kadar pengekalan di kalangan anggota. Dengan menggalakkan persekitaran kerja yang positif dan menyokong, program kesejahteraan psikologi boleh membantu para anggota untuk berasa lebih terlibat dan berpuas hati dengan kerja mereka. Kesan ini, seterusnya, dapat membantu mengurangkan stigma kesihatan mental, ketidakhadiran, dan kadar pusing ganti (*turnover*) kerja serta meningkatkan se-

mangat keseluruhan dalam organisasi.

Dengan program yang sedia ada seperti perkhidmatan kaunseling di pusat PRIHATIN, program pemulihan di Klinik Perubatan Sukan, dan program penilaian/peningkatan kecergasan yang dijalankan oleh Makmal Prestasi Manusia di POKT, melaksanakan program kesejahteraan psikologi adalah sangat bermanfaat dan relevan dalam mengoptimalkan sepenuhnya kualiti kecergasan anggota dan atlet ABDB.

Secara keseluruhannya, pelaksanaan program kesejahteraan psikologi di ABDB berpotensi untuk memberi kesan positif terhadap kesihatan mental dan fizikal anggota dengan ketara, serta prestasi keseluruhan dan kepuasan kerja mereka. Dengan penilaian program yang berterusan dan kerjasama antara jabatan dan pakar berkaitan, manfaat yang dijangka akan mengukuhkan lagi kesediaan ketenteraan ABDB dalam pelbagai disiplin.

Cabaran dalam melaksanakan program kesejahteraan psikologi dan penyelesaiannya

Mewujudkan inisiatif kesejahteraan psikologi dalam organisasi ketenteraan tidak terlepas daripada menghadapi cabaran. Antara cabarannya termasuklah variasi dalam penyampaian program, isu mengenai kebolehpercayaan data yang diperolehi, dan implikasi etika beberapa prosedur yang digunakan di program tersebut. Kajian yang dijalankan oleh Greenberg *et al.* (2015) mendapati bahawa para anggota tentera melihat penyertaan dalam program latihan daya tahan psikologi sebagai pencerobohan privasi [12]. Di samping itu, beberapa anggota tentera juga khuatir bahawa penyertaan mereka dalam program itu akan diibaratkan sebagai lemah. Oleh itu, adalah penting untuk mempertimbangkan konteks budaya semasa dalam melaksanakan program ini dan bagaimana peserta akan menerimanya.

Selain itu, pertimbangan juga harus diberikan dalam memahami bagaimana untuk memastikan keberkesanan pelaksanaan program. Kajian yang dijalankan oleh Zamorski *et al.* (2019) mendapati bahawa walaupun terdapat bukti untuk menyokong keberkesanan terapi kesihatan mental dalam ketenteraan, terdapat juga bukti ketidakkonsistenan dalam melaksanakan rawatan ini di pelbagai institusi tentera [13]. Terdapat banyak penjelasan terhadap ketidakkonsistenan dalam keberkesanan program kesejahteraan psikologi tersebut. Salah satu punca utamanya ialah keperluan untuk menyelaraskan program intervensi tersebut, yang membuatnya mustahil untuk membandingkan keputusan pelbagai program. Ketidaksamaan dalam populasi yang diperiksa, tahap dan jenis keadaan psikologi yang ditangani menyebabkan ketidakkonsistenan dalam keberkesanan program.

Para penyelidik oleh itu menasihatkan bahawa adalah penting untuk mempunyai reka bentuk program yang telus dan piawai dengan komponen intervensi yang jelas, ukuran hasil dan protokol penilaian. Disamping itu, mereka juga menyarankan para pengendali program untuk menjalankan penilaian yang teliti terhadap keberkesanan program dan menangani sebarang isu yang dikenal pasti dengan segera. Tambahan pula, adalah penting untuk mempertimbangkan keperluan dan keutamaan peserta program dan menyediakan mereka dengan intervensi yang disesuaikan bagi memastikan keberkesanan yang maksimum.

Implikasi etika program kesejahteraan psikologi dalam organisasi ketenteraan adalah satu cabaran terakhir yang perlu dipertimbangkan, yang mana terdapat kemungkinan bahawa alat ini boleh mengenal pasti anggota yang tidak layak untuk bertugas. Ini boleh memberi kesan yang mendalam buat individu tersebut [14]. Selain itu, terdapat kebimbangan mengenai pengaruh program ini terhadap privasi dan autonomi tentera, terutamanya dalam situasi di mana peserta

mungkin dipaksa [15].

Oleh yang demikian, para ahli akademik menyarankan agar penyertaan dalam program kesihatan psikologi dalam ketenteraan untuk dijadikan pilihan dan dianggap sulit/rahsia bagi mengurangkan kesukaran etika. Dengan berbuat demikian, anggota tentera dapat menyertai program tersebut tanpa rasa takut akan tindakan balas atau kesan negatif. Kajian yang dijalankan oleh Adler *et al.* (2018), sebagai contoh, mencadangkan agar organisasi ketenteraan menjalankan penilaian berterusan terhadap program kesejahteraan mental mereka untuk mengesahkan bahawa semua keperluan tentera mereka dipenuhi juga dan mengenal pasti akan sebarang kesukaran atau percanggahan etika [16]. Begitu juga, Kajian yang dijalankan oleh Dursa *et al.* (2014) mendapati bahawa keupayaan program kesihatan mental tentera untuk menyediakan penjagaan yang bijaksana, tepat pada masanya dan berkesan sambil menangani kesukaran etika secara serentak adalah penting untuk keberkesannya [17]. Disamping itu, dasar kerahsiaan juga harus memastikan peserta boleh mendedahkan maklumat sensitif tanpa rasa takut akan akibatnya. Tambahan pula, program harus diwujudkan dan dilaksanakan dengan mengambil kira pendapat daripada pakar psikologi dan etika ketenteraan untuk memastikan program ini berkesan dan mematuhi norma etika.

Cadangan masa depan

Memandangkan organisasi tentera terus memberi penekanan yang lebih besar terhadap program kesihatan psikologi, terdapat beberapa cadangan dan pendekatan tidak konvensional yang patut diterokai pada masa hadapan.

Terapi realiti maya: Salah satu pendekatan yang menjanjikan ialah penggunaan terapi realiti maya untuk merawat PTSD dan keadaan kesihatan mental yang lainnya. Teknologi realiti maya boleh mencipta semula senario pertempuran, membolehkan veteran

menghadapi dan mengatasi trauma mereka dalam persekitaran yang terkawal dan selamat. Walaupun masih dalam peringkat awal pembangunan, terapi realiti maya telah pun menunjukkan hasil yang menjanjikan dan boleh menjadi alat penting untuk rawatan kesihatan mental tentera pada masa hadapan.

Program berasaskan kesedaran: Program berasaskan kesedaran telah mendapat populariti dalam beberapa tahun kebelakangan ini di atas keupayaannya untuk menggalakkan kesejahteraan psikologi dan mengurangkan tekanan. Program-program ini boleh memberi manfaat kepada anggota tentera yang menghadapi tekanan dan cabaran yang unik. Dengan mengajar teknik kesedaran, anggota tentera boleh belajar mengurus emosi mereka dan meningkatkan daya tahan mereka, yang akhirnya akan membuahkan hasil kesihatan mental yang lebih baik.

Satu kajian yang diterbitkan dalam Jurnal *Anxiety Disorders* pada 2018 mendapati terapi pendedahan realiti maya adalah berkesan dalam mengurangkan gejala gangguan kecemasan sosial dan meningkatkan prestasi fizikal [18]. Terdapat pengurangan yang ketara pada peserta yang menerima terapi realiti maya semasa mengalami cabaran fizikal dan mental di bawah halangan realiti maya.

Program sokongan rakan sebaya: Program sokongan rakan sebaya menghubungkan individu dengan pengalaman yang dikongsi dengan tujuan untuk memberikan sokongan emosi dan praktikal. Program-program ini telahpun menunjukkan keberkesanan dalam mempromosikan kesejahteraan psikologi dalam pelbagai tetapan, termasuk tentera. Dengan mencipta program sokongan rakan sebaya khusus untuk anggota tentera, mereka boleh membina hubungan yang bermakna dengan rakan yang lain yang memahami cabaran unik kehidupan tentera. Para penyelidik yang mengkaji program sokongan rakan sebaya menunjukkan bahawa program sokongan rakan sebaya dikaitkan dengan pengurangan yang ketara dalam gejala

PTSD dan penyalahgunaan bahan [19].

Pendekatan holistik: Pendekatan holistik terhadap kesihatan mental, yang mengambil kira keseluruhan individu - badan, minda dan semangat - boleh menjadi cara yang berkesan untuk menggalakkan kesejahteraan psikologi dikalangan tentera. Pendekatan ini boleh menggabungkan terapi pelengkap dan alternatif, seperti akupunktur atau yoga, ke dalam program rawatan kesihatan mental tradisional. Percubaan terkawal rawak yang dijalankan oleh Tentera A.S. mendapati gabungan yoga dan meditasi berkesan dalam mengurangkan gejala PTSD di kalangan veteran [20]. Kajian juga mendapati bahawa terdapat pengurangan gejala PTSD pada kumpulan yang menerima yoga dan meditasi berbanding kumpulan kawalan.

Teknologi digital: Aplikasi mudah alih boleh dimanfaatkan, terutama oleh anggota yang mempunyai akses yang terhad terhadap sumber kesihatan mental atau yang mungkin teragak-agak untuk mendapatkan rawatan kesihatan mental tradisional. Aplikasi ini boleh digunakan pada bila-bila masa, di mana-mana sahaja dan mampu menawarkan sokongan secara rahsia kepada mereka yang memerlukannya. Sesetengah aplikasi kesihatan mental juga membantu anggota tentera untuk memantau tahap kecergasan fizikal dan mental mereka, seperti aplikasi Department of Veterans Affairs (VA) PTSD Coach, yang menyediakan sumber dan sokongan untuk para veteran yang mengalami masalah PTSD dan kecederaan.

Kesimpulannya, dengan terus meneroka pendekatan baru dan tidak konvensional untuk rawatan kesihatan mental, organisasi ketenteraan akan dapat memastikan bahawa para anggotanya mendapat akses kepada penjagaan yang terbaik. Apabila kemajuan teknologi dan kesedaran meningkat, peluang untuk menambah baik program ini menjadi lebih jelas. Dengan ini, prestasi dan kesejahteraan atlet dan tentera ABDB akan terus meningkat.

Kesimpulan

Kesimpulannya, mempromosi kesejahteraan psikologi dalam ABDB adalah keutamaan kritikal yang memerlukan perhatian segera. Cabaran yang dihadapi oleh anggota tentera boleh memberi implikasi yang tidak baik terhadap kesihatan fizikal, kesihatan mental, dan kesejahteraan keseluruhan mereka, serta terhadap keberkesanan dan kesediaan organisasi secara keseluruhan. Walau bagaimanapun, dengan melaksanakan program kesejahteraan psikologi untuk keperluan unik dan cabaran anggota ABDB, kita boleh membuat perubahan yang ketara dalam kehidupan mereka yang berkhidmat untuk negara kita. Program ini mempunyai banyak manfaat, termasuk dalam meningkatkan prestasi fizikal dan mental, meningkatkan semangat, dan kesihatan serta kesejahteraan keseluruhan dengan lebih baik. Manfaat program ini juga boleh diperluaskan ataupun dilaratkan kearah disiplin lain, seperti ekonomi, keupayaan kerja, pengekalan, kejayaan misi dan pembangunan peribadi. Dengan model dan pelaksanaan reka bentuk yang dicadangkan, ABDB boleh mengambil organisasi ketenteraan lain di seluruh dunia sebagai contoh, terutama dalam meningkatkan pengetahuan dan amalan baharu. Walaupun mungkin terdapat cabaran atau halangan dalam melaksanakan program ini, terdapat juga peluang yang lebih signifikan dengan memanfaatkan kemajuan dalam teknologi dan sains. Terdapat keyakinan bahawa dengan sumber yang betul dan sokongan yang ada, akan ada kemajuan yang ketara ke arah ABDB yang lebih sihat dan berdaya tahan.

Rujukan

- [1] Chung J, Sliter M. Relationships between military culture and mental health stigma among military personnel, veterans, and civilians. *Military Psychology* 2018;30(5):385-398.
- [2] McCarthy MS, Johnson CD, Paulson R, Karwoski B, Grier T, Canham-Chervak

- M. Psychological stress and musculoskeletal injury risk in US Army soldiers. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2018;32(5):1315-1321.
- [3] Smith RE, Smoll FL, Cumming, SP. Effects of a mental skills training program on self-reported mental health, stress, and coping among athletes, *Journal of Applied Sport Psychology* 2019; 31(2):155–170
- [4] Adler AB, Bliese PD, McGurk D, Hoge CW, Castro CA. Soldier Comprehensive Fitness: A Cross-sectional Examination of Psychological and Physical Health and Resilience in a Sample of Soldiers. *Military Psychology* 2017;29(6): 511–524.
- [5] Bolton R, West RP, O’Neal E, Castro CA. CSF2 Sustainment Training: Results of a Randomized Controlled Trial. *Military Psychology* 2018;30(4):271-281.
- [6] Murphy KM, McGuire TG, Cawley J. The Op Recovery Program: Retrospective analysis of outcomes among enrollees in a voluntary addiction treatment program. *Journal of Substance Abuse Treatment*; 2017;74:57-63.
- [7] Marcora SM, Staiano W, Manning V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2009;23(2):246-251.
- [8] Zamorski MA, Rusu C, Garber BG. Prevalence and correlates of mental health problems in Canadian Forces personnel who deployed in support of the mission in Afghanistan: findings from postdeployment screenings, 2009-2012. *Canadian Journal of Psychiatry* 2013;58(3):138-146.
- [9] Rush J, Breslow L, Piacentini J, Pugh MJ. Evaluation of the comprehensive soldier and family fitness program: findings from the cross-sectional survey. Santa Monica, CA: RAND Corporation; 2017.
- [10] Meinhold JL, Shipherd JC, Batten SV . Army health promotion, risk reduction, suicide prevention: evaluation of the comprehensive soldier and family fitness program. *Military Medicine* 2019;184(suppl_1):386-394.
- [11] O’Neil ME, Kuczmarski TM, Brancu, M, Schult T, Fiedler ER, Kelley ML, Skopp NA. The effectiveness of resilience training for military personnel: a review and synthesis. Washington, DC: American Psychological Association; 2010.
- [12] Greenberg N, Docherty M, Gnanaprasam S, Wessely S. Managing the psychological effects of military trauma: an update. *World Psychiatry* 2015;14(2):181-187.
- [13] Zamorski MA, Rusu C, Boulos D, Garber BG. Mental health services in the Canadian Armed Forces: an overview of treatment programs and gaps in care. *Journal of Military and Veterans’ Health* 2019;27(2):12-20.
- [14] Shoemaker LK, Denneson LM, Golden RM, van den Pol RA. Feasibility of a soldier-centered assessment tool for mental resilience. *Military Medicine* 2013; 178(8):892-897.
- [15] Polusny MA, Erbes CR, Murdoch M, Ar-bisi PA, Thuras P, Rath M. Mindfulness-based resilience training for National Guard soldiers: a feasibility study. *Journal of Holistic Nursing* 2015;33(3):289-297.
- [16] Adler, A. B., Delahoy, P. J., Litz, B. T., Castro, C. A., Thomas, J. L., & Bliese, P. D. (2018). Implementing and evaluating the Army’s Comprehensive Soldier Fitness program. *American Psychologist*, 73(1), 38-50.
- [17] Dursa EK, Reinhard MJ, Barth SK, & Schneiderman AI. Prevalence of military sexual assault and reporting of sexual assault in a representative sample of military personnel. *JAMA Psychiatry* 2014;71(11):1156-1163.
- [18] Rizzo AA, Shilling R, Forbell E. Virtual reality and exposure therapy for anxiety dis-

orders: implications for military personnel. *Journal of Anxiety Disorders* 2018;55:68-78.

[19] Sayer NA, Noorbaloochi S, Frazier P, Carlson K, Gravely A, Murdoch M. Reintegration problems and treatment interests among Iraq and Afghanistan combat veterans receiving VA medical care. *Psychiatric Services* 2015;66(10):1081-1088.

[20] Jindani F, Turner N, Khalsa SB, Ritenbaugh C. Randomized trial of a yoga-based intervention for women with PTSD and chronic pain. *International Journal of Yoga Therapy* 2015;25(1):37-46.

Mengenai Pengarang

Najwa Mohd Faudzi menerima ijazah B. Sc dalam bidang Kejuruteraan Elektrik dari Hochschule Osnabrueck, Jerman pada tahun 2012 dan ijazah M. Sc dalam Kejuruteraan Elektrik dari Universiti Teknologi MARA (UiTM) Shah Alam, Malaysia. Pada masa ini, beliau sedang melanjutkan pengajian di peringkat PhD dalam Kejuruteraan Elektrik, Universiti Teknologi MARA Cawangan Pulau Pinang, Malaysia. Aspek penyelidikannya yang diminati termasuk sistem RFID, komunikasi medan dekat, reka bentuk antena dan teknologi gelombang mikro.

Afiliasi: Pengajian Kejuruteraan Elektrik, Kolej Kejuruteraan, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Pulau Pinang, Pulau Pinang, Malaysia

PM Ir Dr Ahmad Rashidy Razali menerima ijazah B.Eng (Kepujian) dalam bidang Kejuruteraan Elektronik dari Universiti Tenaga Nasional, Malaysia pada tahun 2002, ijazah M.Sc dalam Kejuruteraan Mudah Alih dan Komunikasi Satelit dari University of Surrey, United Kingdom pada tahun 2004. Pada tahun 2012, beliau menerima Ph.D dalam Kejuruteraan Telekomunikasi dari University of Queensland, Australia. Beliau kini merupakan Profesor Madya di Universiti Teknologi Mara, Pulau Pinang Malaysia. Beliau merupakan seorang Jurutera Profesional yang diiktiraf oleh Lembaga Jurutera Malaysia (BEM). Aspek penyelidikan yang diminati termasuk dalam antena, gelombang mikro dan sistem komunikasi.

Afiliasi: Pengajian Kejuruteraan Elektrik, Kolej Kejuruteraan, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Pulau Pinang, Pulau Pinang, Malaysia

PM Dr Asrulnizam Abd. Manaf menerima ijazah B.Eng dan M.Sc dalam Kejuruteraan Elektronik dari Universiti Teknologi Toyohashi (TUT), Jepun pada tahun 2001 dan 2005 masing-masing. Beliau menerima ijazah Ph.D dalam Asas Sains dan Teknologi daripada Universiti Keio, Jepun pada tahun 2009. Minat profesornya termasuk bidang penyepaduan penerima MEMS Bio/Fizikal berasaskan bendalir dengan litar bacaan CMOS, induktor berasaskan Fludik mikro, berasaskan bendalir mikro memristor, fabrikasi 3D mikro dan teknologi pemesinan silikon, penjana elektrik termoelektrik mikro fleksibel (mTEG), filem ultra nipis fleksibel, peranti elektronik berasaskan graphene dan Peranti IoT.

Afiliasi: Pusat Kecemerlangan Reka Bentuk Mikroelektronik Kolaboratif, Universiti Sains Malaysia, Malaysia

PM Ir Dr Nurul Huda Abd Rahman menerima M.Eng. ijazah dalam elektronik dari Universiti Surrey, Guildford, U.K., pada tahun 2008, dan Ph.D. ijazah dalam kejuruteraan elektrik, elektronik dan sistem dari Universiti Kebangsaan Malaysia, pada 2014. Beliau menyertai Astronautic Technology (M) Sdn. Bhd., sebagai Jurutera Kapal Angkasa, pada tahun 2008, di mana beliau terlibat dalam pelbagai projek pembangunan dan penyelidikan dan pembangunan satelit kelas kecil. Pada 2014, beliau telah dilantik sebagai Pensyarah Kanan di Universiti Teknologi MARA Malaysia (UiTM). Beliau kini bekerja dengan UiTM. Aspek penyelidikan yang diminati termasuk antena untuk aplikasi ruang dan daratan, antena tatasusunan, antena pemantul dan kanta, antena boleh pakai dan fleksibel, reka bentuk RF dan gelombang mikro, dan analisis elektromagnet. Beliau telah menjadi Jurutera Profesional Lembaga Jurutera Malaysia (BEM), sejak 2019.

Afiliasi: Pusat Penyelidikan Antena, Pengajian Kejuruteraan Elektrik, Kolej Kejuruteraan, Universiti Teknologi MARA, Shah Alam, Selangor, Malaysia

Suraya Sulaiman menerima ijazah B. Sc dalam Kejuruteraan Elektrik, Elektronik dan Sistem dari Universiti Kebangsaan Malaysia pada tahun 2003 dan ijazah M. Sc dalam bidang Kejuruteraan Elektrik, Elektronik dan Sistem dari Universiti Kebangsaan Malaysia pada tahun 2008. Pada masa ini, beliau bekerja sebagai penyelidik di MIMOS Berhad, Malaysia. Aspek penyelidikan yang diminati termasuk elektronik fleksibel bercetak untuk paparan, penerima dan aplikasi pengguna, teknologi cetakan inkjet, teknologi semikonduktor dan sistem RFID.

Afiliasi: MIMOS Berhad, Malaysia

Aiman Sajidah Abd Aziz menerima ijazah B. Eng dalam Kejuruteraan Biokimia dari Universiti Kebangsaan Malaysia pada tahun 2006. Beliau kini merupakan pegawai penyelidik di MIMOS Berhad, Malaysia. Aspek penyelidikan yang diminati tertumpu pada mensintesis pelbagai bahan nano konduktif untuk aplikasi elektronik fleksibel. Dia juga berminat dalam penerima elektrokimia, pembangunan biosensor.

Afiliasi: MIMOS Berhad, Malaysia

Nora'zah Abdul Rashid menerima ijazah B. Sc dalam Kimia Gunaan dari Universiti Kebangsaan Malaysia pada tahun 1994. Pada masa ini, beliau bekerja sebagai penyelidik di MIMOS Berhad, Malaysia. Aspek penyelidikan yang diminati termasuk pembangunan bahan termaju dalam elektronik fleksibel bercetak untuk paparan, penderia dan aplikasi pengguna, teknologi cetakan inkjet, teknologi semikonduktor dan sistem RFID.

Afiliasi: MIMOS Berhad, Malaysia

* **Ir Ts Dr Ahmad Azlan Ab Aziz** adalah ahli akademik yang cemerlang dengan Ijazah Kedoktoran dalam Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik dan berpengalaman bertahun-tahun sebagai penolong profesor di Universiti Teknologi Brunei (UTB). Dengan kepakaran reka bentuk antena dan komunikasi ketenteraan, penulis diiktiraf sebagai jurutera profesional dan jurutera profesional Bertauliah ASEAN (ACPE) dalam kejuruteraan elektrik, menjadikan mereka pihak berkuasa tertinggi dalam bidang tersebut. Cerapan dan idea mereka adalah sumber yang berharga bagi mereka yang ingin memahami komunikasi dan komunikasi ketenteraan dengan lebih baik.

Afiliasi: Universiti Teknologi Brunei, Brunei Darussalam

E-mel: azlan.aziz@utb.edu.bn

* *Pengarang koresponden*

Merevolusikan Pengenalan dan Komunikasi Ketenteraan dengan Teknologi Antena NFC

Pengarang: Najwa Mohd Faudzi, PM Ir Dr Ahmad Rashidy Razali, PM Dr Asrulnizam Abd. Manaf, PM Ir Dr Nurul Huda Abd Rahman, Suraya Sulaiman, Aiman Sajidah Abd Aziz, Nora'zah Abdul Rashid, dan Ir Ts Dr Ahmad Azlan Ab Aziz

Abstrak

Kepentingan tag pengenalan, atau loket tentera, tidak boleh dipandang remeh dalam aspek ketenteraan dan pertahanan. Walau bagaimanapun, sistem semasa telah membentangkan beberapa had, termasuk potensi keselamatan manusia dan keperluan untuk penggunaan fizikal untuk mengakses maklumat. Di samping itu, loket tentera yang sedia ada mempunyai kapasiti penyimpanan terhad untuk maklumat yang kritikal. Untuk menangani cabaran ini, kajian ini mengenal pasti penggunaan antena tag *Near Field Communication* (NFC) sebagai penyelesaian yang berpotensi. Penyelidikan ini bertujuan untuk mencadangkan antena tag NFC kos rendah dan fleksibel yang sesuai digunakan untuk pengenalan dan pengesahan dalam aplikasi ketenteraan dan pertahanan. Antena yang dicadangkan beroperasi pada 13.56 MHz, yang membolehkan komunikasi bersama pembaca NFC. Reka bentuk antena menggunakan dakwat perak sebagai elemen pengalir, *polyurethane terephthalate* (PET) sebagai substrat, dan cip NFC daripada *NXP Semiconductor*. Antena yang dicadangkan telah disimulasikan menggunakan perisian *CST Simulation*, dan prestasi telah disahkan melalui pengukuran. Keputusan menunjukkan bahawa julat bacaan tag maksimum yang dicapai adalah 2.8 sm, dan antena mampu menahan lenturan pada pelbagai sudut dengan julat bacaan minimum 1.5 sm. Antena tag NFC yang dicadangkan menawarkan penyelesaian yang menjanjikan kepada batasan loket ketenteraan semasa. Ia berpotensi merevolusikan kaedah pengenalan dan pengesahan dalam aplikasi ketenteraan dan pertahanan.

Kata Kunci: *Near Field Communication, tag, antena, loket tentera, fleksibel, CST*

Pengenalan

Near Field Communication (NFC) ialah teknologi tanpa-wayar jarak dekat yang membolehkan dua peranti berkomunikasi dan berkongsi data tanpa sentuhan fizikal. NFC adalah berdasarkan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID), beroperasi pada jalur frekuensi 13.56 MHz dan menggunakan gandingan induktif untuk mewujudkan komunikasi antara pembaca dan tag [1]. Ia telah menjadi semakin popular dalam pelbagai bidang, termasuk ketenteraan dan pertahanan, kerana keselamatan yang tinggi dan kemudahan penggunaannya [2]. Walaupun kajian terdahulu telah meneroka penggunaan teknologi RFID dalam aplikasi ketenteraan [3][4][5], terdapat kekurangan penyelidikan yang tertumpu khusus pada reka bentuk antena tag NFC untuk loket tentera. Loket ketenteraan, juga dirujuk sebagai tag pengenalan, adalah elemen penting peralatan ketenteraan yang digunakan untuk membezakan anggota tentera. Namun begitu, loket tentera sedia ada mempunyai kapasiti penyimpanan yang tidak mencukupi untuk maklumat penting seperti rekod perubatan, rekod latihan dan data khusus misi. Selain itu, mengenal pasti askar dalam situasi huru-hara boleh menjadi satu tugas yang menakutkan [6].

Untuk mengatasi kekurangan ini, kajian terperinci telah dibuat mengenai penggunaan teknologi NFC ini berpotensi sebagai pengganti tag tentera konvensional adalah penting. Teknologi NFC menawarkan pelbagai kelebihan berbanding dengan tag tentera

untuk penyimpanan besar data-data ketenteraan, daya tahan dan rangkaian yang sebanding dengan peranti lain [7]. Tag NFC boleh diletakkan ke dalam pakaian seragam tentera, yang boleh dikesan oleh peranti lain yang dibenarkan mengenal pasti kebolehan NFC, seperti telefon bimbit atau tablet, membolehkan kakitangan untuk mengakses maklumat penting sekiranya berlaku kecederaan atau kecemasan. **Rajah 1** menunjukkan cadangan tempat penyimpanan pada pakaian seragam tentera tag boleh diletakkan, seperti kawasan lengan dan dada.

Antena tag NFC sebelum ini telah direka pada substrat yang kuat seperti FR-4 dan papan PCB, yang menghadkan pergerakan dan penyimpanan tag tersebut kepada struktur permukaan rata [8-9]. Tambahan pula, bahan konduktif yang biasa digunakan, seperti tembaga dan aluminium, terdedah kepada oksidasi dan bertegar apabila dibengkokkan [10-11]. Oleh kerana itu, antena tag NFC dibentuk untuk aplikasi ketenteraan dan pertahanan memerlukan penganalisaan yang teliti terhadap pelbagai faktor, termasuk pemilihan bahan, keadaan lenturan dan saiz antena.

Untuk mengatasi kekurangan dan batasan ini, kertas kerja ini membentangkan pembangunan dan ujian antena tag NFC yang fleksibel diperbuat daripada dakwat konduktif perak dan *polyethylene terephthalate* (PET) substrate khusus untuk digunakan dalam tag tentera ini. Reka bentuk antena yang dicadangkan mengatasi batasan reka bentuk



Rajah 1: Cadangan tempat penyimpanan dimana tag NFC boleh diletakkan pada pakaian seragam tentera..

antena yang dicadangkan mengatasi batasan reka bentuk sebelumnya dan menunjukkan potensi untuk antena tag NFC yang lebih fleksibel dan tahan lama untuk digunakan dalam ketenteraan dan pertahanan. Selibuhnya kertas kerja disusun seperti berikut: Bahagian V menerangkan struktur reka bentuk antena simulasi dan fabrikasi, Bahagian VI menerangkan hasil daripada simulasi dan pengukuran, dan Bahagian VII meringkaskan kesimpulan dan cadangan untuk kerja masa hadapan.

Metodologi

Antena tag telah direka dalam bentuk lingkaran untuk membolehkan gandingan induktif dengan antena dapat dikesan dan dibaca. Untuk membangunkan antena tag, langkah pertama adalah dengan menggunakan perisian Simulasi CST/CST Simulation software. Bahagian seterusnya akan menyediakan parameter terperinci reka bentuk antena dan membincangkan proses fabrikasi.

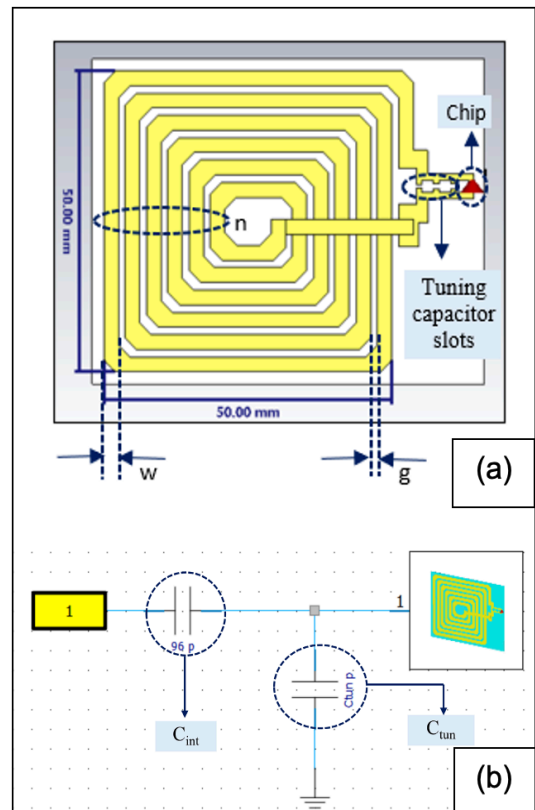
1. Struktur reka bentuk antena

Rajah 2 (a) menggambarkan antena tag NFC yang dicadangkan, yang mempunyai dimensi lingkaran keseluruhan 50 x 50 mm². Antena direka menggunakan bahan konduktif perak dengan pengaliran kekuatan 3.475×10^6 S/m dan ketebalan 0.01 mm. Untuk memastikan fleksibiliti, bahan konduktif perak telah dicetak pada *substrate PET* dengan dengan ketebalan 0.12 mm dan kebolehtepatan elektrik 3 kali ganda. **Jadual 1** menyediakan jumlah untuk setiap parameter antena. Port berasingan telah dimasukkan ke dalam reka bentuk antena untuk menunjukkan cip NFC. Untuk kajian ini, cip SL2S2102FTB daripada *NXP Semiconductor* telah digunakan. Cip ini mempunyai kapasiti dalaman 96 pF [12]. CST

Jadual 1: Parameter dan nilai antena.

Antenna Parameters	Description	Value
w	Conductor width	2.5 mm
g	Gap between conductors	1.2 mm
n	Number of turns	6

Design Studio digunakan untuk memasukkan kapasitor dalaman cip pada port antena seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 2 (b)**. Untuk dipadankan dengan antena inductance (L_{ant}) pada kekuatan reverberating frequency (f_{res}) 13.56 MHz, *external tuning capacitor* (C_{tun}) telah ditambah sebanding dan selari dengan *internal capacitor* (C_{int}), seperti yang diterangkan oleh dalam formula pengiraan (1).



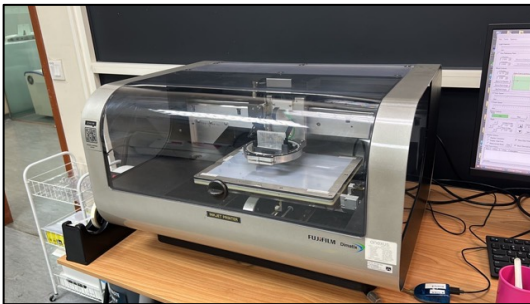
Rajah 2: (a) Struktur antena tag NFC (b) Litar padanan dalam CST Design Studio.

Pengiraan (1)

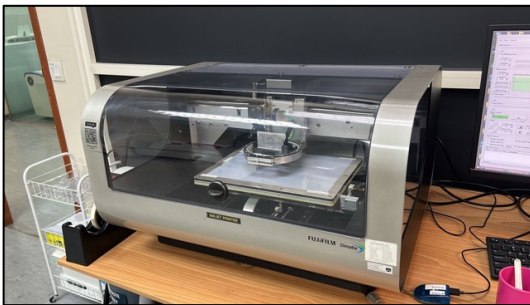
$$L_{ant} = \frac{1}{4\pi^2 f_{res}^2 \cdot (C_{int} + C_{tun})}$$

2. Pembangunan prototaip antenna

Prototaip antenna NFC telah difabrikasi di MIMOS Berhad menggunakan pencetak inkjet seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 3**. Antena telah dicetak dalam pelbagai lapisan untuk mencapai ketahanan yang lebih tinggi bagi dakwat konduktif perak. Lingkaran antena dan penemuan antena dicetak secara berasingan dan disambungkan menggunakan *silver conductive epoxy*, CW2400. Cip NXP telah disatukan ke dalam antena fabrikasi pada ruang yang diperuntukkan, seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 4**, menggunakan *silver conductive epoxy* yang sama.



Rajah 3: Pencetak Bahan Fujifilm Dimatix (DMP-2831) di MIMOS Berhad.



Rajah 4: Antena tag NFC yang direka dengan cip NXP yang dibenam.

Hasil dan perbincangan

Bahagian ini membentangkan hasil simulasi dan pengukuran, termasuk ketahanan antena, induktansi, ketepatan bacaan tag, dan kekuatan kapasiti data yang muat. Tambahan pula, keupayaan antena untuk menahan keadaan lentur dan proses pembuatan tag juga dibincangkan dalam bahagian ini.

1. Pengukuran Resistance, R , dan Inductance, L

Keputusan pengukuran kearuhan dan rintangan antena menggunakan meter HM8118 LCR (Induktif (L), Kapasitif (C) dan Resistif (R)) daripada Rohde & Schwarz dibentangkan dalam **Rajah 5** dan dibandingkan dengan keputusan simulasi dalam **Jadual 2**. Antena yang diukur nilai kearuhan 1.02 μH sangat sesuai dengan nilai simulasi 1.0 μH . Walau bagaimanapun, nilai rintangan antena yang diukur jauh berbeza daripada hasil simulasi, dengan perbezaan kira-kira 35.88 Ω . Faktor yang mungkin menyumbang kepada nilai rintangan diukur yang tinggi termasuk kabel luaran yang digunakan untuk menyambungkan antena dan meter LCR, yang boleh mengakibatkan peningkatan rintangan bacaan keseluruhan.



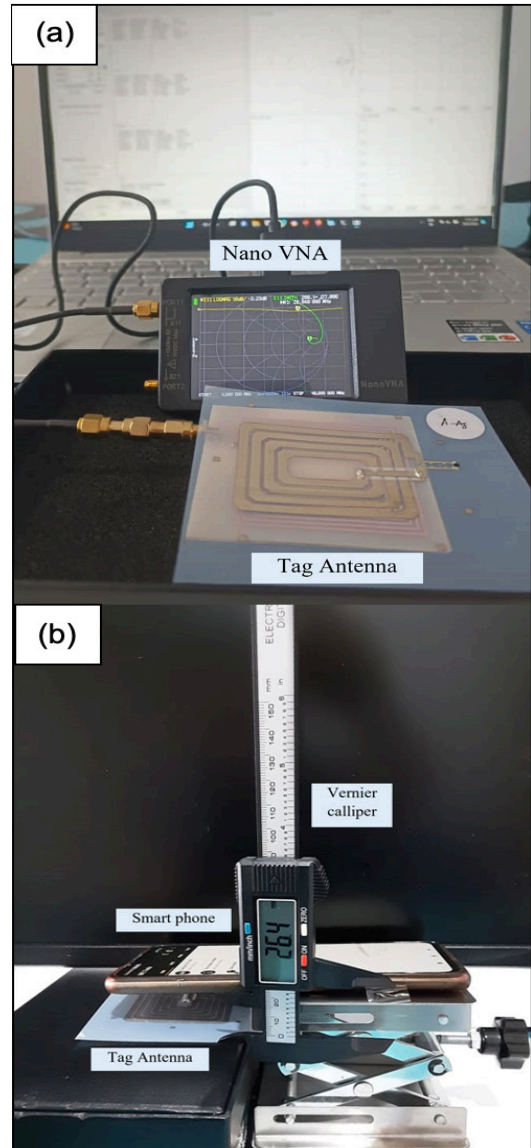
Rajah 5: Pengukuran kearuhan dan rintangan antena menggunakan Jambatan LCR HM8118.

Jadual 2: Simulated and measured results for antenna inductance and resistance.

Conductive Material	Antenna Inductance, L_a (μH)		Antenna Resistance, R_a (ohm)	
	Simulation	Measurement	Simulation	Measurement
Silver	1.02	1.0	12.97	48.85

2. Julat bacaan dan penalaan antenna

Persediaan percubaan untuk mengukur kekerapan tindak balas tag NFC digambarkan dalam **Rajah 6 (a)**. Dalam persediaan ini, antenna tag diletakkan pada antenna lingkaran berasingan yang disambungkan kepada *Rangkaian Vektor Analysis* (VNA) untuk memerhati respon frekuensi pada antenna. Kekerapan respon ditentukan dengan mengenal pasti di mana penurunan berlaku dalam isyarat dan repon yang diukur. Respon frekuensi untuk pelbagai reka bentuk antenna dilaporkan dalam **Jadual 3**. Jarak bacaan tag kemudiannya diukur menggunakan persediaan eksperimen yang digambarkan dalam **Rajah 6 (b)**. Telefon bimbit (Xiaomi 11) dengan fungsi NFC yang didayakan diletakkan di atas antenna tag, dan jarak antara tag dengan peranti ditingkatkan secara beransur-ansur sehingga pembaca tidak dapat mengesan. Tanpa sebarang penalaan, peranti bacaan tag yang dicapai ialah 2.2 sm pada frekuensi 25.24 MHz. Walau bagaimanapun, dengan memasukkan *surface mount device* (SMD) *capacitor shunt* ke dalam cip, frekuensi telah dialihkan kepada frekuensi yang lebih rendah, yang hampir dengan frekuensi operasi yang diperlukan iaitu 13.56 MHz dan dengan itu menghasilkan julat bacaan yang meningkat sehingga 2.8 sm.



Rajah 6: Persediaan pengukuran untuk (a) frekuensi resonan antenna menggunakan Nano VNA dan (b) julat bacaan tag.

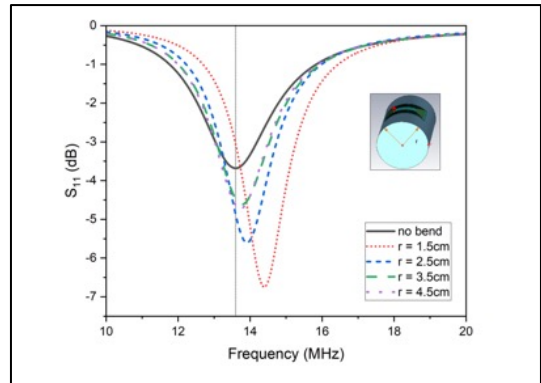
Jadual 3: Julat bacaan tag diukur dengan frekuensi resonans masing-masing dan nilai kapasitans penalaan.

Description	SMD Ctun (pF)	Res Freq (MHz)	S ₁₁ (dB)	Read range (cm)
Antenna with NXP chip	-	25.24	-2.276	2.2
Antenna with NXP chip and SMD capacitor	33	16.96	-2.157	2.8

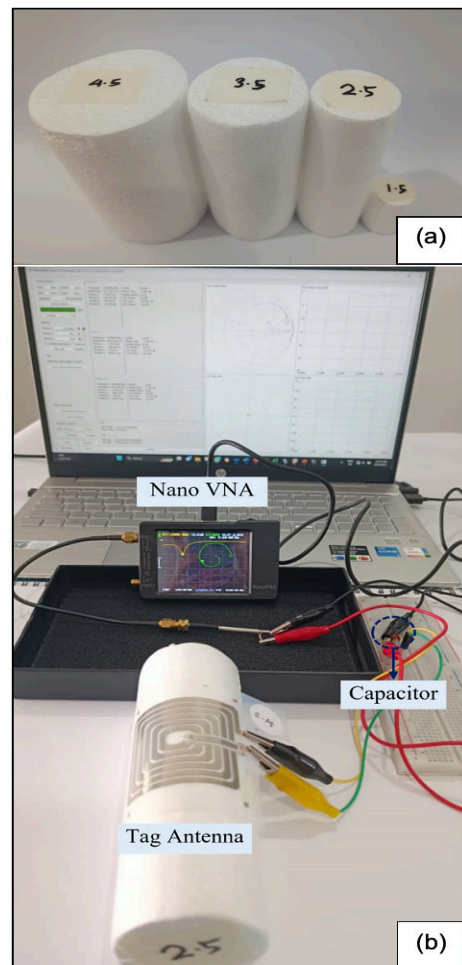
3. Keadaan lentur

Tag hendaklah direka bentuk untuk menahan tahap lenturan tertentu tanpa menjejaskan prestasi atau ketahanannya. Untuk menilai fleksibiliti reka bentuk antenna, antenna ianya tertakluk kepada lenturan pada pelbagai sudut dengan melaraskan cylindrical bend radius, dilambangkan sebagai 'r' digambarkan dalam **Rajah 7**. Apabila jarak silinder berkurangan, sudut lenturan meningkat secara berkadar. Antena tag NFC yang dicadangkan telah diuji untuk menahan jarak silinder minimum 1.5 sm. Uji cuba ini dijalankan untuk memastikan antenna boleh dilekatkan pada pakaian seragam askar khususnya di bahagian dada dan lengan askar serta menahan pergerakan dan lenturan yang berkaitan dengan penggunaan biasa. Daripada hasil simulasi yang ditunjukkan dalam **Rajah 7**, dapat dilihat bahawa frekuensi antenna dialihkan ke frekuensi yang lebih tinggi dengan peningkatan sudut lenturan. Walau bagaimanapun, frekuensi yang dialihkan tidak begitu ketara kerana frekuensi tertinggi yang dialihkan adalah sekitar 1 MHz, yang masih dalam julat yang boleh diterima untuk antenna dikesan.

Antena tag telah ditetapkan pada reka bentuk silinder dengan saiz yang berbeza-beza untuk mengesahkan keputusan simulasi, seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 8 (a)**, dan respon frekuensi antenna diukur dengan menyambungkan antenna ke VNA dan *parallel tuning capacitors* seperti yang digambarkan dalam **Rajah 8 (b)**. Keputusan menunjukkan bahawa respon frekuensi antenna berbeza mengikut saiz permukaan silinder yang berbeza, seperti yang digambarkan dalam **Rajah 9 (a)**. Walau bagaimanapun, apabila jarak silinder berkurangan, julat bacaan tag berkurangan, seperti yang digambarkan dalam **Rajah 9 (b)**. Ini boleh dikaitkan dengan fakta bahawa apabila jarak silinder berkurangan, sudut lenturan meningkat, mengakibatkan pengurangan luas permukaan antenna yang terdedah kepada peranti. Oleh kerana medan magnet teraruh adalah berkadar



Rajah 7: Simulasi frekuensi resonan antenna dengan sudut lentur yang berbeza.



Rajah 8: (a) Busa silinder dengan radius yang berbeza-beza, dan (b) Persediaan untuk pengukuran frekuensi resonan antenna pada sudut lentur yang berbeza.

dengan luas permukaan, penurunan dalam kawasan permukaan antenna akan mengurangkan jumlah permukaan magnetik dalam antenna tag, yang akhirnya membawa kepada penurunan dalam julat bacaan tag [11]. Julat bacaan tag minimum yang dicapai ialah 1.58 sm semasa membongkok pada permukaan silinder 1.5 sm.

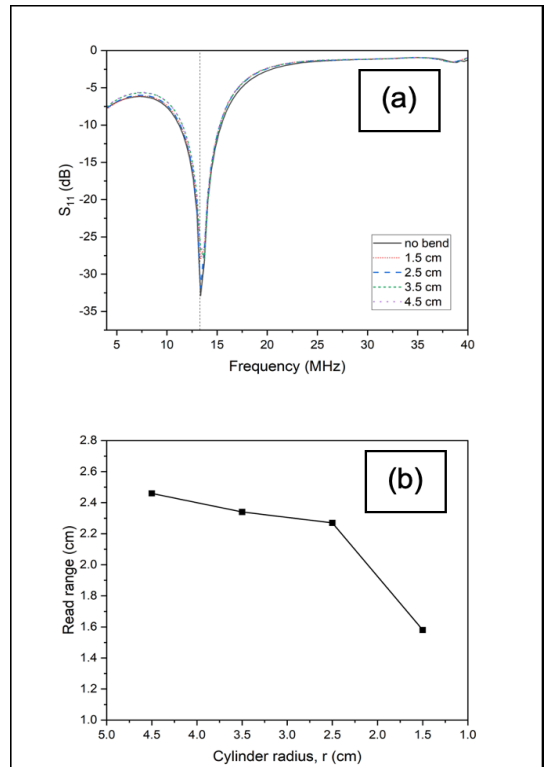
4. Baca dan tulis pada Tag NFC

Peranti pembaca NFC yang selaras dan sesuai diperlukan untuk menggunakan tag NFC. Peranti pembaca NFC boleh dijadikan telefon bimbit atau tablet dengan keupayaan NFC atau pembaca NFC dapat disambungkan ke komputer melalui USB, *Bluetooth* atau *Ethernet*. Alat NFC dan Peranti tag NFC ialah aplikasi yang biasa digunakan untuk membaca dan menulis tag NFC yang dibangunkan oleh NXP.

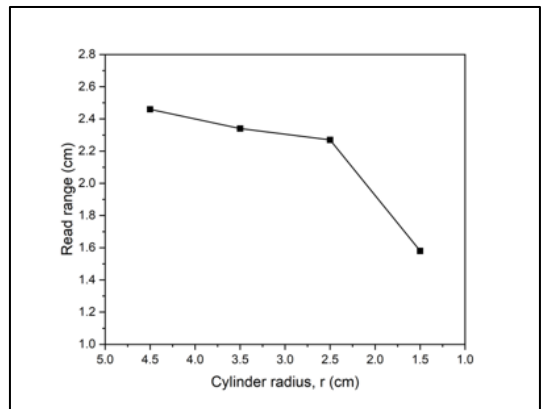
Jumlah data yang boleh disimpan dalam tag NFC dihadkan oleh kapasiti memori cip yang digunakan. Untuk antenna tag NFC yang dicadangkan, cip daripada *NXP Semiconductor* dengan 112 bait memori yang tersedia, SL2S2102FTB [12]. Data yang kod terletak di dalam tag NFC berbeza daripada data teks kepada jenis dari segi maklumat lain seperti URL, video, gambar dan lokasi GPS. Seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 10**, tag boleh ditulis dengan data tertentu, yang boleh dibaca oleh pembaca NFC apabila tag diletakkan dalam medan antenna penyiasat. Kadar penghantaran maksimum untuk tag NFC yang dicadangkan ialah 53 kbit/s.

Kesimpulan

Kajian ini telah berjaya membangunkan dan menguji antenna tag NFC yang fleksibel dengan menggunakan dakwat konduktif perak dan substrat PET untuk tag tentera. Antenna yang dicadangkan memberikan penyelesaian yang menjanjikan kepada cabaran yang berkaitan dengan tag tentera masa kini, menawarkan kepelbagaian dan fleksibiliti untuk



Rajah 9: Hasil pengukuran bagi (a) frekuensi resonan antenna dan (b) julat bacaan tag pada sudut lentur yang berbeza.



Rajah 10: Contoh data teks yang boleh ditulis dan dibaca pada tag NFC menggunakan aplikasi NFC Tools.

menyimpan dan menghantar pelbagai jenis data. Tag boleh dikesan sehingga 2.8 sm dan tahan lentur pada pelbagai sudut dengan julat bacaan minimum 1.5 sm. Kesesuaian cadangan antena tag NFC yang diperbuat daripada bahan tekstil untuk diletakkan pada pakaian seragam tentera yang mana akan dikaji untuk penyelidikan lanjut. Ini boleh membawa kepada penyelesaian yang lebih praktikal dan tahan lama untuk anggota tentera. Penyelidikan ini menyediakan asas untuk membangunkan kaedah pengenalan dan pengesanan lanjutan dalam aplikasi ketenteraan dan pertahanan, yang berpotensi merevolusikan amalan semasa.

Penghargaan

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Teknologi Mara Cawangan Pulau Pinang, the *Antenna Research Center (ARC)*, *Collaborative Microelectronic Design Excellence Centre (CEDEC)* USM, MIMOS Berhad and Universiti Teknologi Brunei atas sokongan dan bimbingan yang diberikan. Projek ini disokong oleh Dana *Strategic Research Fund (SRF)* dibawah *Ministry of Science, Technology, and Innovation (MOSTI)* dengan Kod Dana: *SF 202000 PG2P2 Printed Hybrid Electronics of Electric and Autonomous Vehicle*.

Rujukan

- [1] Chen IF, Peng CM, Z Da Yan. A Simple NFC RF Performance Measurement Method Based on ISO/IEC 14443 Standard. *IEEE Journal of Radio Frequency Identification* 2020;4(4):438–443. doi: 10.1109/JRFID.2020.3014336.
- [2] Cao Z et al. Near-field communication sensors. *Sensors (Switzerland)* 2019;19(18). doi: 10.3390/s19183947.
- [3] Gopichand G, Chaitanya TK, Kumar RR. Near Field Communication and Its Applications in Various Fields. *International Journal of Engineering Trends and Technology*

(IJETT) 2013, [Online]. Available: <http://www.ijettjournal.org>

- [4] Ma TJ, Liu H, Li JJ. Research on the Application of UHF RFID Metal-mountable tags in Military Food. 7th International Conference on Computer and Communications, ICC3 2021, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021, pp. 2313–2318. doi: 10.1109/ICC354389.2021.9674257.
- [5] Zhai C, Fu H, Zhang Q, Cao X. Research on Military Supply Support Application Based on RFID Technology. *International Conference on Communication Technology Proceedings, ICCT*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Oct. 2020, pp. 1620–1624. doi: 10.1109/ICCT50939.2020.9295713.
- [6] Williams J. The History of Dog Tags. *Medals of America*, 2018. <https://www.medalsofamerica.com/blog/the-history-of-dog-tags/> (accessed Mar. 19, 2023).
- [7] Asharaa A et al. Nfc antennas for modern wireless communication applications. *PervasiveHealth: Pervasive Computing Technologies for Healthcare 2020*, 2: 639–648. doi: 10.4108/eai.28-6-2020.2298170.
- [8] Nguyen TB, Ngyuen TH, Chung WY. Battery-free and noninvasive estimation of food ph and co2 concentration for food monitoring based on pressure measurement. *Sensors (Switzerland)* 2020, 20(20):1–12. doi: 10.3390/s20205853.
- [9] Benavides M, Miralles D, Andújar A, Anguera J. Effects on human body and conductive body over a near field communication antenna. *J Electromagn Waves Appl* 2021, 35(9):1235–1246. doi: 10.1080/09205071.2021.1875889.
- [10] Leng T, Huang X, Chang K, Chen J, Abdalla MA, Hu Z. Graphene Nanoflakes Printed Flexible Meandered-Line Dipole Antenna on Paper Substrate for Low-Cost RFID

and Sensing Applications. IEEE Antennas Wirel Propag Lett 2016, 15(c):1565–1568. doi: 10.1109/LAWP.2016.2518746.

[11] Li S, Song R. Wearable near-field communication bracelet based on highly conductive graphene-assembled films. International Journal of RF and Microwave Computer Aided Engineering, July 2020, 9-11. doi: 10.1002/mmce.22479.

[12] N. Semiconductor, SL2S2002_SL2S2102 ICODE SLIX, 2017.

Mengenai Pengarang

Pengarang utama, iaitu Kapt Nur Shazeerah binti Radinkanoro adalah pemerintah kedua (2IC) unit Pertahanan Kimia Biologi Radiologi dan Letupan (KBRL), Khidmat Bantuan Kombat, Tentera Darat Diraja Brunei (KBRL Unit Prthn Bn Bantu TDDB) dan telah berkhidmat dalam unit ini sejak 2018.

Manakala, Kapt Hj Md Khairi bin Hj Abdul Latif dan Lt Ak Mohd Masduqi bin Pg Hj Damit pada masa ini ditempatkan di KBRL Unit Prthn Bn Bantu TDDB sebagai komander trup *Explosive Ordnance Disposal* (EOD).

Kontekstualisasi Ancaman KBRL di Brunei Darussalam

Pengarang: *Kapt Nur Shazeerah binti Radinkanoro, Kapt Hj Md Khairi bin Hj Abdul Latif, dan Lt Ak Mohd Masduqi bin Pg Hj Damit*

Abstrak

Pengenalan: Brunei Darussalam mempunyai ancaman yang sangat rendah dalam ancaman KBRL atau mungkin tidak ada ancaman sama sekali kerana hanya terdapat sedikit data yang tersedia bagi menyokong keberadaan ancaman tersebut. Kajian ini bertujuan untuk menyajikan penilaian risiko ancaman KBRL bagi Brunei Darussalam dalam mempertimbangkan sama-da ancaman KBRL perlu diberi perhatian.

Metodologi: Dalam kajian ini, penggunaan kaedah '*Tier of Risk*' digunakan. Untuk mempertimbangkan semua ancaman yang berkemungkinan Brunei Darussalam hadapi, kejadian dua dekad lalu yang berlaku di seluruh dunia dianalisis yang dianggap paling berkaitan dengan konteks Brunei Darussalam. Risiko *Tier 1* adalah ancaman yang paling membimbangkan kerana berkemungkinannya untuk berlaku adalah tinggi dan impaknya juga tinggi. Sementara itu, ancaman yang diperuntukkan di *Tier 2* mempunyai kemungkinan sangat tinggi untuk berlaku tetapi memberikan impak yang rendah, atau mempunyai kemungkinan sangat rendah untuk berlaku tetapi akan memberikan impak yang sangat tinggi jika ianya berlaku. *Tier 3* adalah ancaman yang paling sedikit memberi kebimbangan kerana kemungkinan dan impak ancamannya adalah agak rendah.

Hasil: Penilaian risiko ancaman KBRL dalam konteks Brunei Darussalam menyimpulkan bahawa majoriti risiko yang mungkin terjadi adalah risiko *Tier 2* dan kemungkinan untuk ianya berlaku adalah rendah tetapi akan memberikan impak yang besar jika berlaku.

Kesimpulan: Walaupun tidak ada kejadian yang signifikan berkaitan dengan KBRL telah atau sedang berlaku di Brunei Darussalam, ancaman ini tidak boleh dianggap tidak wujud kerana impak daripadanya sangatlah besar. Penilaian risiko mungkin menunjukkan *Tier 2*, di mana kemungkinan untuk berlaku adalah tidak mungkin. Namun tidak menunjukkan bahawa ancaman itu tidak akan berlaku. Dengan wujudnya ancaman KBRL di rantau Asia Selatan yang semakin meningkat dan membimbangkan dari masa ke masa, penilaian risiko boleh berubah dari *Tier 2* ke *Tier 1*.

1. Pengenalan

Konflik Kimia, Biologi, Radiologi dan Letupan (KBRL) bukanlah sesuatu yang baru kerana ianya sudah bermula sejak abad ke-14 di mana Pertempuran Biologi (*Biological Warfare*) pertama disyaki berlaku semasa pengepungan Caffa pada tahun 1346 [1].

Penggunaan elemen KBRL terus berkembang mengikut perkembangan dunia moden. Pada awal abad ke-21, dunia dikejutkan dengan wujudnya istilah Alat Letupan Reka Ganti (*Improvised Explosive Device* (IED)) yang kemudiannya selalu digunakan dalam Perang Iraq pada tahun 2003 [2].

Dengan meningkatnya aktiviti Islam Ekstremis yang bermula di Timur Tengah dengan insiden 11 September pada tahun 2001, kesan itu turut dirasai rantau Asia Tenggara, terutamanya di Indonesia, iaitu negara yang mempunyai populasi Muslim terbesar ketika itu. Peningkatan dalam jumlah kejadian IED di kawasan yang lebih dekat dengan Brunei Darussalam seperti pengeboman Bali pada tahun 2002, yang mana ianya telah membuat Brunei Darussalam menyedari akan keperluan untuk menubuhkan pertahanannya dengan menubuhkan Unit Pertahanan KBRL. Oleh itu, pada tahun 2010, Unit Pertahanan KBRL ditubuhkan di bawah arahan Batalion Bantu (Bn Bantu), Angkatan Tentera Darat Diraja Brunei (TDDDB), yang mana peranan utama unit ini adalah untuk melindungi dan mempertahankan kedaulatan dari ancaman Peperangan Kimia, Biologi dan Radiologi serta ancaman IED.

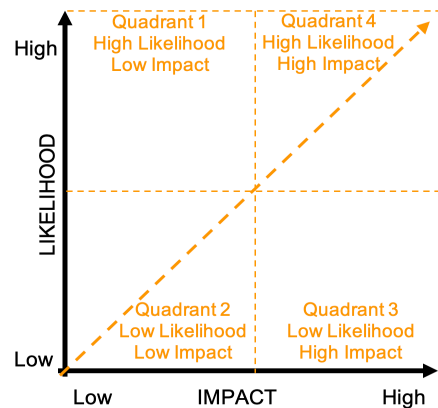
Sehingga kini, Brunei Darussalam tidak pernah mengalami insiden yang serius, ini disebabkan oleh pendekatan kerajaan secara menyeluruh dalam melindungi dan mempertahankan kedaulatan negara. Walau bagaimanapun, dengan peningkatan konflik dan ancaman di seluruh dunia dan khususnya dalam rantau Asia Tenggara, Brunei Darussalam harus mempertimbangkan semua kemungkinan.

Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk melakukan penilaian risiko ancaman KBRL di Brunei dengan menggunakan kaedah “*Tier of Risk*”.

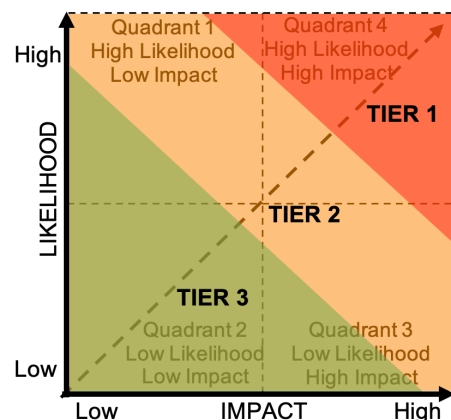
2. Metodologi

Tier of Risks

Pendekatan normatif dalam penilaian risiko bergantung pada definisi kebarangkalian dan kesan, seperti yang dinyatakan pada Peta Risiko dalam **Rajah 1**. Risiko ini kemudiannya diklasifikasikan kepada empat kuadran risiko bergantung pada kebarangkalian dan kesan ancaman.



Rajah 1: Peta risiko.



Rajah 2: Tier of Risks.

Dalam kajian ini, penilaian risiko akan dibentangkan menurut tier di mana *Tier 1* dianggap sebagai ancaman dengan risiko yang tinggi dan *Tier 3* dianggap sebagai ancaman dengan risiko yang rendah seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 2**.

Untuk memberikan analisis ancaman yang jelas, penilaian risiko dibahagikan menurut aspek kimia, biologi, radiologi dan IED.

Agen Kimia

Ancaman peperangan kimia dibahagikan kepada dua kategori; Agensi Peperangan Kimia (*Chemical Warfare Agents (CWA)*) dan Kimia Industri (*Toxic Industrial Chemicals (TIC)*). Definisi NATO bagi agen kimia ialah bahan kimia yang bertujuan untuk digunakan dalam operasi ketenteraan untuk membunuh, mencederakan dengan serius atau melumpuhkan manusia kerana kesan fisiologinya. Manakala TIC didefinisikan sebagai sebarang bahan yang dihasilkan dan digunakan oleh industri untuk pelbagai tujuan. Disebabkan oleh sifat kimia, fizikal atau biologiannya, TIC boleh membawa potensi risiko pada kehidupan, kesihatan, alam sekitar, atau harta benda jika ianya tidak dikawal dengan baik.

Walaupun Brunei Darussalam tidak pernah mengalami sebarang insiden yang serius berkaitan dengan agen kimia atau TIC, Brunei Darussalam tidak terkecuali daripada menghadapi kemungkinan berlakunya insiden tersebut, terutamanya apabila Brunei adalah sebuah negara yang mempunyai simpanan Gas Asli Cair (LNG) terbesar ke-9 di dunia serta pengeluar minyak terbesar ke-4 di rantau Asia Tenggara. Infrastruktur Utama Nasional (*Key National Infrastructures (KNI)*) Brunei Darussalam yang boleh menimbulkan ancaman kimia adalah seperti yang dinyatakan dalam **Jadual 1**.

Selain daripada industri pengeluaran, Brunei Darussalam juga mempunyai industri yang terikat dengan bahan kimia dalam syarikat pengurusan sisa toksik, seperti yang dinyatakan

kan dalam **Jadual 2**.

Walau bagaimanapun, KNI telahpun mengalami beberapa insiden pada masa lalu, di mana kebanyakan kesnya adalah berkaitan dengan kegagalan peralatan atau keselamatan dan kesihatan berkaitan dengan alam sekitar seperti yang dinyatakan dalam **Jadual 3**.

Jadual 1: KNI utama Brunei Darussalam.

KNI	Penerangan
Hengyi Industries Sendirian Berhad	Terletak di Pulau Muara Besar, mengeksport sejumlah 6.38 juta tan petroleum dan 1.7 juta tan produk petrokimia pada tahun 2020.
Brunei Shell Petroleum	Terletak di Seria, menghasilkan kira-kira 127,000 tong minyak setiap hari dan 243,000 tong setara gas asli setiap hari.
Brunei Methanol Company	Terletak di Sungai Liang, mempunyai kilang metanol dengan kapasiti harian sehingga 2,500 metrik tan metanol yang diubah dari gas asli.
Brunei Fertilizer Industry	Terletak di Sungai Liang, mempunyai fasiliti berteknologi tinggi dengan kapasiti pengeluaran sebanyak 1,365,000MT UREA setiap tahun.

Jadual 2: Syarikat pengurusan sisa berbahaya di Brunei Darussalam.

Syarikat	Penerangan
CIC Environmental Services Sendirian Berhad (CIC)	Syarikat khusus dalam perkhidmatan pengurusan hidrokarbon dan sisa berbahaya bagi industri minyak dan gas di Brunei Darussalam.
Kehasan (B) Sendirian Berhad Integrated Environmental Services (KIES)	Ditubuhkan khususnya untuk mengendalikan Pusat Pemulihan Bahan Bukit Udal, Tutong yang lebih dikenali sebagai Pusat Pemulihan Bahan Bukit Udal.

Jadual 3: Peristiwa lampau.

Tahun	Tajuk Berita	Penerangan
2012	<i>Tumpahan Minyak Shell di Brunei [6]</i>	Tumpahan minyak bermula daripada kebocoran di <i>Single Buoy Mooring</i> .
2015	<i>Kebocoran Paip Selangkir-2 [7]</i>	Terletak di platform tanpa pengawasan, kebocoran dikesan menggunakan pengesanan gas.
2021	<i>Kebakaran Pagi Kuala Belait Cedera Seorang [8]</i>	Kebakaran berlaku di bangunan CIC Environmental Services Sdn Bhd yang melibatkan bahan berbahaya Kelas 3.
2021	<i>Dua Orang Cedera Akibat Letupan Gas [9]</i>	Letupan disebabkan oleh kebocoran gas daripada paip gas LPG.

Bagi membentangkan ancaman tersebut, analisis telahpun dibuat daripada insiden-insiden lalu yang telah dialami oleh negara-negara lain. Dari penilaian tersebut, Brunei Darussalam adalah lebih suseptibel terhadap ancaman TIC daripada CWA, dan kemungkinan ancaman agen kimia di Brunei Darussalam adalah seperti yang dinyatakan dalam **Jadual 4**.

Ancaman Biologi

Menurut Pusat Kawalan dan Pencegahan Penyakit (*Centres for Disease Control and Prevention (CDC)*), ancaman biologi adalah penyakit berjangkit yang berpotensi merebak dan menyebabkan wabak. Penyakit berjangkit adalah penyakit yang disebabkan oleh kuman seperti bakteria dan virus yang memerlukan interaksi rapat antara dua orang, atau yang boleh tersebar melalui kuman yang dibawa melalui udara, air, makanan atau tanah atau oleh serangga atau binatang yang menggigit [18].

Dalam konteks Peperangan Biologi, agen biologi diklasifikasikan kepada beberapa

kategori utama iaitu, Virus, Bakteria, Kulat, Mikroorganisma yang lainnya dan Toksin. [19] Secara umumnya, dalam peperangan, agen-agen ini akan mempunyai tujuan, seperti yang dinyatakan berikut [20]:

1. Menyebabkan penyakit
2. Menyebabkan kematian
3. Menimbulkan ketakutan
4. Menimbulkan gangguan sosial
5. Menyebabkan kerosakan ekonomi
6. Mengganggu bekalan makanan negara

Bagi Negara Brunei Darussalam, negara ini belum pernah mengalami atau mencatatkan sebarang serangan Peperangan Biologi.

Namun begitu, negara ini tidak imun atau kebal terhadap sebarang ancaman biologi kerana data terdahulu menunjukkan bahawa penduduk Brunei pernah mengalami beberapa kes yang berkaitan dengan biologi terutamanya dalam penularan wabak dan pandemik. **Jadual 5** menunjukkan beberapa penyakit yang berkaitan dengan biologi dengan jumlah kes dan jumlah kematian yang telah dicatatkan di negara ini.

Daripada **Jadual 5**, boleh dilihat bahawa jumlah kematian adalah agak rendah dalam hampir semua penyakit yang disenaraikan, kecuali COVID-19, di mana jumlah kes dan jumlah kematian agak tinggi berbanding dengan jenis penyakit lain.

Seperti yang dinyatakan dalam **Jadual 6**, jangkitan COVID-19 bermula apabila seorang lelaki tempatan kembali dari Kuala Lumpur. Ianya adalah merupakan titik permulaan penyakit yang menyebabkan kebimbangan keselamatan di Brunei kerana bekalan makanan termasuk tenaga kerja semakin berkurangan oleh sebab seluruh negara juga turut mengalami penutupan dan penyekatan sementara.

Walaupun Brunei tidak pernah mengalami sebarang insiden agen biologi, ia tidak sepatutnya diabaikan sepenuhnya. Penilaian

Jadual 4: Potensi ancaman agen kimia.

BIL	Tahun	Insiden	Penglibatan	Punca	Potensi Risiko	No. Risiko
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1	2015	Kebocoran gas LPG di depo LPG [10]	Gas Petroleum Tercair (LPG)	Kegagalan bekalan kuasa inverter yang menyebabkan penghentian operasi, meningkatkan tekanan dalam paip	Kebocoran gas dari paip LPG	C1
2	2016	Dua orang meninggal dunia akibat kebocoran ammonia di Kilang Petronas [11]	Kilang Pembolehbajaan	Kegagalan paip akibat kekurangan pemeriksaan kawalan	Kebocoran ammonia di industri pembolehbajaan	C2
3	2016	Tujuh orang mengalami kerengsaan mata, kesukaran bernafas selepas kebocoran klorin di luar Tuas [12]	Fasiliti simpanan, gas klorin	Kebocoran silinder satu ton gas klorin di dalam stor	Kebocoran gas klorin	C3
4	2019	Kebocoran kimia Hanwha Total melibatkan 650 orang di Korea Selatan [13]	Kilang Petrokimia	Kelemahan pekerja dalam pengendalian peralatan	Kebocoran gas kimia di kilang petrokimia.	C4
5	2019	Dua buah sekolah ditutup, 30 orang dimasukkan ke hospital selepas sisa kimia dibuang secara haram di Sungai Pasir Gudang [14]	Sisa Berbahaya	Pembuangan sisa kimia beracun ke dalam sungai secara haram	Pembuangan sisa berbahaya secara haram.	C5
6	2019	Pembunuhan di lapangan terbang: serangan besar-besaran ke atas Kim Jong Name [15]	Agensi Saraf (NX)	Sentuhan langsung bahan kimia dari tangan dan tuala ke muka.	pengimportan bahan kimia haram	C6
7	2022	Keadaan darurat akibat tumpahan minyak di Thailand [16]	Minyak dan Gas	Kegagalan salah satu hos fleksibel sub-lautan Single Point Mooring	Tumpahan minyak yang besar	C7
8	2022	125 orang meninggal dunia akibat gas air mata mencetuskan pengecaman di perlawanan bola sepak Indonesia [17]	Gas Air Mata	Polis memutuskan untuk menembakkan gas air mata selepas semua tindakan pencegahan gagal dan penyokong mula menyerang polis, bertindak secara anarki dan membakar kenderaan	Penyebaran Gas Air Mata	C8

Jadual 5: Penyakit dengan jumlah kes & kematian.

Penyakit	Tahun	Jumlah Kes	Jumlah Kematian
COVID-19	2022	169,496	46
<i>H1N1</i> (Flu Babi)	2009	142	Tidak ada
Ensefalitis Jepun	2016	01	Tidak ada
Denggi	2020	43	01
Cacar Air	2019	4,261	Tidak ada
<i>HFMD</i> (Penyakit Tangan, Kaki dan Mulut)	2019	3,047	Tidak ada
Gastroenteritis	2019	8,290	Tidak ada

Jadual 6: Kes pertama dilaporkan di Brunei.

Penyakit	Kes
COVID-19	Kes import pertama pada 07 Mac 2020, ketika lelaki tempatan kembali ke negara dari Kuala Lumpur [21].
<i>H1N1</i> (Flu Babi)	Pada Mei 2009, pelajar berumur 9 tahun dan 6 tahun adalah kes disahkan <i>H1N1</i> pertama di negara ini di mana kedua-duanya telah pulang dari luar negeri [22].
Ensefalitis Jepun	Dilaporkan pertama kali di negara ini pada tahun 2013. Ia merupakan salah satu penyakit yang berjangkit melalui nyamuk yang ditularkan oleh nyamuk <i>Culex</i> [23].

Jadual 7: Potensi ancaman agen biologi.

BIL	Tahun	Insiden	Penglibatan	Punca	Potensi Risiko	No. Risiko
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1	2009	Kes pertama H1N1 (Flu Babi) yang disahkan di Brunei	H1N1 (Flu Babi)	Seorang pelajar berusia 9 tahun dan 6 tahun baru kembali dari luar negara (London & Singapura) ke negara ini.	Mengimport Penyakit Berjangkit Lain ke Negara.	B1
2	2020	Kes pertama COVID-19 yang disahkan di Brunei	COVID-19	Seorang lelaki tempatan baru kembali ke negara ini dari Kuala Lumpur	Mengimport Penyakit Berjangkit Lain ke Negara.	B2
3	2020	Organisasi Kesihatan Sedunia menganggarkan kes Ensefalitis Jepun di seluruh dunia setiap tahun dengan kira-kira 13,600 hingga 20,400 kematian	Ensefalitis Jepun	Virus Ensefalitis Jepun (JEV) dijangkiti kepada manusia melalui gigitan nyamuk <i>Culex</i> yang terinfeksi	Penyebaran Penyakit Berjangkit yang Dijangkiti oleh Gigitan Serangga yang Terinfeksi.	B3
4	1998 ke 1999	Perpustakaan Perubatan Kebangsaan - Wabak Virus Nipah di Semenanjung Malaysia dan Singapura	Virus Zoonosis	Kelawar buah yang terinfeksi boleh menyebarkan virus kepada haiwan domestik (contohnya anjing, babi, kucing, kambing, dan kuda) secara langsung atau tidak langsung, melalui produk makanan yang tercemar oleh kelawar buah.	Penyebaran Virus Zoonosis	B4

Potensi Risiko Biologi telahpun diwujudkan, seperti yang dipaparkan di **Jadual 7**, dengan berpandukan daripada insiden-insiden agen biologi yang pernah terjadi di negara lain.

Agen Radiologi

Ancaman radiologi boleh terjadi dalam pelbagai bentuk. Dalam situasi konvensional, senjata nuclear adalah sangat membimbangkan. Definisi Agen Radiologi adalah bahan radioaktif yang dilepaskan (secara sengaja ataupun tidak sengaja), yang boleh memberi kesan kesihatan yang fatal [24].

Walaupun data menunjukkan bahawa penyakit-penyakit tersebut dapat dikawal disebabkan sistem kesihatan negara yang efektif dan efisien di negara ini, ianya tidak boleh diambil ringan kerana ianya boleh menjadi lebih teruk seperti terjadinya pandemik atau wabak. **Jadual 6** di atas menunjukkan bila dan bagaimana penyakit-penyakit tersebut masuk ke dalam negara. Pandemik yang terbaru yang melanda negara adalah COVID-19. Di antara semua penyakit yang berkaitan dengan biologi, kes COVID-19 adalah kes yang paling banyak dicatatkan dengan jumlah kematian tertinggi.

Ancaman radiologi boleh berlaku dalam bentuk muatan kepala peledak (*warhead payloads*) dan aksesoriya. Manakala, ancaman radiologi yang lain adalah dikenali sebagai Bom Kotor (*Dirty Bomb*), yang mana ianya adalah peranti yang diimprovisasi menggunakan bahan radiologi untuk menyebarkan bahan radiologi yang boleh menyebabkan pencemaran terlokalisasi.

Dalam konteks Brunei Darussalam, kerana bahan radiologi tidak tersedia di pasaran atau tidak dapat diakses dan diizinkan untuk dimiliki, kebimbangan utama adalah lebih kepada sisa radiologi. Sisa radiologi adalah ancaman radiologi yang sangat membimbangkan negara.

Pengurusan sisa radioaktif yang tidak ber-

tanggungjawab telah menyebabkan banyak pencemaran berskala besar. Sisa Radiologi itu selalunya berasal atau berpunca daripada peralatan yang mengandungi bahan radioaktif yang diperlukan untuk peralatan itu beroperasi.

Bahan radioaktif yang paling banyak digunakan adalah cesium-137 dan nickel-63. Cesium-137 biasanya digunakan dalam sektor perubatan dan dalam industri minyak dan gas, terutama nya dalam mengkalibrasi peralatan. Sementara itu, nickel-63 biasanya digunakan dalam pengesanan, yang mana ianya selalu digunakan untuk mengesan bahan letupan atau bahan kimia berbahaya dan wap.

Alat Letupan Reka Ganti (*Improvised Explosive Device (IED)*)

Serangan keganasan di Bali pada tahun 2002 merupakan salah satu daripada serangan keganasan awal dan paling teruk di Asia Tenggara. Sejak serangan bom bunuh diri Jemaah Islamiyah (JI) yang mengorbankan kira-kira 202 nyawa dan mencederakan 209 yang lain, pihak berkuasa keselamatan dan beberapa kumpulan pengganas di Asia Tenggara telah meningkatkan dan menaiktaraf kebolehan operasi mereka [29].

Mereka yang membuat IED mengubah ciri-ciri alat tersebut secara berterusan, ini termasuklah mengubahsuaikan fungsi atau kaedah menggunakan alat tersebut.

Brunei Darussalam tidak pernah mengalami insiden radiologi pada masa lalu mahupun pada masa sekarang. Badan nasional yang ditubuhkan dan diberi kuasa dalam mengawal penggunaan dan pelupusan bahan radioaktif di Brunei Darussalam, iaitu Autoriti Kebangsaan Keselamatan, Kesihatan dan Alam Sekitar (*Safety, Health, and Environment National Authority (SHENA)*), memainkan peranan penting dalam mengawal keselamatan dan kesihatan bagi semua tempat kerja, alam sekitar dan hal ehwal radiasi. Walau bagaimanapun, pelupusan bahan radioaktif

adalah membimbangkan kerana tidak ada kemudahan bagi pelupusan bahan radioaktif di negara ini dan disebabkan ini, pengguna dikehendaki mengembalikan peralatan ke negara asal untuk dibuang [25] dan ini mungkin menjadi risiko utama yang perlu diambil perhatian dalam hal agen radiologi.

Berdasarkan analisis insiden masa lalu yang dialami oleh negara lain, risiko yang berkeungkinan terjadi di negara Brunei Darussalam yang telah dinilai, dinyatakan dalam **Jadual 8**.

Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) mentakrifkan IED sebagai alat peranti yang dibuat secara improvisasi yang mengandungi bahan letupan, bahan merosakkan, mematikan, beracun, menghasilkan api, piroteknik atau bahan kimia yang direka untuk memusnahkan, mencederakan, mengalih perhatian atau mengganggu, yang mungkin mengandungi bekalan ketenteraan, tetapi biasanya direka daripada komponen bukan ketenteraan [30]. Secara umumnya, ia terdiri daripada suis, sumber tenaga, inisiator, bekas dan ba-

han letupan. Semua IED boleh diklasifikasikan sebagai alat yang diatur mengikut masa yang ditetapkan, arahan atau mangsa. Oleh itu, pelaksanaan pemusnahan IED bergantung kepada pengendali IEDD yang dilatih dan berkelayakan dengan pengetahuan yang mendalam dalam bidang ini dan dalam kekompleksan yang semakin meningkat pada alat peranti ini. Penggunaan IED paling kerap berlaku dalam lanskap militan Asia Tenggara, yang mana ianya seringkali dikaitkan dengan pengganas.

IED seringkali digunakan terhadap orang barat sebelum munculnya Daulah Islamiah ataupun Negara Islam (*Islamic state (IS)*), yang mana serangan itu bertujuan untuk menghalau “pengaruh barat” dari negara-negara Islam, termasuk Indonesia. **Jadual 9** di bawah ini menunjukkan bahawa kebanyakan serangan IED di kawasan itu telah berlaku di tempat-tempat pelancongan atau lokasi dimana terdapatnya wakil diplomatik Barat.

Walaupun Brunei Darussalam tidak pernah mengalami sebarang insiden yang berkaitan

Jadual 8: *Potensi ancaman agen radiologi.*

BIL	Tahun	Insiden	Penglibatan	Tahap/ Kandungan Radiasi	Potensi Risiko	No. Risiko
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1	2012	Penyangak Kotak Tisu Radioaktif ditarik daripada rak-rak Bed Bath and Beyond [26]	Kobalt-60	Menghabiskan 30 minit sehari berdekatan dengan kotak tisu itu sama dengan beberapa sinar-x pada dada	Bahan radioaktif terdapat dalam logam buruk yang dikitar semula	R1
2	2018	Peranti Radioaktif hilang di Malaysia [27]	Iridium-192	Tiub logam besar 230kg (50lbs) dengan pegangan membawa isotop radioaktif Iridium-192 yang boleh menyebabkan pendedahan radiasi atau digunakan sebagai senjata jika digabungkan dengan peranti letupan konvensional	Memiliki bahan radioaktif secara haram dari peralatan yang dibuang	R2
3	2020	Indonesia menyiasat pembuangan sisa nuklear yang disyaki di kawasan perumahan [28]	Caesium-137	Tahap radiasi di tapak kosong menunjukkan 600 millisievert (mSv) sejam, kira-kira sama dengan tahap maksimum radiasi yang pekerja yang bertindak balas terhadap kemelut loji nuklear Fukushima di Jepun pada 2011 terdedah	Pembuangan bahan radioaktif secara haram di kawasan yang tidak terhad	R3

dengan IED, penggunaannya dan kesannya, terutamanya terhadap orang awam, serta penggunaannya yang tidak sah yang telah menyebabkan banyak kematian dan ketakutan dikalangan orang awam, adalah merupakan kebimbangan yang paling besar. Brunei Darussalam percaya bahawa pendekatan senegara (*whole-nation approach*) harus dilakukan bagi menangani ancaman sedemikian. Begitu juga dengan usaha menentang keganasan, koordinasi agensi-agensi kerajaan, seperti tentera, pasukan polis dan imigresen adalah diperlukan sebagai sebahagian daripada langkah-langkah menentang Pengeboman Berasaskan Bahan Letupan (*counter-Improvised Explosive Devices* (c-IEDs)).

Walaupun dengan adanya pendekatan senegara yang kukuh, Brunei Darussalam tidak terkecuali daripada menjadi lokasi kepentingan penganas sebagai tempat perlindungan mereka, terutamanya semasa kebangkitan khalifah Islam di Timur Tengah. Insiden-insiden terdahulu yang berkaitan dengan keganasan di Brunei Darussalam ditunjukkan dalam **Jadual 10**.

Jadual 9: Serangan-serangan IED.

Tahun	Insiden	Negara	Sasaran
2000	Pengeboman Rizal Day	Filipina	Diplomat, Pelancong
2002	Pengeboman Bali	Indonesia	Pelancong
2003	Pengeboman Jakarta	Indonesia	Pelancong
2004	Pengeboman SuperFerry 14	Filipina	Pelancong
2004	Pengeboman Kedutaan Australia	Indonesia	Diplomat
2005	Pengeboman Bali	Indonesia	Pelancong

Jadual 10: Laporan Brunei berkaitan dengan keganasan.

Tahun	Tajuk	Penerangan
2014	Brunei tahan warga Indonesia atas kecurigaan teroris [31]	Seorang ahli Ji disyaki merancang untuk membantu militan masuk ke Brunei dan menggunakannya sebagai tempat perlindungan serta menyalurkan pembiayaan kepada militan di luar negara.
2015	ISD Brunei Mengenakan Perintah Sekatan ke atas Pembantu Pelaku Aktiviti Keganasan [32]	Seorang wanita tempatan berusia 34 tahun yang berkaitan dengan seorang warga asing yang merancang untuk menyertai sebuah organisasi keganasan, di mana dia memudahkan kemasukan individu tersebut ke negara dan merancang untuk berkahwin.
2016	Lebih 50 tersangka teror ditangkap sewaktu musim Haji [33]	Tersangka teror termasuk seorang warga Brunei yang sedang disiasat untuk mengesahkan keterlibatan dalam operasi teror yang berlaku di Kerajaan tersebut.
2017	4 Warga Indonesia dideportasi kerana berkaitan dengan teror IS di Brunei [34]	Kesemua empat individu tersebut dideportasi dan dilarang memasuki semula Brunei atas kecenderungan mereka terhadap ideologi IS.
2018	Warga tempatan ditahan atas kaitan dengan ISIS [35]	Tersangka memberikan sumbangan kewangan dan merancang untuk membawa keluarganya ke Syria.

Mengimbu kembali insiden-insiden yang terdahulu, tidak ada insiden yang berkaitan dengan IED yang terjadi di Brunei Darussalam. Namun jika insiden-insiden tersebut tidak ditangani dengan tindakan yang tepat, ia boleh menyumbang kepada pembuatan IED di Brunei Darussalam, terutama sekali apabila IED ini dapat dibuat dengan mudah menggunakan sumber komersial. Oleh itu, risiko yang dinilai sebagai “mungkin berlaku” di Brunei Darussalam adalah seperti yang dinyatakan dalam **Jadual 11**.

Jadual 11: Ancaman IED yang mungkin berlaku.

BIL	Tahun	Insiden	Penglibatan	Punca	Potensi Risiko	No. Risiko
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1	2004	Kejadian pencurian bahan letupan ammonium nitrat di Thailand yang membangkitkan kekhawatiran terorisme [36]	Amonium Nitrat	Sepuluh lelaki bersenjata menyerbu sebuah tambang di provinsi selatan Yala, mencuri lebih dari 1,300 kg ammonium nitrat, bahan letupan utama yang digunakan dalam pengeboman di Bali.	Pencurian baja untuk pembuatan bom	11
2	2014	Malaysia menangkap rekrut Militer IS yang disyaki, di tengah meningkatnya kekhawatiran sokongan ekstremis [37].	Ideologi Ekstremis	Sejumlah 19 tersangka Militer IS dipercayai merancang untuk menyertai IS di Suriah, serta melakukan pengeboman di sebuah bar di pinggir Kuala Lumpur.	Pengrekrutan teroris	12
3	2016	Polis marin menahan dua lelaki, merampas pelbagai barang dipercayai buat bom ikan [38].	Amonium Nitrat, Letupan, Natrium Sianid	Juga ditangkap sebagai tersangka kedua adalah seorang warganegara Brunei berusia 22 tahun.	Latihan Bom Ikan	13
4	2016	Seorang lelaki tempatan ditangkap kerana ancaman bom [39].	Bom Palsu	Panggilan telefon membuat dakwaan bahawa sebuah bom telah ditanam di bangunan tersebut.	Ancaman Bom	14
5	2020	Remaja diberi <i>probation</i> kerana meletupkan bom buatan sendiri di East Coast Park [40].	Paip Bom, Serbuk Hitam	Remaja itu mulai mempelajari cara membuat bom secara <i>online</i> masa COVID-19 dan membeli 200 kotak batang mancis untuk membuat paip bom.	Pembuatan Paip Bom dari Serbuk Hitam	15
6	2022	Polis Malaysia percaya bahawa cemburu adalah motif di sebalik serangan bom yang membunuh seorang pelayan restoran [41].	IED	Di antara bahan-bahan yang ditemukan adalah peranti <i>power bank</i> , pemotong kertas, dan bateri. Polis mempercayai bahawa kebolehan untuk membuat bom telah diperoleh dari media sosial.	E-Pembelajaran Bom IED	16

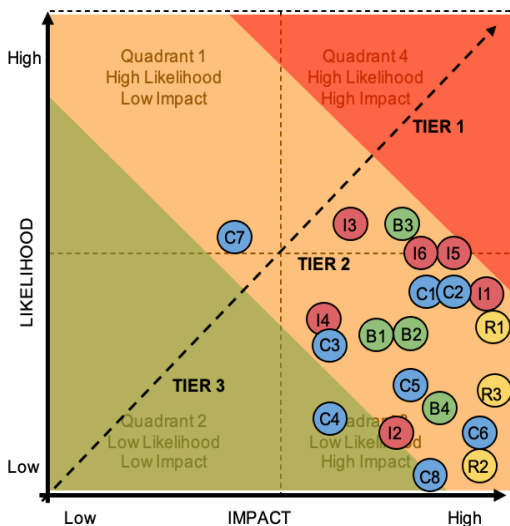
3. Hasil

Rajah 3 menunjukkan hasil daripada analisis ancaman bagi potensi risiko KBRL yang ditentukan berdasarkan beberapa insiden yang terjadi sebelumnya.

Penilaian risiko ancaman KBRL dalam konteks Brunei Darussalam menyimpulkan bahawa majoriti risiko yang mungkin berlaku jatuh ke dalam golongan tahap Risiko **Tier 2** di mana **kemungkinan** ianya akan berlaku

adalah **rendah** tetapi akan memberi **impak yang besar** jika ianya berlaku.

Elemen yang paling membimbangkan di kalangan KBRL ialah aspek radiasi kerana ianya akan memberikan kesan yang berpanjangan bukan sahaja terhadap fizikal manusia, tetapi juga terhadap alam sekitar.



Rajah 3: Tier Ancaman Risiko KBRL Brunei Darussalam

4. Perbincangan

Walaupun penilaian risiko menunjukkan *Tier 2*, di mana kemungkinannya adalah tidak mungkin, itu tidak bermakna ancaman sedemikian tidak akan berlaku. Brunei Darussalam sebagai negara yang mempunyai pendekatan keselamatan yang kuat melalui kerjasama penuh kerajaan, mungkin dapat mencegah ancaman yang mungkin terjadi menggunakan cara yang sesuai.

Walaupun bagaimanapun, ancaman yang semakin meningkat dalam rantau ini boleh meningkatkan potensi atau kemungkinan untuk terjadinya ancaman di negara ini. Di atas alasan yang sama juga menyebabkan Kertas Putih Pertahanan untuk menyatakan keperluan untuk membangunkan keupayaan pasukan tentera kita, terutamanya dalam menghadapi ancaman yang kini bertambah dari ancaman yang sebelumnya. Peningkatan kes berkaitan dengan bahan kimia, biologi, radiologi, dan alat letupan reka ganti, sama ada dalam perang atau insiden industri dalam rantau Asia Selatan, sangat membimbangkan dan terdapat persepsi kukuh tentang peralihan kuasa dari Barat ke Timur yang boleh menjadikan Asia Selatan sebagai pentas pertempuran seterusnya.

Oleh itu, mengakui bahawa kewujudan ancaman KBRL dalam rantau Asia Selatan semakin meningkat dan berkembang dari masa ke semasa, penilaian risiko mungkin boleh berubah dari *Tier 2* ke *Tier 1*.

5. Kesimpulan

Walaupun tiada insiden yang signifikan berhubung dengan KBRL yang berlaku di Brunei Darussalam, ancaman tersebut tidak boleh dianggap tidak wujud kerana impak daripada ancaman tersebut adalah sangat dahsyat. Walaupun Brunei Darussalam dianggap sebagai sebuah negara yang mempunyai pendekatan yang sangat kuat dalam mempertahankan kedaulatannya daripada sebarang ancaman yang mungkin berlaku, namun, pertimbangan harus diberikan terhadap ancaman yang semakin meningkat dalam rantau ini kerana sebarang kelemahan atau jurang boleh menyebabkan risiko yang sangat besar.

6. Rujukan

- [1] National Library of Medicine, "Biological Warfare at the 1346 Siege of Caffa", September 2002, "<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2732530/>".
- [2] News & Terrorism, "IED Attack: Improvised Explosive Device", "https://www.dhs.gov/xlibrary/assets/prep_ied_fact_sheet.pdf".
- [3] NATO Handbook on the Medical Aspect of NBC Defensive Operations AMedP-6(B), Part III - Chemical, "Chapter 1 - Introduction", February 1996, "<https://nuke.fas.org/guide/usa/doctrine/dod/fm8-9/3ch1.htm>".
- [4] Scientific Review, "Toxic Industrial Chemicals (TICs) - Chemical Warfare Without Chemical Weapons", 2006 "<http://dergi.fabad.org.tr/pdf/volum31/issue4/220-229.pdf>".
- [5] ASEAN Climate Change and Energy Project, Brunei Darussalam, "<https://accept.aseanenergy.org/country/brunei-darussalam/>".

- [6] Offshore Energy, "Shell Spills Oil in Brunei", January 2012, "<https://www.offshore-energy.biz/shell-spills-oil-in-brunei/>".
- [7] The BT Archive, "Selangkir 2 gas leak stopped", February 2015, "<https://btarchive.org/news/national/2015/02/26/selangkir-2-gas-leak-stopped>".
- [8] Borneo Bulletin, "Kuala Belait dawn fire injures one", September 2021, "<https://borneobulletin.com.bn/kuala-belait-dawn-fire-injures-one-2/>".
- [9] Borneo Bulletin, "Two hurt from gas explosion", October 2021, "<https://borneobulletin.com.bn/two-hurt-from-gas-explosion-2/>".
- [10] ARIA, "LPG leak on a pipeline in an LPG depot", February 2015, "https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/46283_en/?lang=en".
- [11] Malay Mail, "Two dead in ammonia leak at Petronas plant", August 2016, "<https://www.malaymail.com/news/malaysia/2016/08/16/two-dead-in-ammonia-leak-at-petronas-plant/1184521>".
- [12] The Straits Time, "7 people suffer eye irritation, difficulty in breathing after chlorine leak off Tuas", September 2016, "<https://www.straitstimes.com/singapore/environment/7-people-suffer-eye-irritation-difficulty-in-breathing-after-chlorine-leak-off>".
- [13] The Straits Time, "Hanwha Total's chemical leak effects 650 people in South Korea", May 2021, "<https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/hanwha-totals-flammable-chemical-vapor-leak-affects-650-people-in-south-korea>".
- [14] The Star, "Two schools closed, 30 hospitalised after chemical waste illegally dumped in Pasir Gudang river (Updated)", March 2019, "<https://www.thestar.com.my/news/nation/2019/03/07/two-johor-schools-evacuated-students-hospitalised-after-chemical-spill/>".
- [15] Reuters, "Murder at the airport: the brazen attack on Kim Jong Nam", April 2019, "<https://www.thestar.com.my/news/nation/2019/03/07/two-johor-schools-evacuated-students-hospitalised-after-chemical-spill/>".
- [16] Upstream Online, "State of emergency over Thailand oil spill", February 2022, "<https://www.upstreamonline.com/safety/state-of-emergency-over-thailand-oil-spill/2-1-1164386>".
- [17] CBS News, "125 die as tear gas triggers crush at Indonesia soccer match", October 2022, "<https://www.cbsnews.com/news/indonesia-soccer-stampede-tear-gas-police-fifa-arem-a-fc-persebaya/>".
- [18] Centers for Disease Control and Prevention, "Biological Threats", 2021, "<https://www.cdc.gov/childrenindisasters/biological-threats.html#:~:text=A%20biologic%20threat%20is%20an,people%20speak%20to%20each%20other>".
- [19] Occupational Safety & Health Administration (OSHA), "Biological Agents", United States Department Of Labor, n.d, "<https://www.osha.gov/biological-agents#:~:text=Biological%20agents%20include%20bacteria%2C%20viruses,microorganisms%20and%20their%20associated%20toxins.>".
- [20] Homeland Security, "Biological Attack Fact Sheet: Human Pathogens, Biotoxins, and Agricultural Threats", The National Academies, May 2019, "<https://www.dhs.gov/publication/biological-attack-fact-sheet>".
- [21] Siaran Akhbar Kementerian Kesihatan, "Detection of the first case of COVID-19 infection in Brunei Darussalam," March 2020, "[https://www.moh.gov.bn/Shared%20Documents/2019%20ncov/press%20releases/FINAL%20Press%20Release%20\(eng\)%20-%20First%20Case%20COVID-19%20](https://www.moh.gov.bn/Shared%20Documents/2019%20ncov/press%20releases/FINAL%20Press%20Release%20(eng)%20-%20First%20Case%20COVID-19%20)".

in%20Brunei%20Darussalam%20(2).pdf".

[22] The Scoop, "Brunei Report First H1N1 Cases", June 2009, <https://www.scoop.co.nz/stories/WL0906/S00454/cable-gate-brunei-reports-first-h1n1-cases.htm>".

[23] The BT Archive, "MOH Confirms Six More Cases of Japanese Encephalitis", November 2013, "<https://btarchive.org/news/national/2013/11/03/moh-confirms-six-extra-cases-japanese-encephalitis>".

[24] CDC, "Radiologic Threat Agent", October, 2022, "https://www.cdc.gov/nceh/dls/radiologic_threat_agents.html".

[25] SHENA, Radiation Matters, "<http://www.shena.gov.bn/SitePages/FAQs.aspx#Radiation-Matters>".

[26] Daily News, "Radioactive tissue box holders yanked from Bath, Bed & Beyond shelves", January 2012, "<https://www.nydailynews.com/life-style/health/radioactive-tissue-box-holders-yanked-bed-bath-shelves-article-1.1005746>".

[27] BBC News, "Radioactive device goes missing in Malaysia", August 2018, "<https://www.bbc.com/news/world-asia-45255181>".

[28] MONGABAY, "Indonesia probes suspected nuclear waste dumping at housing estate", February 2020, "<https://news.mongabay.com/2020/02/indonesia-probes-suspected-nuclear-waste-dumping-at-housing-estate/>".

[29] The Sydney Morning Herald, "Al-Qaeda financed Bali claims Hambali report", October 2003, "<https://www.smh.com.au/national/alqaeda-financed-bali-claims-hambali-report-20031006-gdhjab.html>".

[30] United Nation, Production and Delivery, "<https://www.un.org/disarmament/conarms/production/>".

[31] Borneo Post Online, "Brunei detains

Indonesian on terror suspicions", February 2014, "brunei-detains-indonesian-on-terror-suspicions".

[32] The Daily Brunei Resources, "Brunei ISD Imposed Restriction Order on Terrorist Assistant", February 2015, "<http://bruneiresources.blogspot.com/2015/02/brunei-isd-imposed-restriction-order-on.html>".

[33] Alarabiya News, "More than 50 terror suspects arrested during Hajj", September 2016, "<https://english.alarabiya.net/News/middle-east/2016/09/18/More-than-50-terror-suspects-arrested-during-Hajj>".

[34] Xinhuanet, "4 Indonesian deported for IS terror links in Brunei", April 2017, "http://www.xinhuanet.com/english/2017-04/07/c_136191014.htm".

[35] The Scoop, "Local man detained for alleged links to ISIS", May 2018, "<https://thescoop.co/2018/05/08/local-man-detained-alleged-links-isis/>".

[36] ABC News, "Thai bomb theft sparks terror fears", March 2004, "<https://www.abc.net.au/news/2004-04-01/thai-bomb-theft-sparks-terror-fears/161944>".

[37] Vice News, "Malaysia Arrests Suspected Islamic State Militant Recruits Amid Fears of Rising Extremist Support" August 2014, "<https://www.vice.com/en/article/j54n7g/malaysia-arrests-suspected-islamic-state-militant-recruits-amid-fears-of-rising-extremist-support>".

[38] Astro Awani, "Polis marin tahan dua lelaki, rampas pelbagai barang dipercayai buat bom ikan", February 2016, "<https://www.astroawani.com/berita-malaysia/polis-marin-tahan-dua-lelaki-rampas-pelbagai-barang-dipercayai-buat-bom-ikan-95892>".

[39] Bru Direct, "Local man nabbed for bomb scare", July 2016, "<https://www.brudirect.com/news.php?id=8936>".

[40] Channel News Asia, "Probation for youth who detonated homemade bombs at East Coast Park", Jun 2022, "<https://www.channelnewsasia.com/singapore/homemade-pipe-bomb-explosives-detonate-east-coast-park-youth-polytechnic-student-2782486>".

[41] The Straits Time, "Malaysian police believe jealousy could be motive behind bomb attack that killed restaurant waiter", January 2023, "<https://www.straitstimes.com/asia/se-asia/malaysian-police-believe-bomb-explosion-that-killed-cook-caused-by-jealousy#:~:text=On%20December%2029%2C%20a%20waiter,explosion%20occurred%2C%20The%20Star%20said>".

Mengenai Pengarang

Muhammad Rawie bin Bungsu dan Mohammad Fazlee bin Umarzuki adalah Penolong Jurutera dari *Signal Work Service (SWS) Troop* dan graduan dari Politeknik Brunei, Diploma Tingkat 5 Telekomunikasi dan Kejuruteraan Sistem. Muhammad Rawie menyertai Pasukan SWS pada tahun 2021 di bawah pasukan Komunikasi Statik, yang terlibat dalam penyelenggaraan Komunikasi Radio ABDB. Mohd Fazlee menyertai Pasukan SWS pada tahun 2020 di bawah pasukan Transmisi, yang terlibat dalam penyelenggaraan Infrastruktur Gentian ABDB. Pada tahun 2022, mereka telah dipilih untuk menjadi wakil daripada *SWS Troop* untuk menyertai *Land Engineering Work Improvement Teams (LE WITs)* yang diadakan oleh Kejuruteraan Darat, Khidmat Bantuan Kombatan Angkatan Darat Diraja Brunei, yang mana mereka telah dianugerahkan *Gold Award*.

Antena Mudah Alih Frekuensi Tinggi (HF) Near Vertical Incidence Skywave (NVIS)

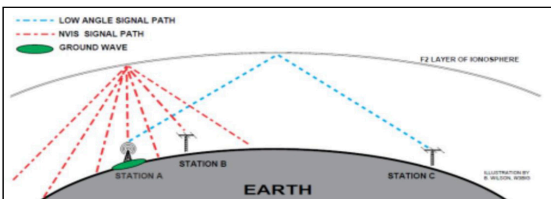
***Pengarang:** Muhammad Rawie bin Bungsu, and Mohd Fazlee bin Umarzuki*

Abstrak

Laporan ini adalah mengenai Antena Mudah Alih Frekuensi Tinggi (HF) Near Vertical Incidence Skywave (NVIS) yang telah pun dipilih untuk *Land Engineering Work Improvement Teams* (LE WITs), yang mana menyentuh mengenai fungsi NVIS, perbezaan diantara NVIS dengan penyebaran Skywave tradisional dan hubungannya dengan ionosfera. Laporan ini juga turut memberi cadangan mengenai masalah yang boleh diselesaikan menggunakan NVIS apabila dibandingkan dengan antena yang digunakan pada masa ini. Di samping itu, laporan ini juga menerangkan mengenai ciri-ciri NVIS dan proses keseluruhan daripada pembinaan sehingga ke uji cuba Antena Mudah Alih HF NVIS, serta cabaran-cabaran yang dihadapi.

1. Pengenalan

Near Vertical Incidence Skywave (NVIS) adalah satu mod perambatan di mana isyarat dihantar menggunakan sinaran sudut tinggi hampir menegak dan dikembalikan semula ke Bumi dari Ionosfera hampir menegak untuk menyediakan liputan tempatan atau serantau. Berbanding dengan *Skywave* tradisional yang mana mempunyai sinaran sudut rendah, NVIS mempunyai sinaran sudut tinggi (seperti ditunjukkan dalam **Rajah 1**). NVIS sering digunakan dalam persekitaran yang mencabar untuk mod penyebaran Frekuensi Tinggi (HF) tradisional, seperti kawasan pergunungan. NVIS telah digunakan oleh tentera selama beberapa dekad untuk menyediakan komunikasi jarak pendek dengan unit lain di darat. Tajuk yang dipilih untuk projek ini ialah antenna mudah alih HF NVIS.



Rajah 1: Laluan isyarat NVIS & Skywave tradisional.

2. Kenyataan masalah

Antena mudah alih HF NVIS boleh memberi sumbangan dan membantu tentera semasa semasa penggunaan radio HF. Didapati bahawa semasa penempatan tentera radio HF, mereka biasanya menggunakan antena dipol mendatar (seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 2**). Masalah pertama penggunaan antena dipol mendatar adalah ia perlu menghadap lokasi stesen lain untuk mewujudkan komunikasi. Masalah kedua adalah ia menggunakan perambatan gelombang langit tradisional, dan ini menyebabkannya cenderung kepada *skip zone*. Antena dipol mendatar juga boleh dilaraskan untuk menggunakan mod perambatan NVIS dengan menurunkan

ketinggian antena, tetapi kedudukan antena mesti menghadap stesen lain kerana ia adalah antena dua arah. Antena terpilih yang dibuat untuk projek ini ialah antena *omni-directional*, yang mana kedudukan antena tidak lagi menjadi isu kerana ia masih boleh mewujudkan komunikasi di semua arah.



Rajah 2: Antena Dipol Mendatar HF.

3. Perambatan skywave

Terdapat tiga jenis perambatan radio yang berbeza, iaitu *Line of Sight* (LoS), *Ground wave* dan *Skywave*. Jenis perambatan yang digunakan untuk antena mudah alih HF NVIS ialah perambatan *skywave*. Penyebaran *skywave* ialah perambatan gelombang radio yang dipantulkan atau dibiarkan kembali ke Bumi dari Ionosfera, yang merupakan lapisan atmosfera atas yang bercas elektrik. Oleh kerana ia tidak dihadkan oleh kelengkungan Bumi, perambatan *skywave* boleh digunakan untuk berkomunikasi di luar ufuk, pada jarak antara benua.

4. Ionosfera berkaitan dengan skywave

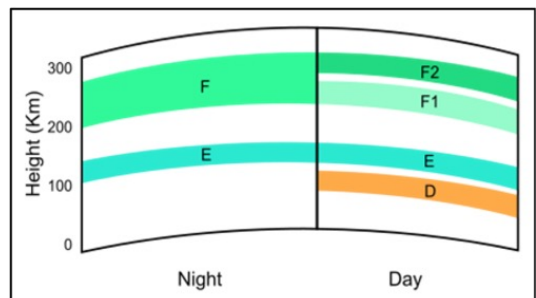
Seperti yang dinyatakan sebelum ini, antena NVIS ialah tempat isyarat dihantar dengan sudut sinaran hampir menegak ke Ionosfera dan dipantulkan kembali ke Bumi. Ionosfera mengandungi tiga lapisan berbeza iaitu:

- Lapisan D,
- Lapisan E, dan
- Lapisan F.

Lapisan D. Lapisan D ialah kawasan pertama dalam Ionosfera yang akan dicapai oleh skywave apabila ia meninggalkan permukaan Bumi dan bergerak ke atas. Lapisan D berada pada ketinggian kira-kira 60-90 kilometer. Ianya hanya wujud pada waktu siang dan hilang pada waktu malam. Lapisan D terutamanya bertindak sebagai penyerap isyarat HF. Semakin rendah isyarat frekuensi, semakin banyak isyarat itu dilemahkan oleh penyerapan Lapisan D. Oleh itu, semakin tinggi frekuensi isyarat, semakin sedikit isyarat itu dilemahkan. Penyerapan Lapisan D juga meningkat dengan peningkatan pengionan; Oleh itu, penyerapan biasanya paling tinggi pada tengah hari apabila sinaran suria adalah paling tinggi. Oleh kerana penyerapan Lapisan D, isyarat HF skywave yang lebih tinggi merambat lebih baik pada waktu siang, manakala isyarat frekuensi yang lebih rendah merambat lebih baik pada waktu malam disebabkan oleh kehilangan Lapisan D.

Lapisan E. Lapisan E berada di atas Lapisan D. Ia wujud pada ketinggian kira-kira 100-125 kilometer. Berbeza dengan Lapisan D, lapisan ini mempunyai keupayaan untuk membiaskan isyarat HF kembali ke arah Bumi, namun lapisan ini masih bertindak sebagai pengecil pada tahap tertentu. Berbanding dengan lapisan Ionosfera yang lain, lapisan E adalah agak nipis, biasanya kira-kira 10- 25 km. Seperti lapisan D, lapisan E lebih terion pada waktu siang, tetapi tidak seperti lapisan D, ia tidak hilang sepenuhnya pada waktu malam. Apabila frekuensi meningkat, didapati jumlah pembiasan berkurangan sehingga mencapai kekerapan ambang di mana isyarat tidak akan dibiaskan lagi dan akan melalui rantau ini dan bergerak ke lapisan seterusnya di atasnya.

Lapisan F. Lapisan F ialah lapisan Ionosfera yang paling penting untuk perambatan HF skwave. Pada waktu siang, lapisan F terbahagi kepada dua sub-lapisan iaitu F1 dan F2. Sub-lapisan pertama, F1 ditemui pada ketinggian lebih daripada 160-220 km. Sub-lapisan kedua, F2 ditemui pada ketinggian lebih daripada 250-400 km. Pada waktu malam, kedua-dua sub-lapisan ini akan bergabung kembali menjadi satu lapisan, iaitu Lapisan F. Berbanding dengan lapisan D dan E, ketinggian lapisan F berubah dengan ketara berdasarkan pelbagai faktor seperti masa hari, musim dan keadaan suria. Lapisan F1 yang lebih rendah terutamanya menyokong komunikasi jarak dekat sehingga sederhana pada waktu siang. Lapisan F2, sebaliknya, hadir lebih kurang sepanjang masa. Lapisan F2 mempunyai ketinggian tertinggi dan pengionan tertinggi bagi semua lapisan dan oleh itu, ia bertanggungjawab untuk sebahagian besar komunikasi skywave jarak jauh di HF.



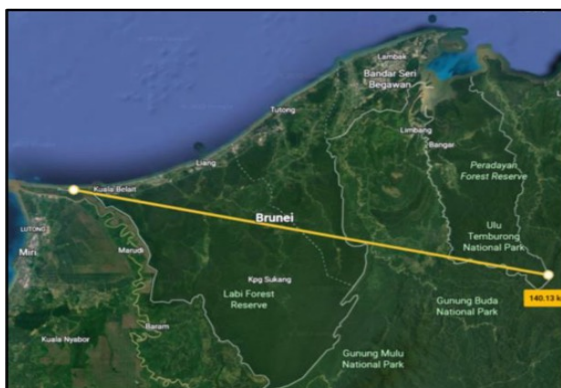
Rajah 3: Lapisan Ionosfera pada waktu siang dan malam.

5. Antena mudah alih HF NVIS

Terdapat pelbagai jenis antena NVIS tetapi untuk projek ini, antena yang dipilih ialah Antena *Inverted V*, yang terdiri daripada dua dipol V songsang bersilang yang diletakkan pada sudut tepat di antara satu sama lain dan disokong di tengah oleh tiang sepanjang 15 kaki (ditunjukkan dalam **Rajah 4**). Salah satu kelebihan utama antena V *Inverted* NVIS berbanding dengan dipol mendatar standard ialah antena jenis ini mudah disediakan. Ia hanya mempunyai satu sokongan pusat dan oleh itu, boleh dibangkitkan oleh satu orang sahaja.



Rajah 4: Antena Inverted V NVIS.



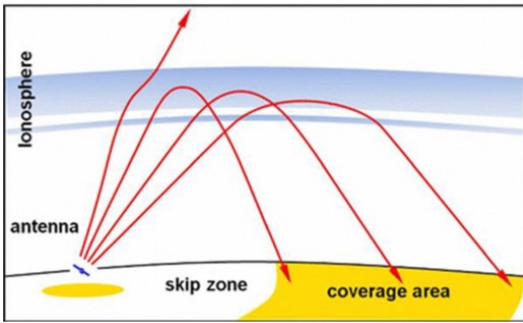
Rajah 5: Rajah Goodle Earth bagi Negara Brunei Darussalam.

Walaupun antena NVIS mempunyai jarak yang lebih rendah daripada perambatan sky-wave tradisional, tetapi saiz Negara Brunei Darussalam bermakna antena NVIS adalah cukup baik untuk meliputi seluruh Negara Brunei Darussalam. Antena NVIS boleh mewujudkan komunikasi yang sah sehingga 350 km. Jarak terjauh Negara Brunei Darussalam hanya sekitar 140 km (seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 5**).

6. Ciri-ciri NVIS

Terdapat banyak ciri-ciri bagi antena NVIS, yang termasuk:

- NVIS meliputi kawasan yang biasanya berada dalam skip zone bagi perambatan sky-wave tradisional. *Skip zone* dirujuk sebagai kawasan yang terletak di luar ground wave dan sebelum skywave pertama kembali ke bumi. Skip zone adalah kawasan di mana penghantaran radio tidak boleh diterima (seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 6**).
- NVIS tidak memerlukan infrastruktur tambahan seperti pengulang atau satelit. Dua stesen yang menggunakan teknik NVIS adalah sudah mencukupi untuk mewujudkan komunikasi yang boleh dipercayai tanpa sokongan daripada mana-mana pihak ketiga.
- Antena yang dioptimumkan untuk NVIS biasanya adalah pada paras rendah. Antena NVIS yang betul boleh disediakan dengan mudah oleh pasukan kecil atau hanya satu orang sahaja dalam masa yang singkat, disamping menjadikannya bersembunyi dan sukar untuk diperhatikan.
- Kawasan rendah dan lembah tidak menjadi masalah untuk penyebaran NVIS kerana halangan adalah kurang penting kepada NVIS berbanding skywave tradisional.
- Panjang laluan keseluruhan yang lebih pendek mengurangkan pengecilan di antara pemancar dan penerima.
- NVIS juga berfungsi dengan baik pada tahap kuasa penghantaran yang agak rendah.
- Membenarkan fleksibiliti dalam persediaan antena NVIS kerana jenis antenanya ialah antena *Omni-directional*.



Rajah 6: Skip Zone.

7. Peralatan untuk pembinaan Antena

Peralatan yang diperlukan untuk membina antena ini adalah seperti yang disenaraikan dalam **Jadual 1**. Jumlah kos untuk peralatan yang diperlukan ialah BND\$161.60. Arahan untuk pembinaan antena adalah seperti yang disertakan di dalam **Lampiran 1**.

Jadual 1: Senarai peralatan dan kos.

No.	Items	Unit	Qty	Price
1	1 1/2" PVC Pipe	ft	15	\$20.00
2	1 1/2" PVC Male Connector	Each	2	\$3.00
3	1 1/2" PVC Female Connector	Each	2	\$4.00
4	1 1/2" PVC cap	Each	2	\$3.00
5	UHF Female Connector	Each	1	\$5.00
6	UHF Male Connector to RG58	Each	1	\$5.00
7	BNC male connector to RG58	Each	1	\$4.00
8	Heat Shrink	Small box	1	\$5.00
9	Electrical Wiring 1.5mm	m	40	\$12.80
10	Ceramic insulator	Each	4	\$6.00
11	Nylon rope 2mm	m	20	\$2.50
12	RG58 coax cable	m	10	\$30.00
13	Silicone	Each	1	\$6.80
14	Army green color spray	Can(s)	2	\$7.80
15	PVC Glue	Each	1	\$2.50
16	Velcro strap	roll	1	\$2.80
17	Nut & Bolt	Each	5	\$4.80
18	3/4" Tee Pipe	Each	16	\$9.60
19	3/4" PVC Pipe	ft	10	\$7.50
20	Ground stake	Each	4	\$7.90
21	Sandpaper 400	Each	1	\$0.50
22	Terminal Connector	Each	4	\$3.00
23	Black color spray	can	1	\$3.80

8. Penempatan Antena NVIS

Disebabkan oleh ciri-ciri Ionosfera dan sudut berlepas antena, julat frekuensi optimum adalah di antara 2 MHz dan 15 MHz. Pada waktu siang, frekuensi adalah di antara 4 MHz dan 15 MHz, manakala pada waktu malam ia adalah di antara 2 Mhz dan 4 Mhz. Dua antena *Inverted V* NVIS telah dibuat untuk menguji komunikasi di antara dua stesen. Arahan untuk menyediakan antena telah disertakan

di dalam **Lampiran 2**. Terdapat tiga penempatan yang telah dilakukan untuk ujicuba. Radio yang digunakan untuk penggunaan ini ialah HF Manpack, HARRIS RF5800H-MP (seperti ditunjukkan dalam **Rajah 7**).

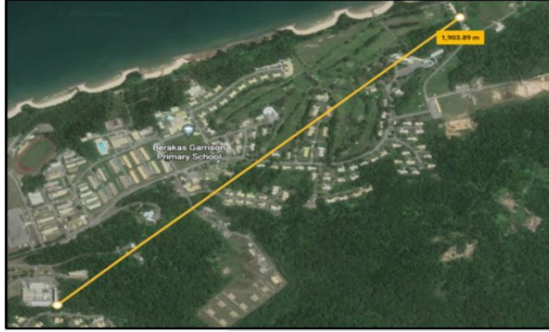


Rajah 7: HARRIS RF5800H-MP.

Untuk penempatan pertama, kedua-dua stesen terletak di Kem Berakas. Stesen pertama berada di Skuadron Isyarat, manakala stesen kedua berada di kawasan lapang berhampiran Kelab Pelana, dengan jarak 1.9 km di antara satu sama lain (seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 8**). Untuk penempatan ini, dua uji coba komunikasi telah dijalankan. Uji coba pertama menggunakan antena *Whip* ke antena *Whip* untuk kedua-dua stesen. Uji coba ini berhasil dalam mewujudkan komunikasi. Untuk ujicuba kedua, stesen pertama menggunakan Antena *Inverted V* NVIS, manakala stesen kedua menggunakan antena *Whip*. Matlamat utama uji coba ini adalah untuk memeriksa sama ada antena *Whip* dapat menerima isyarat komunikasi dari stesen pertama. Malangnya, komunikasi tidak dapat diwujudkan, yang mana mungkin disebabkan stesen kedua tidak menggunakan antena NVIS.

Untuk penempatan kedua, lokasi adalah sama seperti penempatan pertama tetapi kali ini kedua-dua stesen menggunakan antena *Inverted V* NVIS. Namun, komunikasi masih tidak berhasil untuk wujud. Ini mungkin disebabkan oleh julat yang tidak mencukupi.

Bagi penempatan ketiga, lokasi stesen pertama adalah di Kelab Pelana Kem Berakas manakala stesen kedua di Muara, Jalan Serai Pimping di mana jaraknya 10.8 km di antara satu sama lain (seperti **Rajah 9**). Dua uji coba komunikasi telah dijalankan di penempatan



Rajah 8: Lokasi penempatan pertama dan kedua.



Rajah 9: Lokasi penempatan ketiga.

ketiga ini. Uji cuba pertama menggunakan antena *Whip* ke antena *Whip* untuk kedua-dua stesen. Uji cuba pertama mendapati bahawa tiada isyarat komunikasi telah diterima. Untuk ujian kedua, kedua-dua stesen menggunakan antena *Inverted V NVIS*. Komunikasi dapat diwujudkan dan kedua-dua stesen boleh menghantar dan menerima isyarat di antara satu sama lain tanpa masalah. Ia telah membuktikan bahawa julat adalah faktor yang menyebabkan kegagalan uji cuba komunikasi sebelumnya.

9. Cabaran

Terdapat banyak cabaran yang dihadapi semasa projek ini. Cabaran pertama ialah kekurangan pengalaman kerana ini adalah pembinaan antenna yang sulung. Oleh itu, ianya sukar dan mengambil masa yang lama untuk mencari peralatan yang diperlukan.

Terdapat peralatan yang tertinggal semasa pembinaan antenna, yang mana menyebabkan penangguhan projek itu sehingga peralatan yang diperlukan diperolehi. Ini menyebabkan proses pembinaan antenna memakan lebih banyak masa daripada yang dijangkakan.

Cabaran kedua adalah dari segi ketersediaan. Ketersediaan dan jadual bagi ahli pasukan, anggota tentera *SWS Troops*, kenderaan dan keadaan cuaca perlu dipertimbangkan semasa menetapkan jadual untuk pembinaan and uji cuba antenna, terutamanya semasa penempatan antenna NVIS untuk uji cuba komunikasi.

Cabaran ketiga ialah mencari lokasi yang bersesuaian untuk penempatan antenna NVIS. Kawasan tersebut perlu selamat dan cukup luas untuk penempatan antenna. Oleh

kerana antenna direka bentuk untuk digunakan dengan pancang tanah untuk memegang anggota dan pangkal antenna, jenis rupa bumi mesti terdiri daripada tanah.

10. Penambahbaikan di masa depan

Terdapat beberapa perkara yang perlu diperbaiki untuk Antena Mudah Alih HF NVIS. Perkara pertama yang perlu diperbaiki ialah jenis bahan bagi peralatan tiang antenna. Ianya perlu ditukar kepada sesuatu yang lebih ringan. Untuk tiang antenna, bahan boleh diganti menggunakan paip PVC putih yang lebih ringan dan bukannya paip PVC kelabu yang lebih berat. Perkara kedua adalah menggantikan kili PVC antenna itu dengan papan plastik nipis. Perkara ketiga adalah untuk mencipta beg untuk kemudahan penyimpanan dan mudah alih. Akhir sekali, perkara keempat adalah penambahbaikan tapak antenna yang digunakan pada masa yang ini yang mana terdiri penutup paip PVC yang dipasang dengan nat dan bolt dan menggantikannya dengan plat logam nipis atau papan plastik untuk menahannya dengan kukuh ke tanah, supaya lebih mudah untuk membangun antenna.

11. Kesimpulan

Sebagai kesimpulan, antenna mudah alih HF NVIS yang dicipta untuk projek ini menggunakan kaedah penyebaran NVIS di mana isyarat dihantar pada sinaran sudut tinggi ke ionosfera dan dibiarkan kembali ke Bumi pada sudut hampir menegak. Ciri utama antenna NVIS ini ialah ia boleh disediakan dengan mudah oleh pasukan kecil atau satu anggota sahaja. Ini membolehkan pengurangan kakitangan dan membenarkan kakitangan lain untuk ditugaskan kepada tugas lain. Ciri utama kedua ialah ia mengurangkan kawasan *skip zone* bagi perambatan skywave tradisional. Memandangkan Negara Brunei Darussalam adalah sebuah negara kecil, sebahagian besar kawasan itu akan menjadi *skip zone* bagi perambatan skywave tradisional. Walaupun julat liputan adalah lebih rendah daripada perambatan skywave tra-

disional, liputan adalah lebih daripada cukup untuk meliputi dari hujung ke hujung Negara Brunei Darussalam. Akhir sekali, ianya merupakan jenis antenna *Omni-directional* dan halangan akan menjadi faktor yang kurang penting. Oleh sebab itu, antenna boleh disediakan pada sebarang orientasi yang sesuai di tapak radio tertentu tanpa mengambil kira lokasi stesen lain. Oleh itu, dipercayai bahawa antenna ini akan membantu dalam penempatan radio HF tentera. Uji cuba Antena Mudah Alih HF NVIS dalam projek ini telah menunjukkan kejayaan, di mana komunikasi berhasil dibuat daripada satu stesen ke stesen yang lain.

12. Rujukan

Electronics notes (2019). NVIS Propagation: Near Vertical Incidence Skywave» Electronics Notes. [online] Electronics-notes.com. Available at: <https://www.electronicsnotes.com/articles/antennas-propagation/ionospheric/nvis-near-vertical-incidence-skywave.php> [Accessed 22 Aug. 2022].

The Army Property Store. (n.d.). AS-2259/GR Antenna, NSN 5985-00-106-6130. [online] Available at: <https://store.armyproperty.com/products/as-2259-gr-antenna-nsn-5985-00-106-6130.html> [Accessed 22 Aug. 2022].

www.qsl.net. (n.d.). NVIS: Near Vertical Incidence Skywave. [online] Available at: <https://www.qsl.net/wb5ude/nvis/> [Accessed 22 Aug. 2022].

WØSTU, S. (2021). Near Vertical Incidence Skywave (NVIS). [online] hamradioschool. Available at: <https://www.hamradioschool.com/post/near-vertical-incidence-skywave-nvis> [Accessed 22 Aug. 2022].

www.rfwireless-world.com. (n.d.). Difference between Ionospheric layers D,E,F,F1,F2. [online] Available at: <https://www.rfwireless-world.com>

less-world.com/Terminology/Difference-between-Ionosphericlayers-D-E-F1-and-F2.html [Accessed 22 Aug. 2022].

Dxengineering.com. (2022). [online] Available at: <https://static.dxengineering.com/pdf/wp-nvisrev2.pdf> [Accessed 22 Aug. 2022].

www.electronics-notes.com. (n.d.). Ionospheric Layers: D, E, F, F1, F2, Regions» Electronics Notes. [online] Available at: <https://www.electronics-notes.com/articles/antennaspropagation/ionospheric/ionospheric-layers-regions-d-e-f1-f2.php>. [Accessed 22 Aug. 2022].

www.met.nps.edu. (n.d.). HF and Lower Frequency Radiation - The Ionosphere. [online] Available at: https://www.met.nps.edu/~ps-guest/EMEO_online/module3/module_3_2.html [Accessed 22 Aug. 2022].

www.prc68.com. (n.d.). AS-2259 Ant. [online] Available at: <https://www.prc68.com//AS2259.shtml> [Accessed 22 Aug. 2022].

Lampiran 1: Langkah-langkah bagi pembinaan Antena Mudah Alih HF NVIS

A. Penyediaan tiang

1. Haluskan paip PVC dan penyambung menggunakan kertas pasir.



2. Gam dan sambung penyambung PVC menggunakan gam PVC.

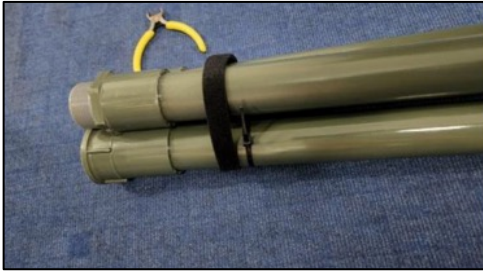


3. Sembur kesemua paip PVC dan tunggu sehingga ia kering.



4. Pasang jalur Velcro pelekat kepada setiap paip PVC di bahagian atas dan bawah paip PVC.

5. Susun dan pasang paip PVC di antara satu sama lain menggunakan jalur Velcro.



3. Sediakan wayar elektrik mengikut panjang yang disenaraikan di bawah:

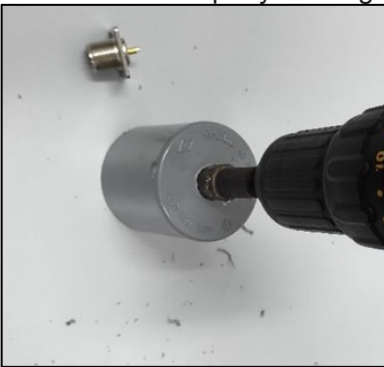
- a. 25 kaki = 2 kuantiti
- b. 38 kaki = 2 kuantiti

4. Tanggalkan lengan di hujung wayar elektrik dan kelim pada lubang mata.

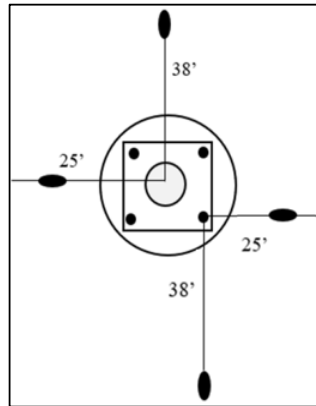


B. Penyediaan antenna

1. Tebuk lubang di bahagian atas penutup PVC untuk muat dalam penyambung UHF.



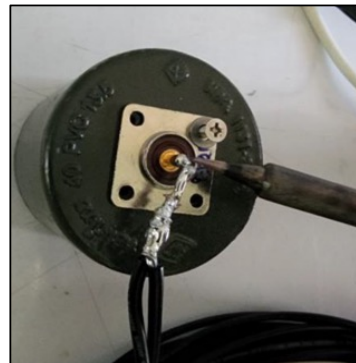
5. Susun wayar elektrik mengikut rajah di bawah.



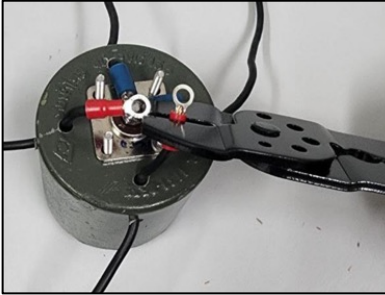
2. Tebuk lubang untuk skru dan kemudian skru penyambung UHF untuk memegangnya pada penutup PVC.



6. Pateri lubang ikatan setiap satu daripada 25 kaki dan 38 kaki ke muncung penyambung coax UHF.



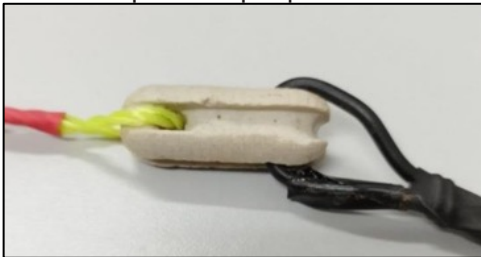
7. Skru keempat-empat lubang penyambung UHF dan masukkan satu lubang mata sepanjang 25 kaki dan 38 kaki ke salah satu skru dan ketatkannya dengan nat.



8. Sediakan tali nilon mengikut panjang yang disenaraikan di bawah:

- a. 7 kaki = 2 kuantiti
- b. 20 kaki = 2 kuantiti

9. Pasangkan hujung setiap wayar elektrik dan tali nilon pada empat penebat.



10. Buat gelung di hujung yang lain untuk pancang tanah.

11. Tutup bahagian atas penyambung UHF dengan silikon dan tutup dengan penutup PVC yang lain.



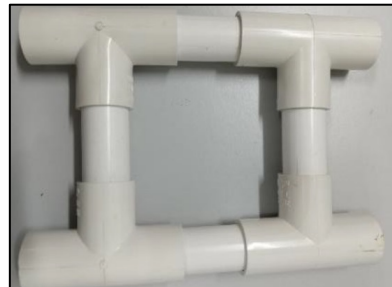
C. Penyediaan kili

1. Sediakan 4 keping paip PVC berukuran $\frac{1}{2}$ " sepanjang 3 sm dan haluskan dengan kertas pasir.

2. Sediakan 4 keping paip Tee PVC berukuran $\frac{3}{4}$ ".

3. Gam kedua penghujung paip PVC dan sambungkan ke paip Tee PVC.

4. Tunggu sehingga gam kering.



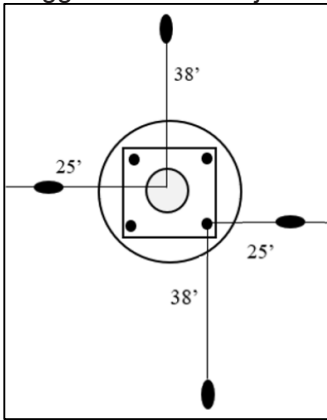
5. Haluskan gelondong PVC menggunakan kertas pasir dan tunggu sehingga kering.

Lampiran 2: Prosedur persediaan Antena Inverted V NVIS

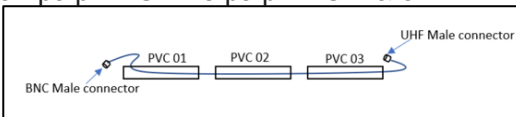
1. Sediakan dan letakkan kesemua peralatan yang diperlukan.



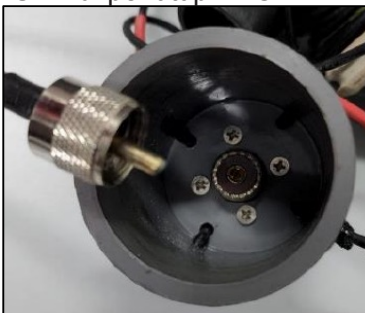
2. Susun anggota menurut rajah di bawah.



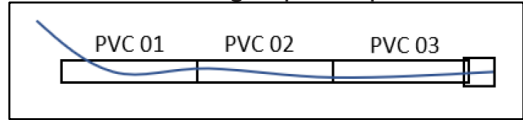
3. Masukkan kabel *coaxial* yang dipasang dari paip PVC 1 ke paip PVC 2 & 3.



4. Sambungkan kabel *coaxial* dengan penyambung *Male* UHF kepada penyambung *Female* UHF di penutup PVC.



5. Sambungkan ketiga-tiga paip PVC 1, 2 dan 3 bersama dengan penutup PVC.



6. Naikkan tiang antena sehingga tapak me-negak ke tanah.



7. Gunakan pancang tanah untuk menahan hujung wayar anggota ke tanah.

8. Sambungkan penyambung *Male* BNC ke radio.



9. Sedia untuk digunakan untuk komunikasi HF menggunakan julat frekuensi tertentu (Siang: 4MHz – 15MHz, Malam: 2MHz - 4Mhz).

Spesifikasi Teknikal

Frequency Range	2 – 15 MHz
Application	HF Sky wave Communication
Impedance	50 Ω
Polarization	Horizontal / Vertical
Pattern	Omni - Directional
Connector	UHF Male & Female Connector BNC Male Connector
Mast Height	15 ft
Radiator (electric wire) length	38 ft x 2 25 ft x 2
Insulator Rope length	7 ft x 2 20 ft x 2
Antenna Guy Wire	45 ft x 4
Color	Army Green
Weight (Kg)	7.50

Mengenai Pengarang

Nadzirah binti Haji Ibrahim merupakan Penolong Jurutera Tingkat III di Seksyen MERG di Bengkel Bolkiah, Kejuruteraan Tanah, TDDB. Beliau telah berkhidmat selama 8 tahun sejak 8 Disember 2014. Beliau berkelulusan Diploma Kebangsaan Tertinggi (HND) dalam Sistem Komputer dan Komunikasi. Skop kerja beliau melibatkan pembaik pulihan pelbagai kelengkapan elektronik, perhubungan RACAL radio modul, *harness ancillaries*, Falcon III Intercomms RF7800I dan kelengkapan komersial. Beliau berkebolehan untuk menghasilkan kerja yang baik serta sentiasa rapi dan tepat. Beliau juga menunjukkan keterampilan yang sangat baik, mempunyai disiplin yang tinggi dan mematuhi peraturan-peraturan sewaktu dalam bertugas.

Interkom Simulator Padat Mudah Alih

Pengarang: Nadzirah Haji Ibrahim

Abstrak

Interkom Simulator Padat Mudah Alih direka untuk penyelenggaraan atau mencari kerosakan bagi Sistem Interkom Digital RF-7800I. Adalah sangat sukar untuk mengenal pasti kerosakan kerana terdapat banyak kabel kompak yang dilengkapi di dalam kenderaan tentera. Simulator ini boleh memudahkan proses kerja kerana ia adalah mudah alih dan penempatan berkesan bagi perantiinterkom dan kabel membolehkan penanggalan dan penyimpatan dalam petak masing-masing. Selain itu, simulator ini berkemampuan untuk membuat komunikasi suara melalui pengecaman pertuturan dan penghapusan hingar, perisiannya boleh dikonfigurasikan dan boleh dinaik taraf di lapangan dan menyokong sehingga empat penerima radio secara serentak dengan keupayaan penghantaran semula. Hasil daripada projek ini boleh mewujudkan impak positif dalam membantu kedua-dua pihak tentera dan awam dalam semua aspek, seperti menjalankan kursus, latihan dan misi operasi dengan lebih berkesan dan cekap. Namun begitu, projek ini boleh dipertingkatkan lagi dengan menambah bateri untuk bekalan kuasanya, serta menjadikannya lebih padat dengan menggunakan kotak lasak yang lebih kecil dan ringan.

1. Deskripsi umum

1.1. Pengenalan

Interkom simulator padat mudah alih adalah kotak yang berkualiti tinggi yang khusus direka bentuk untuk Sistem Interkom Digital RF7800I. Di dalamnya terdapat unit sistem komunikasi untuk mengesan suara dan data kenderaan. Dengan adanya suara dan maklumat tersebut membolehkan pengendali stesen kenderaan yang lain untuk melaksanakan operasi dan berkomunikasi sesama mereka sambil mengawal komunikasi antara semua kenderaan pada masa yang sama. Kotak tersebut di reka bentuk dengan teliti mengikut ukuran sistem interkom digital yang terdiri daripada Unit Pusat, komponen pengendali stesen (Unit Paparan Papan Kekunci, Unit Dail Berputar dan Unit Asas), unit pembesar suara, alat pendengaran suara dan barang pemutusan kuasa.

Simulator ini juga boleh digandingkan dengan radio Harris Falcon II dan III, alat-alat tentera, kerajaan dan komersial yang sebanding dengannya. Rangkaian radio membolehkan pengendali stesen untuk berkomunikasi dengan petugas atau kenderaan yang berada jauh dari kawasan stesen, atau dengan pusat kawalan melalui HF, VHF, UHF dan *Broadband Global Area Network* (BGAN) teknologi komunikasi satelit.

Interkom simulator padat mudah alih ini sesuai digunakan dengan sistem RF-7800I yang terdiri daripada Unit Pusat yang mana ianya berhubung kepada pelbagai komponen pengendali stesen dan juga komponen tambahan yang termasuk dalam konfigurasi kenderaan. Unit Pusat tersebut telah pun dirancang sebelum digunakan mengikut kriteria yang diberikan khusus untuk sesebuah misi melalui perisian RF-7800I *Digital Intercom System Control Center* (DCC). Unit Pusat juga boleh diprogram semula dengan menggunakan DCC seperti yang dikehendaki.

1.2. Objektif

- Mereka bentuk dan membina interkom simulator RF-7800I yang padat dan mudah alih.
- Memberikan tempat yang sesuai untuk Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I dengan lebih teratur dan versi mudah alih menggunakan kotak yang berkualiti tinggi agar ianya mudah untuk dibawa ke tapak bagi urusan penyelenggaraan dan pembaikan pulihan pada sistem interkom yang terdapat di dalam kenderaan tentera.
- Sangat sesuai digunakan bagi membantu menjalani kursus latihan tentera.
- Penyusunan kabel yang lebih rapi dan teratur.

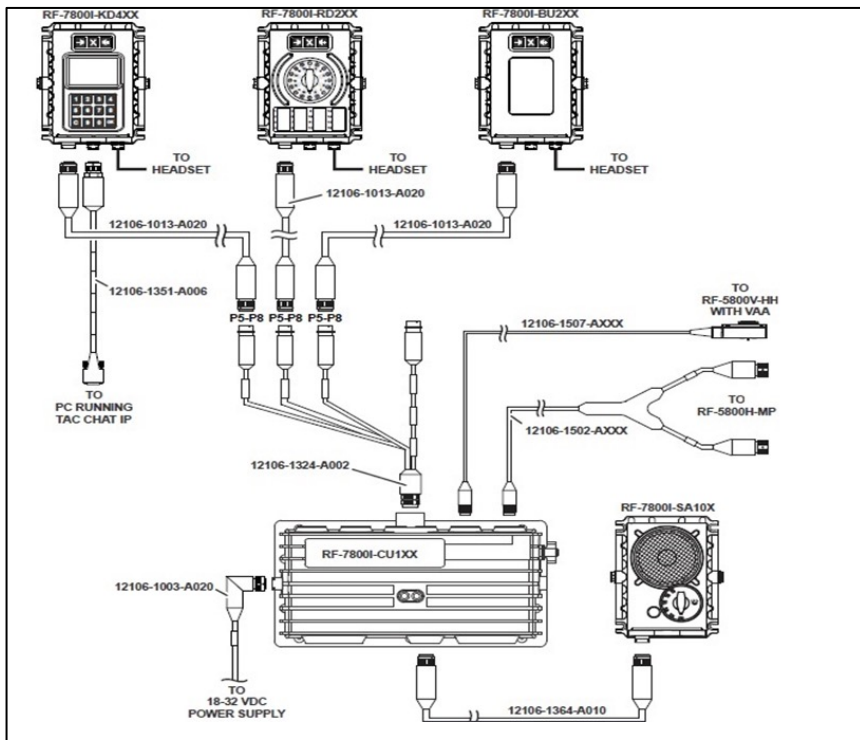
1.3. Ciri-ciri

Interkom simulator padat mudah alih mempunyai faktor seperti berikut:

- Sistem Interkom disesuaikan mengikut misi dan konfigurasi yang diperlukan bagi tiap-tiap kenderaan.
- Padat dan mudah dibawa dari satu tempat ke tempat yang lainnya.
- Komunikasi secara lisan melalui pengecaman pertuturan dan penghapusan bunyi bising.
- Perisian yang boleh dikonfigurasi dan dinaik taraf di lapangan.
- Mampu menampung sehingga empat radio *transceivers* pada masa yang sama dengan kemampuan penghantaran semula maklumat.
- Ukuran yang kecil dan ringan dengan kadar penggunaan kuasa yang minimum.

1.4. Konfigurasi

Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I memberikan komunikasi dalam bentuk suara atau data. Terdapat banyak konfigurasi kenderaan di dalam interkom simulator padat mudah alih dan ianya tertakluk kepada misi yang tertentu.



Rajah 1: Gambar rajah interkom suara dan data.

- RF-7800I-CU100 Konfigurasi Unit Pusat
- RF-7800I-KD400 Konfigurasi Unit Papan Papan Kekunci dengan 1 alat pendengaran suara, 1-RS-232
- RF-7800I-RD200 Konfigurasi Unit Dail Berputar dengan 2 alat pendengaran suara
- RF-7800I-BU200 Konfigurasi Unit Asas dengan 2 alat pendengaran suara
- RF-7800I-SA100 Konfigurasi Unit Pembesar Suara

2. Kadar kuasa yang diperlukan

Keperluan kuasa adalah berbeza bergantung kepada konfigurasi yang digunakan. RF-7800I Unit Pusat memerlukan kuasa yang minimum untuk berfungsi dari sumber kuasa DC bateri/alternator kenderaan. RF-7800I beroperasi dengan menggunakan sumber kuasa DC diantara 18 hingga 32 VDC nominal. Sekiranya kenderaan tersebut mempunyai sistem kuasa 12 VDC, maka alat penukaran 12 ke 24 VDC hendaklah digunakan. Komponen yang lain seperti alat pembesar suara, unit pengendali stesen dan alat pen-

dengaran suara akan meningkatkan lagi penggunaan kuasa.

2.1. Pembumian kenderaan

Pembumian yang tidak mencukupi akan menjejaskan operasi dan prestasi sistem. Dalam penggunaan radio, voltan RF berkemungkinan terdapat di casis. Voltan tersebut boleh menyebabkan kerosakan terhadap harta benda dan akan menyebabkan kecederaan yang parah kepada pekerja kerana terjadinya kebakaran atau renjatan daripada voltan RF tersebut.

Tali tanah bagi casis kenderaan sepatutnya hendaklah berukuran pendek dan ukuran yang ideal itu ialah kurang daripada 12 inci (30 sm). Cat, gris, karat dan lain-lainnya hendaklah dikikis hingga hanya logam sahaja yang tinggal pada titik asas bagi pembumian. Rangka casis atau badan panel keluli yang dikimpal seharusnya dijadikan untuk titik asas bagi pengebumian. Diantara tempat-tempat yang tidak boleh dijadikan sebagai titik asas

bagi pengebumian. Diantara tempat-tempat yang tidak boleh dijadikan sebagai titik asas pembumian adalah seperti engsel panel (pin-tu, penutup enjin kereta dan yang lain-lain) atau permukaan yang dapat di buka daripada casis seperti papan pemuka atau kerusi kereta. Manakala bagi tali tanah hendaklah diperbuat daripada tembaga yang di lapisi dengan aloi timah dan yang berjalin dengan ukuran yang tepat. Bagi menghasilkan pembumian yang lebih baik untuk radio yang bersambung kepada RF-7800I disarankan untuk menggunakan tali tanah yang lebar dan pastikan kedudukan bagi tali tanah tersebut tidak menghalang mekanisme pelepasan kejut.

3. Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I

Interkom simulator padat mudah alih ini sesuai digandingkan dengan Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I yang terdiri daripada:

- RF-7800I-CU100 Konfigurasi Unit Pusat



- RF-7800I-KD400 Konfigurasi Unit Papan Papan Kekunci dengan 1 alat pendengaran suara dan 1-RS-232



- RF-7800I-RD200 Konfigurasi Unit Dail Berputar dengan 2 alat pendengaran suara



- RF-7800I-BU200 Konfigurasi Unit Asas dengan 2 alat pendengaran suara



- RF-7800I-SA100 Konfigurasi Unit Pembesar Suara



- RF-5051-PS001 Sumber Kuasa HARRIS



- Pemutusan Kuasa bagi Komunikasi HARRIS/RF



3.1. RF-7800I-CU100 Unit Pusat

Salah satu komponen utama dalam Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I adalah Unit Pusat. Komponen tersebut bertanggungjawab dalam penukaran rangkaian suara dan mengendalikan penghalaan bagi paket data digital diantara sehingga 8 pengendali stesen dengan komponen tambahan yang lain. Yang

mana pada masa yang sama juga berkebolehan dalam mengawal sebanyak empat radio transceivers. Unit Pusat ini juga mengawasi status sistem kenderaan, stesen kawalan dan isyarat.

stesen yang lain. Manakala, 2 wayar lagi adalah untuk menghidupkan alat pendengaran suara yang mempunyai ciri khas iaitu *Active Noise Reduction (ANR)*. Walau bagaimanapun, sistem RF-7800I hanya menggunakan 2 wayar untuk berfungsi.

Sistem RF-7800I menggunakan komunikasi 2 wayar. Sambungan kabel kepada pengendali stesen terdapat 4 wayar kesemuanya. 2 wayar adalah untuk talian *Integrated Services Digital Network (ISDN)* bagi memberikan pengawalan dan kuasa kepada pengendali



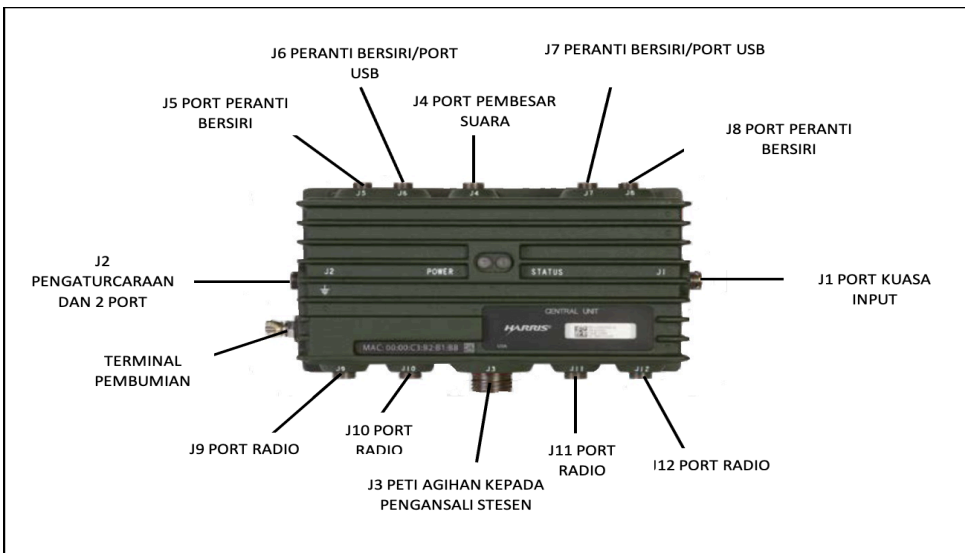
3.1.2. Spesifikasi bagi RF-7800I-CU

Jadual 1 merupakan spesifikasi bagi RF-7800I-CU.

Jadual 1: Spesifikasi bagi RF-7800I-CU.

Fungsi	Spesifikasi
UMUM	
Kadar Voltan Kuasa	18-32 VDC nominal
Kecekapan Arus Kuasa Maksimum	300 Ma (+ bersambung kepada tiap-tiap unit) tidak termasuk alat pendengaran suara
ALAM SEKITAR	
Kadar Suhu Penyimpanan	-50 °C (-58 °F to + 149 °F) MIL-STD 810G
MEKANIKAL	
Dimensi	25.60 L x 15.29 W x 8.46 H cm (10.07 L x 6.01 W x 3.33 H inci)
Berat	2.18kg (4.8 lbs) Standard dan 1.73 kg (3.8 lbs) Ringan (Tanpa kabel bagi kedua-duanya)

3.1.2. Piawaian Pusat Unit RF-7800I-CU



Rajah 2: Piawaian bagi Unit Pusat F-7800I-CU.

3.2. Pengendali Stesen Interkom Kenderaan

RF-7800I Unit Pusat berhubung dengan pelbagai jenis pengendali stesen bagi memberikan komunikasi kenderaan yang tertentu keatas aplikasi yang sangat luas. Diantara tiga jenis pengendali stesen utama yang mana setiap satu mempunyai kemampuan dan fungsi yang berlainan adalah seperti berikut:

- RF-7800I Unit Paparan Papan Kekunci
- RF-7800I Unit Dail Berputar
- RF-7800I Unit Asas

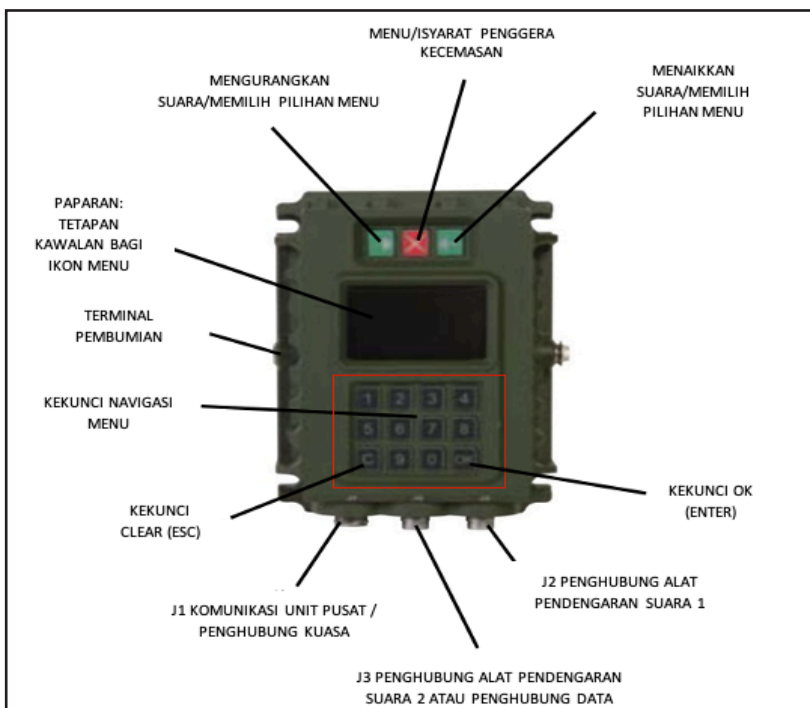
Pengendali stesen membolehkan pekerja untuk memantau saluran yang dipilih, berhubung dengan pengguna interkom yang tertentu, mengawasi dan menyiarkan melalui radio *transceivers*. Semua Pengendali Stesen berkomunikasi menggunakan suara dengan menggunakan kaedah pemprosesan signal digital dan penghapusan bunyi latar belakang. Pengendali Stesen mempunyai tiga tombol untuk berinteraksi:

- Tombol merah yang di tengah mempunyai fungsi pelbagai guna.
 - o Memberitahu pengguna akan situasi kecemasan atau penyiaran.
 - o Mengubah pilihan bagi menu tetapan untuk pengendali stesen



3.2.1. RF-7800I Unit Paparan Papan Kekunci

RF-7800I Unit Paparan Papan Kekunci merupakan Pengendali Stesen yang canggih kerana ia dapat memberi arahan secara masa langsung kepada pengguna dan mengawal cara komunikasi interkom. Unit ini menggabungkan fungsi stesen suara dengan ikon papan kekunci yang mana membolehkan untuk memasukkan angka maklumat dan kod kawalan sementara memaparkan pilihan, mesej dan arahan di skrin *Organic Light-Emitting Diode (OLED)*.



Rajah 3: RF-7800I-KD Unit Paparan Papan Kekunci dari permukaan hadapan.

Sekali tekan pada papan kekunci memberikan akses untuk interkom dan saluran radio manakala bagi papan kekunci yang dapat diprogramkan membolehkan pelbagai fungsi yang bersesuaian. Port J3 memberikan pilihan sama ada digunakan untuk port bagi alat pendengaran suara yang kedua ataupun digunakan untuk port data yang bersambung kepada komputer persendirian atau kepada data yang lain.

3.2.2. RF-7800I Unit Dail Berputar

Unit Dail Berputar ini memberikan akses kepada pengguna sebanyak 16 mod yang boleh diprogramkan mengikut sesuatu operasi melalui penggunaan satu tombol.

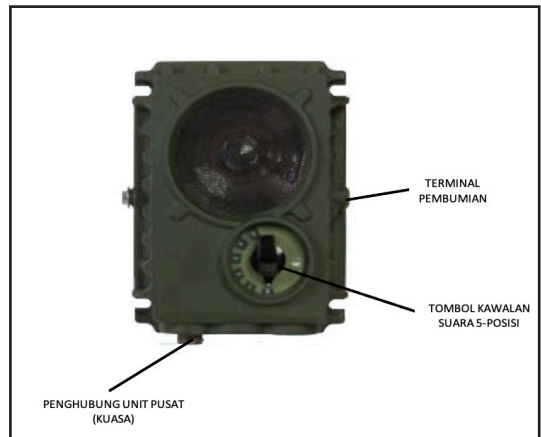
3.2.3. RF-7800I Unit Asas

Unit Asas ini memberikan akses kepada pengguna bagi satu mod operasi yang telah di program sebelumnya dan alat ini tidak sukar untuk digunakan. Pengguna hanya akan mengendalikan unit ini melalui 3 tombol yang berada di bahagian atas unit.

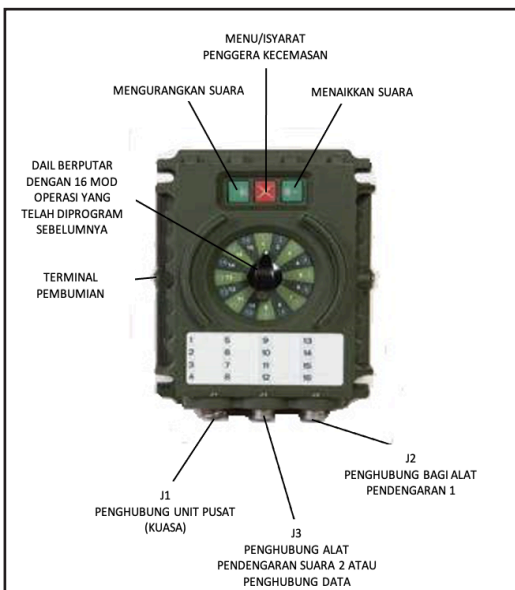
4. Peralatan tambahan

RF-7800I Unit Pembesar Suara merupakan salah satu peralatan tambahan yang terdapat pada semua konfigurasi RF-7800I.

4.1. RF-7800I-SA Unit Pembesar Suara



Rajah 6: RF-7800I-SA Unit Pembesar Suara dari permukaan hadapan.



Rajah 4: RF-7800I-RD Unit Dail Berputar dari permukaan hadapan.



Rajah 5: RF-7800I-BU Unit Asas dari permukaan hadapan.

4.2. Alat Pendengaran Suara RACAL Akustik RA5000

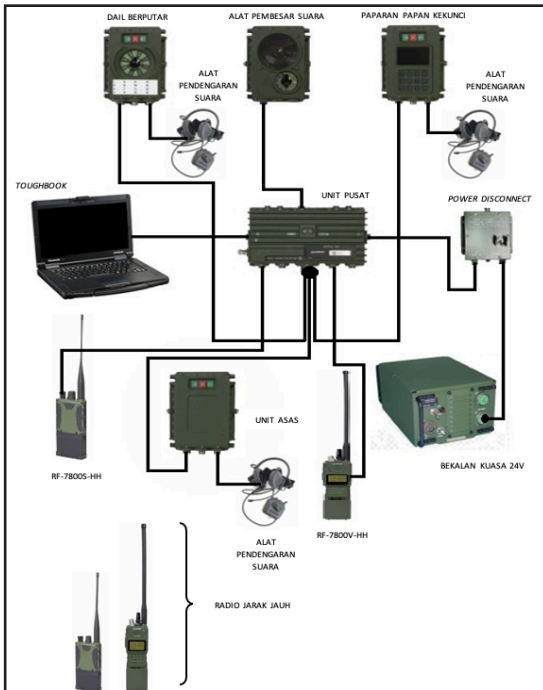
Setiap unit Pengendali Stesen RF-7800I memerlukan alat pendengaran suara RACAL Akustik RA5000 bagi memahami maklumat dalam percakapan dengan lebih baik. Disamping itu juga, alat ini dapat memberikan perlindungan kepada anggota pendengaran dengan adanya faktor gabungan Pasif dan Aktif Pengurangan Bunyi Bising. Alat kawalan *in-line press-to-talk* (PTT) mempunyai 3-posisi suis togol. Suis *On* dan suis *Off* digunakan untuk berkomunikasi dan suis yang satu lagi untuk membuat komunikasi menggunakan mikrofon melalui alat pernafasan atau topeng gas (bagi menggantikan boom microphone).



Rajah 7: Alat pendengaran suara RACAL Akustik RA5000.

5. Operasi asas

5.1. Gabungan antara unit-unit

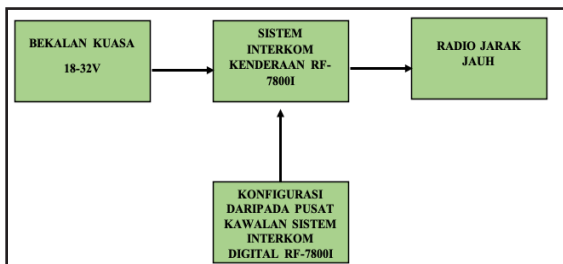


Rajah 8: Gabungan antara alat-alat bagi Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I.

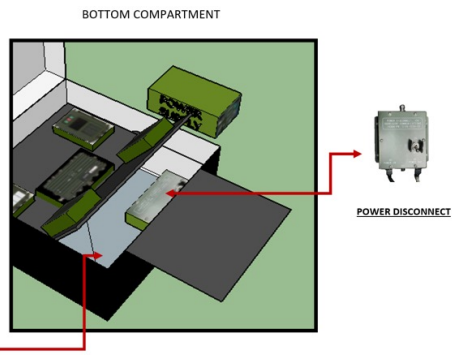
5.2. Gambar rajah blok

Rajah 9 menunjukkan gambar rajah blok bagi operasi Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I.

- Penukaran bekalan Kuasa dari AC ke DC bagi RF-5051-PS001 menghasilkan pengeluaran voltan sebanyak 24V dan ianya merupakan sumber kuasa bagi alat komunikasi Pemutusan Kuasa HARRIS/RF.
- Unit Pemutusan Kuasa memberikan bekalan voltan sebanyak 18V ke 32V kepada Unit Pusat.
- Unit Pusat akan memberikan bekalan kuasa kepada seluruh Unit Pengendali Stesen dengan menggunakan "Octopus Cable" (12106-1324-A002) dan termasuk juga kepada alat pembesar suara.
- Unit Pusat dan seluruh Pengendali Stesen telah diprogram sebelumnya melalui perisian *Digital Intercom System Control Center* (DCC) mengikut konfigurasi bagi sesebuah kenderaan dan/atau mengikut keperluan misi.
- Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I akan membuat penyiaran kepada radio jarak jauh yang berada diluar kawasan. Disamping itu, ianya juga boleh membuat penghantaran semula dengan menggunakan Unit Paparan Papan Kekunci RF-7800I-KD.



Rajah 9: Gambar rajah blok bagi Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I.

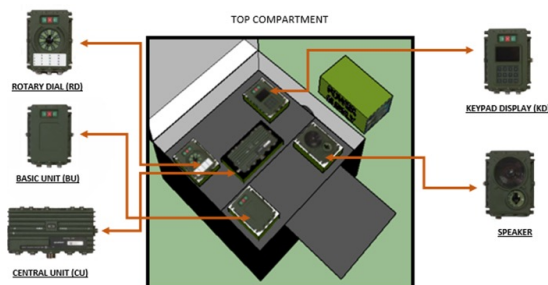
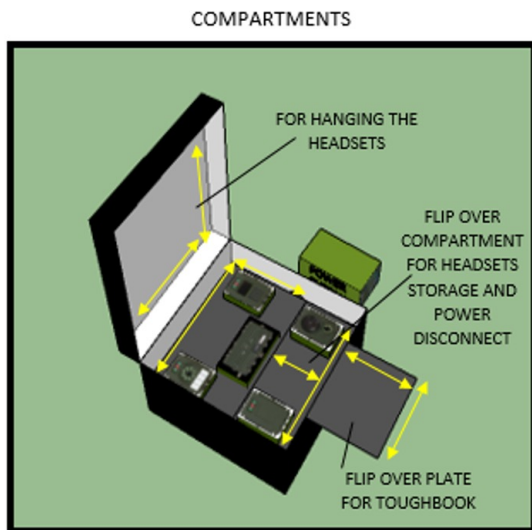


Rajah 10: Reka bentuk.

6. Reka bentuk dan pembinaan

Sebelum berlanjutan kepada hasil akhir bagi interkom sistem padat mudah alih, terlebih dahulu lakaran bagi reka bentuk Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I di dalam kotak yang berkualiti tinggi dibuat dengan menggunakan perisian *SketchUp*. Proses pembuatan terhadap mekanisme dan gabungan diantara komponen adalah seperti berikut.

6.1. Reka bentuk lakaran



6.2. Proses pembuatan

Tatacara pembinaan ruangan di dalam kotak hitam yang berkualiti tinggi bagi Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I supaya ianya boleh menjadi simulator dan versi mudah alih dijelaskan melalui gambaran seperti berikut:

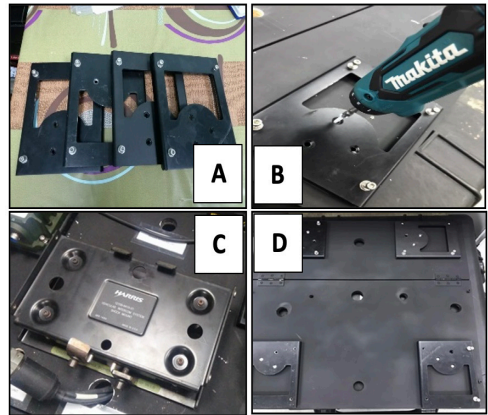
Langkah 1: Mencari kotak yang sesuai dengan ciri-ciri tahan lasak dan mudah untuk di bawa kemana sahaja



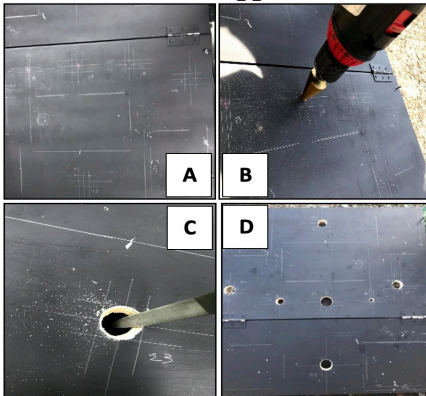
Langkah 2: Pembinaan platform



Langkah 5: Pemasangan pelekap



Langkah 3: Proses menggerudi



Langkah 6: Pemasangan kabel



CREW STATIONS CABLE

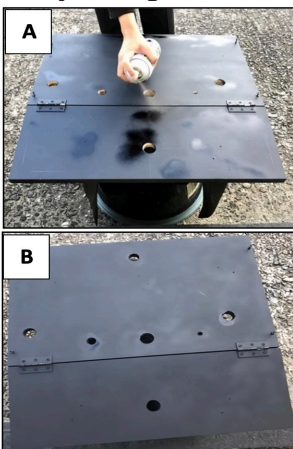


ETHERNET CABLE



SPEAKER CABLE

Langkah 4: Kerja mengecat



12106-1324-A002 (OCTOPUS CABLE)

Langkah 8: Pemasangan cangkuk untuk menggantung alat pendengaran telinga

After Installation



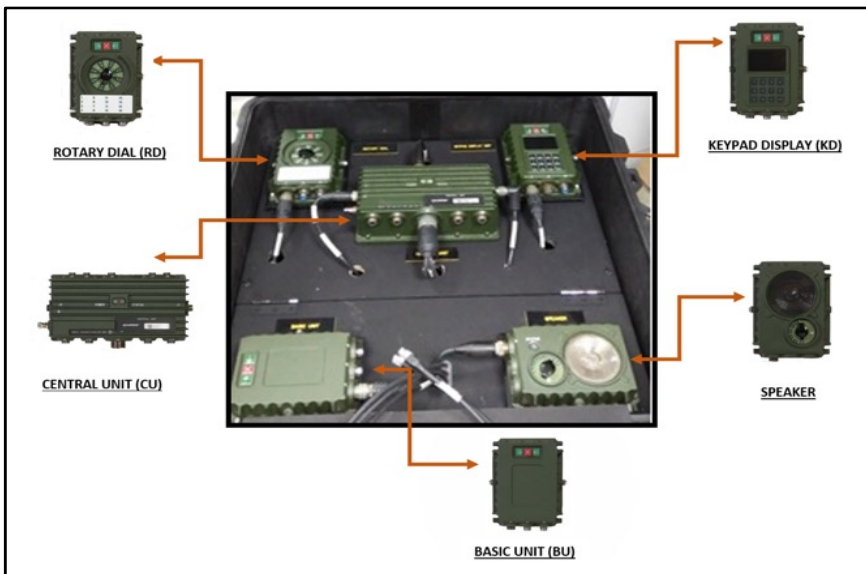
TOP VIEW



BOTTOM VIEW



Langkah 7: Pemasangan Pengendali Stesen dan Unit Pusat



7. Percubaan dan penyelesaian masalah 8. Hasil

Percubaan dan penyelesaian masalah terhadap Sistem Interkom Kenderaan RF-7800I menggunakan radio jarak jauh dilakukan setelah proses pemasangan bagi semua komponen selesai dibuat. Tujuan percubaan ini dilakukan ialah untuk memastikan bahawa interkom simulator padat mudah alih ini berjalan dengan lancar dan jayanya.



Rajah 11: Percubaan dan penyelesaian masalah.



Rajah 12: Sebelum pemasangan.



Rajah 13: Selapas pemasangan.

9. Nilai harga projek

Jadual 2 mensekaraikan pecahan kos.

Jadual 2: Pecahan kos.

NO	BARANG	HARGA
1	KOTAK HITAM PELICAN	\$529.50
2	KAYU UNTUK PLATFORM	\$50.00
3	MATA GERUDI	\$2.50
4	CAT	\$7.20
5	CANGKUK UNTUK ALAT PENDENGARAN SUARA	\$1.20
6	SKRU	\$2.00
	TOTAL	\$592.40

10. Kesimpulan

Projek ini berjaya memenuhi objektif yang telah disenaraikan di dalam artikel ini. Sistem Interkom yang padat dan mudah alih ini berhasil digabungkan dengan Sistem In-

terkom Kenderaan RF-7800I dan beroperasi sepenuhnya untuk proses penyelenggaraan dan pembaik pulihan di atas masalah yang dihadapi. Projek ini juga memberikan kesan yang positif dalam membantu anggota tentera dan kakitangan awam dalam pelbagai bidang seperti kemudahan untuk menjalankan kursus, latihan dan juga digunakan semasa menjalani misi operasi.

11. Cadangan

- Menggunakan bateri sebagai bekalan kuasa.
- Menggabungkan komponen menggunakan kaedah tanpa wayar dengan menggunakan aplikasi Bluetooth dan frekuensi.
- menggunakan kotak yang lebih kecil dan ringan.



Rajah 14: Interkom Simulator yang padat dan mudah.