

# PENILAIAN ANCAMAN RADIOLOGICAL NUCLEAR TERHADAP KEAMANAN MARITIM DENGAN PENDEKATAN BIBLIOMETRIK

## THREAT ASSESSMENT OF RADIOLOGICAL NUCLEAR TOWARD MARITIME SECURITY WITH BIBLIOMETRIC APPROACH

Abdul Rahman Alfarasyi<sup>1</sup>, Amarulla Octavian<sup>2</sup>, Zulkarnain<sup>3</sup>

Universitas Pertahanan  
(abrahamalfa32@gmail.com, amarulla\_octavian@tnial.mil.id,  
zulkarnain27sukri@gmail.com)

**Abstrak** – Perkembangan bidang *radiological nuclear* (RN) telah mengalami peningkatan terutama dalam penguasaan, penggunaan dan penyebarannya. Faktor *dual use* dari RN yang digunakan untuk tindak kejahatan oleh *actor non state* menjadikan RN sebagai ancaman aktual dan potensial yang harus ditangani dan dikontrol. Isu ini menjadi perhatian global terutama dalam keamanan nuklir dan maritim. Tujuan penelitian ini menganalisis penilaian ancaman RN terhadap keamanan maritim dengan menggunakan teori, konsep dan perspektif keamanan nuklir dan maritim. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan bibliometrik. Hasil penelitian menunjukkan diperoleh 1434 publikasi dari database *sciencedirect* dan *IEEE*. Dengan analisis *co-occurrence* didapatkan sebaran 103 terminologi yang relevan dan dikelompokkan dalam 7 kluster dengan tren penelitian terbanyak pada masalah radiocesium, *chernobyl*, *Japan*, *detector*. Selanjutnya dari sebaran data tersebut dapat disintesa penilaian ancaman RN terhadap keamanan maritim ialah *radiation fallout*, *nuclear weapon* (perang Nubika), *nuclear-terrorism* seperti penggunaan RDDs (*radiological nuclear devices*) serta *illicit trafficking nuclear/radioactive material* dalam lingkup maritim. Ancaman tersebut semuanya berhilir dengan menghasilkan sebuah bahaya berupa ledakan nuklir atau radiasi. Aspek keamanan nuklir dan keamanan maritim harus menjadi satu sistem integratif dalam upaya mendeteksi, mencegah dan merespon serta menangani risiko dari ancaman tersebut.

**Kata Kunci:** Bibliometrik, keamanan nuklir, keamanan maritim, penilaian ancaman, *radiological nuclear*.

**Abstract** – The development of *radiological nuclear* (RN) has increasing rapidly in authority, utilization, and dissemination. Factor of *dual use* RN for malicious purposes by non-state actor, respectively make RN being an actual and potential threat that should be solve and control. This issue become global intention specially in nuclear and maritime security. The aims of research is to analyze of threat assessment over theories, concept and perspective of nuclear and maritime security. We used quantitative method with bibliometrics approach. The result showed for bibliometric, we obtained 1434 publications from *sciencedirect* and *IEEE* database. By utilizing *co-occurrence* analyze, we get 103 relevant terms plotting in 7 clusters with the most research trends such as radiocesium, *Chernobyl*, *Japan*, *detector*. Furthermore, from the plotted terms, we synthesis a threat assessment over maritime security are *radiation fallout*, *nuclear weapon*, *nuclear-terrorism* in RDDs (*radiological nuclear devices*) possession and *illicit trafficking nuclear/radioactive material* transport in maritime. Those threats resulting effect with nuclear detonation or radiation. Nuclear and maritime security

---

<sup>1</sup> Universitas Pertahanan, Program Studi Teknologi Persenjataan

<sup>2</sup> Universitas Pertahanan, Sekolah Staff dan Komando Angkatan Laut (Seskoal)

<sup>3</sup> Badan Pengawas Tenaga Nuklir

aspect ought to unity in integrative system to detect, prevent, response, and control the risk from the threats.

**Keywords:** bibliometric, maritime security, nuclear security, radiological nuclear, threat assessment.

## Pendahuluan

Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) dalam bidang kimia, biologi, radiological, nuklir dan bahan peledak atau CBRNE yang bersamaan dengan kemajuan alat transportasi dan komunikasi informasi telah mengalami peningkatan terutama dalam penguasaan, penggunaan dan penyebarannya. Selain dari hakikat penggunaannya untuk kepentingan kesejahteraan, bidang tersebut mempunyai potensi ancaman terhadap keamanan dan keselamatan umat manusia<sup>4</sup>.

Hal ini disebut sebagai ancaman karena berdasarkan analisis strategis secara terus menerus terhadap data, fakta atau fenomena, dan kecenderungan situasi pada skala global, regional, dan nasional<sup>5</sup>. *Radiological nuclear* (RN) dapat memiliki sifat *mass casualty* seperti penggunaan senjata

nuklir dan masuk pada multidimensional bidang militer dan non militer seperti penggunaan material radioaktif sebagai *Radiological Dispersal Devices* (RDDs) *non-state actor* atau teroris.

Definisi senjata nuklir ialah perangkat (devices) bahan peledak atau eksplosif yang menggunakan reaksi berantai nuklir<sup>6</sup>. Selanjutnya perangkat nuklir (*nuclear devices*) yang dapat menjadi ancaman terdiri dari *Improvised Nuclear Devices* (INDs), *Radiological Dispersal Devices*, *Radiological Exposure Devices* (REDs), dan perangkat lainnya yang mampu memproduksi *nuclear yield*, seperti senjata nuklir<sup>7</sup>.

Salah satu perangkat yang sering digunakan ialah RDDs atau dalam terminologi lain disebut dengan *Dirty Bomb*. RDDs atau senjata radioaktif ialah senjata konvensional yang serupa dengan bom dinamit atau C-4 dengan kombinasi

---

<sup>4</sup> Kementerian Pertahanan, *Buku Putih Pertahanan*, (Jakarta: Kemhan RI, 2015)

<sup>5</sup> *ibid.*

<sup>6</sup> S. Tulliu., Schmalberger, T. *Nuclear Weapons, in Coming to Terms with Security*. 2014

<sup>7</sup> The Office of the Assistant Secretary of Defense for Nuclear, Chemical, and Biological Defense Programs. *The Nuclear Matter Handbook*. An Electronic Version Handbook dalam [www.acq.osd.mil/ncbdp/nm](http://www.acq.osd.mil/ncbdp/nm). diakses pada 14 Februari 2020.

penambahan material radioaktif<sup>8</sup>. Tujuan penggunaan ini selain dari sifat eksplosif atau ledakannya, juga menyebarkan radiasi partikel sehingga korban atau lingkungan terkontaminasi hingga menyebabkan bahaya yang fatal.

Dengan terminologi tersebut, semua perangkat nuklir yang mampu memproduksi nuklir atau radiasi menjadi ancaman dan berbahaya. Kerugian nuklir ialah kerugian yang dapat menimbulkan cacat, cedera atau sakit bahkan kematian, pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup yang disebabkan oleh radiasi nuklir atau kumpulan radiasi dengan sifat racun<sup>9</sup>. Selain itu, dalam konteks keamanan nuklir, perangkat nuklir di atas menjadi perhatian dunia dalam bidang keamanan atau *nuclear security* yang ditakutkan akan digunakan oleh Teroris

atau *non-state actor*, yang disebut dengan *Nuclear Terrorism*.

Bahan utama untuk menghasilkan RDD berasal dari material radioaktif seperti radionuklida pada Tabel 1. yang memiliki aktifitas radioaktif yang tinggi dan berbahaya jika terpapar dengan sengaja. Radionuklida tersebut tersebar pada peralatan kesehatan dan industri serta dari limbah radioaktif pada pembangkit listrik tenaga nuklir yang masing-masing mempunyai potensi menjadi ancaman. Selain itu, terdapat jenis radionuklida lain seperti Uranium-235 dan Plutonium-239 yang disebut sebagai *special nuclear material* (SNM) yang memiliki ancaman tertinggi jika digunakan oleh teroris sebagai bahan senjata nuklir.

**Tabel 1.** Jenis Radionuklida yang digunakan dalam bidang Kesehatan dan Industri.

Radio-nuklida	Sumber dan energi radiasi
<sup>60</sup> Co	Sterilisation irradiator (max. 400.000 TBq), Teletherapy source (max. 1000 TBq)
<sup>90</sup> Sr	Radioisotope thermoelectric generator (1000-10.000 TBq)
<sup>137</sup> Cs	Sterilisation irradiator (max. 400.000 TBq). Teletherapy source (max. 1000 TBq).
<sup>192</sup> Ir	Industrial radiography source (max. 50 TBq)
<sup>226</sup> Ra	Old therapy source (max. 5 TBq)
<sup>228</sup> Pu	Radioisotope thermoelectric generator (max. 5.000 TBq).
<sup>241</sup> Am	Well logging source (max. 1 TBq).

<sup>8</sup> Centers of Disease Control and Prevention. <http://emergency.cdc.gov/radiation>, diakses pada 12 Februari 2020.

<sup>9</sup> UU Ketenaganukliran No 10 Tahun 1997. .

Sumber: Anderson et al, 2009.

Radionuklida Cs-137 (radiocesium) penting untuk dilakukan persebaran dan aktivitas radioaktif, karena adanya pergerakan aliran di laut memungkinkan masuknya kontaminan radionuklida ke perairan Indonesia (*Indoesia Through-Flow/ITF*)<sup>10</sup>.

Selain itu Cs-137 memiliki waktu paruh yang panjang yaitu 30 tahun<sup>11</sup>. Perairan laut Indonesia memiliki probabilitas yang beralasan terkenanya dampak dari kecelakaan nuklir di Fukushima. Hal ini dapat dijelaskan karena lokasi Fukushima Dai-ichi berada di pantai timur pulau Honshu dan menghadap ke Samudera Pasifik dan massa air laut Samudera Pasifik masuk ke Samudera Indonesia. Lepas radionuklida dari Fukushima selanjutnya terbawa oleh massa air ke jarak yang sangat jauh mengikuti pola arus laut global. Air tidak mengenal batasan wilayah sehingga kontaminan termasuk

zat radioaktif dapat dipindahkan. Waktu transit antara Utara-Pasifik Barat dan zona khatulistiwa diperkirakan selama 10 sampai 15 tahun<sup>12</sup>.

Ancaman tindak kriminal atau tindakan tidak sah menggunakan bahan nuklir atau bahan radioaktif lainnya meningkat secara signifikan sejak awal tahun 1990an<sup>13</sup>. Hal ini diperkuat juga dengan adanya beberapa kejadian di dunia yang melibatkan tindak kejahatan yang mengarah pada penggunaan bahan nuklir atau bahan radioaktif dalam melakukan serangannya. Dibeberapa negara telah terjadi beberapa kali pencurian bahan nuklir atau bahan radioaktif yang dilakukan oleh kelompok-kelompok yang tidak bertanggungjawab, yang dikhawatirkan bahan-bahan ini akan digunakan dalam melakukan serangan teror diberbagai negara.

Indonesia sebagai negara maritim dengan ribuan pulau dan wilayah yang

---

<sup>10</sup> Herni Kusuma dkk. "Distribusi Radionuklida 137Cs di Air dan Sedimen Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta". *Jurnal Keselamatan Radiasi dan Lingkungan*. Volume 1, Nomor 2, 2016, hlm. 17-21.

<sup>11</sup> Bois, P.B.D., P. Laguionie, D. Boust, I. Korsakissok, D. Didier and B. Fiévet. "Estimation of Marine Source-Term Following

Fukushima Daiichi Accident". *J. Environ. Radioact.* Volume 30, 2011, hlm. 1-8.

<sup>12</sup> ICRC. *Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Response: Introductory Guidance For Training Purposes only*. (Geneva: International Committee of the Red Cross, 2014).

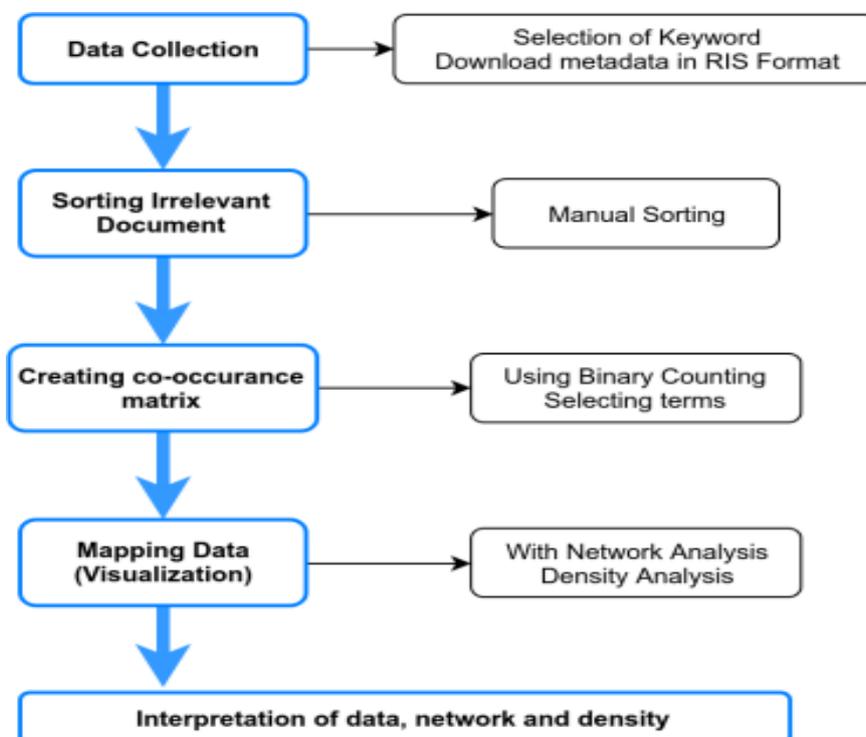
<sup>13</sup> IAEA. *Combating Illicit Material in Nuclear and Other Radioactive Material*. (Nuclear Security Series No. 6. Vienna, Austria, 2007)

sangat luas dan terbuka, terlebih lagi dengan adanya sejarah tindakan terorisme di Indonesia yang sudah cukup sering terjadi menjadikan negara ini khususnya wilayah lautnya menjadi fokus perhatian dunia terkait dengan ancaman keamanan nuklir global. Untuk itulah perlu dilakukan penilaian ancaman (*threat assessment*) RN terhadap keamanan maritim untuk mendukung analisis strategis terhadap pergelaran kekuatan pertahanan laut. Dengan tujuan menganalisis penilaian ancaman RN terhadap keamanan maritim.

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah kuantitatif dengan pendekatan bibliometrik. Metode bibliometrik merupakan metode pengukuran terhadap literatur dengan menggunakan pendekatan statistika sehingga termasuk penerapan analisis kuantitatif<sup>14</sup>.

Bibliometrika memiliki fungsi sebagai bagian dari prosedur standar untuk mengevaluasi dan memonitor ilmu pengetahuan dan teknologi. Secara lebih luas, indikator pada bibliometrik dapat digunakan untuk mengkaji hubungan antara ilmu pengetahuan dan teknologi



**Gambar 1.** Flowchart Bibliometrics

Sumber: Diolah Peneliti, 2020.

<sup>14</sup> Thomson Reuters. *Whitepaper using bibliometrics: a guide to evaluating research performance with citation data.* 2008

yang menghasilkan pemetaan bidang ilmu serta dapat menelusuri jejak perkembangan pengetahuan baru dalam bidang tertentu. Sehingga dapat menjadi indikator di masa depan dalam membuat rencana strategis yang lebih kompetitif.

Pendekatan bibliometrik dilakukan dengan melakukan penelusuran *keyword* melalui database *Scencedirect* dan *IEEE*. *Keywords* merupakan informasi penting dalam memahami struktur dan *trend* dari sebuah penelitian jurnal. Penelusuran pada *database* ini menggunakan kata kunci *fallout*, *Special Nuclear Material*, *Maritime Detection*, *Gamma Detector*. Data yang diperoleh dibatasi pada tahun 2000-2019. Eksplorasi data pada database tersebut untuk melihat persebaran topik dan cakupan ilmiah yang terkait dengan kata kunci di atas.

Teknik analisis yang digunakan dalam bibliometrik ialah dengan menggunakan *software* *VOSviewer*. Kepanjangan *VOS* dalam *VosViewer* adalah *Visualization of Similarities*. *Software* ini mengolah metadata dari publikasi ke dalam bentuk pemetaan berupa visualisasi gambar. *VOSviewer* merupakan aplikasi *open source* dapat di

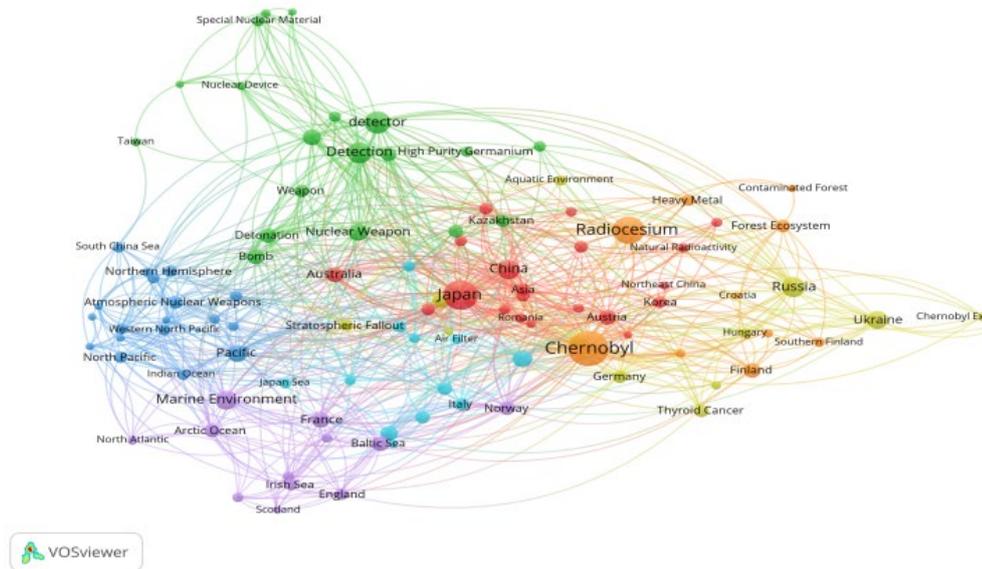
unduh dan diinstal melalui situs resminya <http://www.vosviewer.com>. Pembuatan visualisasi dilakukan dengan cara mengekspor hasil penelusuran dari *database* ke dalam *format* *RIS*, kemudian dimasukkan ke dalam *VOSViewer* (Gambar 1). Metadata yang diunduh pada laman *scencedirect* dan *IEEE* diperoleh publikasi sebanyak 1434 dari tahun 2000-2019. Tipe analisis yang digunakan ialah analisis *co-word*, yaitu analisis yang didasarkan pada *co-occurrence* (istilah penting atau unik yang terdapat dalam artikel dan dapat dilihat dari judul atau abstraknya).

Kelebihan dari *VosViewer* dibandingkan dengan *software* analisis yang lain yaitu *software* ini memiliki fungsi *text mining* dengan tujuan mengidentifikasi gabungan atau kombinasi dari frasa kata benda yang relevan untuk memeriksa jaringan *co-citation data* dan *co-occurrence*<sup>15</sup>.

Pemetaan bibliometrik akan memudahkan peneliti secara umum karena mudah dikelola untuk diproses, dapat menafsirkan sebuah hubungan, serta memvisualisasikan kata kunci untuk mengidentifikasi tema penelitian atau

---

<sup>15</sup> Van Eck. (2011). *Methodological Advances in Bibliometric Mapping of Science*. (Utrecht: Erasmus University Rotterdam).



**Gambar 2.** Analisis Network VOSviewer  
 Sumber: Diolah Peneliti, 2020.

kluster pada disiplin ilmu tertentu. Hasil pemetaan metadata tersebut dan hubungan-hubungan dari kluster yang muncul diinterpretasikan sebagai lingkungan atau kondisi terkini dari perkembangan RN. Selanjutnya hasil data tersebut di analisis untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai *threat assessment* RN terhadap keamanan maritim.

### Hasil dan Pembahasan

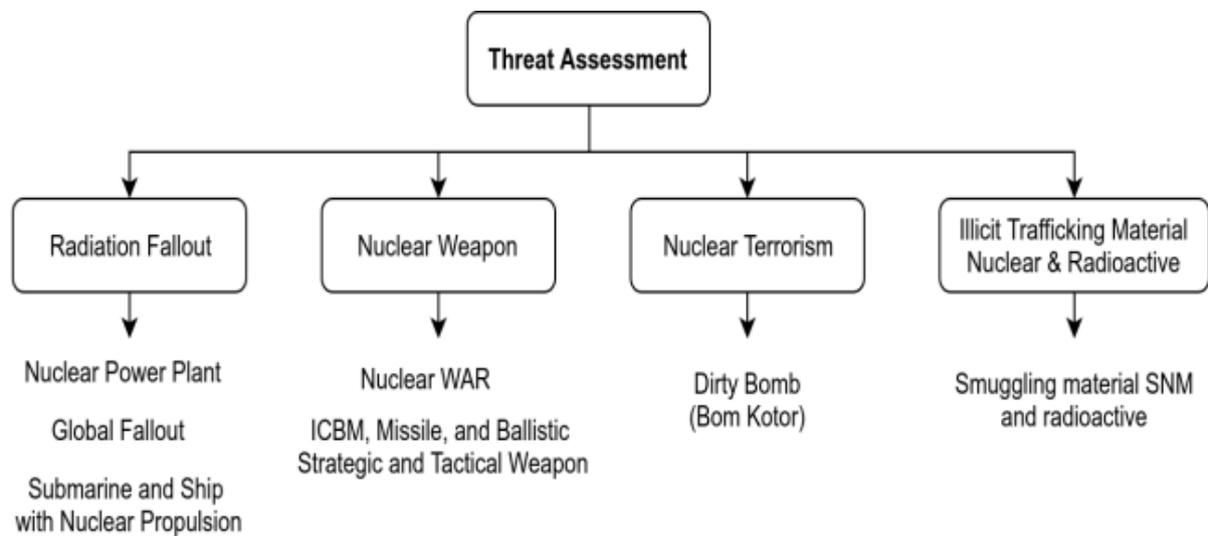
Pada analisis *text-Mining* dengan metode biner (*binary counting*), didapatkan 27192 terminologi dengan batas minimal kemunculan setiap kata diatur 5 kali, maka didapatkan 1574 terminologi yang termasuk dalam batas ambang. Kemudian hanya terminologi yang relevan dipilih dan terdapat 103 terminologi yang dikelompokkan ke dalam 7 kluster yang ditandai dengan

warna yang berbeda (merah, hijau, biru, kuning, ungu dan jingga). Sebaran yang terbagi dalam 7 cluster tersebut diinterpretasikan sebagai kelompok bagian perkembangan yang banyak dikaji dari hasil kata kunci yang dicari.

Gambar 2 menunjukkan hasil analisis *co-occurrence* berdasarkan *network analyze*. Analisis *co-occurrence* digunakan untuk menghitung banyaknya kata kunci pada sebuah jurnal/publikasi penelitian yang muncul secara bersamaan pada penelitian yang diteliti. Semakin banyak kata kunci yang muncul pada sekelompok jurnal penelitian menunjukkan semakin kuat hubungan antar jurnal tersebut. Visualisasi tersebut bertujuan untuk menganalisis pola, tren dan kecenderungan dari persebaran dengan menghitung kekuatan dari







**Gambar 5.** *Threat Assessment Ancaman RN*  
 Sumber: Diolah Peneliti, 2020.

kuat dengan terminologi lainnya. Hal ini berasal untuk diasumsikan bahwa densitas yang tinggi memiliki tren topik yang tinggi diteliti dan dikembangkan.

Dari sebaran data pada visualisasi di atas, maka penilaian ancaman RN dapat diinterpretasikan menjadi beberapa hal. *Threat assessment* mempertimbangkan seluruh spektrum ancaman yang mengarah pada aspek RN, mulai dari *natural*, *criminal*, *accident*, *incident*, *terrorism* dan lainnya.

Menurut peneliti, spektrum ancaman tersebut dapat disintesa menjadi *radiation fallout*, *nuclear weapon* (perang Nubika), *nuclear-terrorism* seperti penggunaan RDDs (*radiological nuclear devices*) serta *illicit trafficking nuclear/radioactive material* dalam lingkup keamanan maritim (Gambar 5).

Ancaman tersebut semuanya berhilir pada menghasilkan sebuah bahaya berupa ledakan nuklir atau radiasi. Penggunaan nuklir (SNM) dan material radioaktif lain tidak lain untuk menghasilkan efek ledakan dan radiasi yang berakibat fatalnya pada keselamatan manusia serta infrastruktur vital yang menjadi target.

Pada penilaian ancaman perang nuklir, terdapat 3 skenario potensi penggunaan senjata nuklir dalam perang dan konflik (Tabel 2)<sup>17</sup>.

Skenario pertama merupakan skenario perang nuklir antara para pemilik senjata nuklir (*nuclear arsenals*). Warna biru menandakan potensi skenario tersebut rendah. Skenario kedua, yaitu *Limited, non-strategic (tactical) nuclear use by peers or Nth tier powers*, dengan

<sup>17</sup> DOD. *Nuclear Weapon Effects Test, Evaluation, and Simulation*. (USA: Report of the Defense Science Board Task Force, 2015)

potensi medium (hijau). Warna merah pada skenario ketiga menunjukkan skenario dengan potensi kejadian yang tinggi. Skenario tersebut ialah digunakan oleh teroris..

Selanjutnya pada ancaman *Illicit trafficking nuclear/radioactive material* dengan kasus *regulatory out of control* adalah sebuah fenomena yang sedang menjadi permasalahan dan aktifitas yang digunakan oleh teroris atau *actor non-state* untuk memperoleh akusisi atau menggelar dan memindahkan sumber/senjata nuklirnya, terutama menggunakan jalur laut yang kemudian menjadi *concern* pada keamanan maritim<sup>18</sup><sup>19</sup>. Mendeteksi material nuklir yang digunakan sebagai senjata secara *basic physics* masih mengalami kelemahan. Hal ini karena material nuklir tersebut tidak *give off large amounts of radiation* (radiasi yang dipancarkan tidak

cukup untuk dapat dideteksi secara sederhana) serta dengan adanya *material shielding* yang dapat menutupi material nuklir tersebut. Sehingga radiasi apapun yang terpancarkan dari material nuklir tidak akan keluar ke lingkungan luar, dengan kata lain akan dihambat oleh *material shielding* tersebut. Hal ini menyebabkan upaya deteksi SNM dan zat radioaktif terus dikembangkan.

Selain itu, mengacu pada keamanan nuklir, tindakan pemindahan atau pengangkutan material nuklir dan radioaktif memiliki risiko ancaman yang tinggi. Hal ini dikarenakan material RN tergolong sebagai *dual use*, yang artinya material tersebut dapat digunakan sesuai tinjauan yang diizinkan (*legal*), namun di sisi lain dapat juga digunakan untuk kegiatan terorisme (*malicious purposes*) sebagai senjata nuklir maupun/RDDs<sup>20</sup>.

**Tabel 2.** Potensi Skenario Penggunaan Senjata Nuklir.

Scenario \ Concern	Strategic Exchange	Non-Strategic Exchange	Terrorist Use
High			Red
Medium		Green	
Low	Blue		

<sup>18</sup> IAEA. *Incidents of nuclear and other radioactive material out of regulatory control 2020 Fact Sheet*. (Vienna: ITDB, 2020)

<sup>19</sup> VERTIC. *Illicit Trafficking of Nuclear and other Radioactive Material*. (United Kingdom: Arms Control and Disarmament/National

Implementation Measures Programmes, 2012).

<sup>20</sup> Seumer Miller. *Dual Use Science and Technology, Ethics and Weapons of Mass Destruction*. (SpringerBriefs in Ethics, 2018).

Sumber: DoD Amerika, 2015.

Negara yang mengembangkan nuklir dalam bidang industri, kesehatan, energi dan lainnya selain untuk senjata mempunyai tanggung jawab penuh atas perlindungan fasilitas dan material nuklir, serta harus melindunginya selama proses transportasi/pemindahan baik lingkup nasional dan internasional. Namun, semakin banyaknya negara yang ikut mengembangkan program nuklir, semakin banyak material nuklir yang akan tersebar ke banyak negara, sehingga risiko material tersebut disabotase atau jatuh ke pihak teroris akan meningkat pula.

### **Kesimpulan dan Rekomendasi**

*Threat assessment* topik RN terhadap keamanan maritim ialah ancaman dengan bentuk *radiation fallout*, *nuclear weapon* (perang Nubika), *nuclear-terrorism* dalam penggunaan RDDs serta *illicit trafficking nuclear/radioactive material*. Spektrum ancaman tersebut memiliki bahaya berupa ledakan dan radiasi nuklir dengan menghasikan efek fatal pada manusia dan lingkungan. Dalam lingkup keamanan maritim terhadap bahaya radiasi nuklir, radiasi yang bersumber dari radiasi *fallout* dan material nuklir serta radioaktif menjadi potensi ancaman dalam

ekosistem maritim. Laut dijadikan sebagai jalur pemindahan (transportasi) material nuklir dan radioaktif yang bersifat ilegal (*regulatory out of control*), sehingga aspek keamanan nuklir dan keamanan maritim menjadi satu sistem integratif dalam upaya mendeteksi, mencegah dan merespon serta menangani risiko dari ancaman tersebut.

Analisis *threat assessment* pada RN perlu dikembangkan secara luas pada dimensi lain seperti ekonomi, *environmental ethics issues*, dan politik. Dimensi ini dapat memperkuat argumen terkait penialain ancaman terhadap ancaman RN khususnya terhadap keamanan maritim. Selain itu, disarankan untuk menyusun metadata manual, karena lingkup publikasi ilmiah terkait masih banyak yang tidak terpublikasi dalam laman publikasi terindex, seperti *case report*, *document issue* yang dipublikasi oleh departemen pertahanan di setiap negara.

### **Daftar Pustaka**

#### **Buku**

DOD. (2015). *Nuclear Weapon Effects Test, Evaluation, and Simulation*. USA: Report of the defense Science Board Task Force.

- IAEA. (2007). *Combating Illicit Material in Nuclear and Other Radioactive Material*. Nuclear Security Series No. 6. Vienna, Austria.
- IAEA. (2020). *Incidents of nuclear and other radioactive material out of regulatory control 2020 Fact Sheet*. ITDB. Vienna.
- ICRC. (2014). *Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Response: Introductory Guidance For Training Purposes only*. Geneva: International Committee of the Red Cross.
- Kementerian Pertahanan. (2015). *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Pertahanan Republik Indonesia.
- Miller, Seumer. (2018). *Dual Use Science and Technology, Ethics and Weapons of Mass Destruction*. SpringerBriefs in Ethics.
- The Office of the Assistant Secretary of Defense for Nuclear, Chemical, and Biological Defense Programs. *The Nuclear Matter Handbook*. An Electronic Version Handbook From [www.acq.osd.mil/ncbdp/nm](http://www.acq.osd.mil/ncbdp/nm).
- Reuters, Thomson. (2008). *Whitepaper using bibliometrics: a guide to evaluating research performance with citation data*.
- Tulliu, S., Schmalberger, T. (2004). *Nuclear Weapons, in Coming to Terms with Security*. Lexicon for Arms Control, Disarmament and Confidence-Building.
- N. J. V. Eck. (2011). *Methodological Advances in Bibliometric Mapping of Science*. Utrecht: Erasmus University Rotterdam.
- VERTIC. (2012). *Illicit Trafficking of Nuclear and other Radioactive Material*. United Kingdom: Arms Control and Disarmament/National Implementation Measures Programmes.
- Jurnal**
- Bois, P.B.D., P. Laguionie, D. Boust, I. Korsakissok, D. Didier and B. Fiévet. "Estimation of Marine Source-Term Following Fukushima Dailchi Accident". *J. Environ. Radioact.* Volume 30,2011, hlm. 1-8.
- KG, Anderson., et al. (2009). "Requirements for estimation of doses from contaminants dispersed by a 'dirty bomb' explosion in an urban area". *Journal of Environmental Radioactivity*. 100 (12): 1005-11.
- Kusuma H., Yahya Nur M., Wulandari Y. Sri. (2016). "Distribusi Radionuklida <sup>137</sup>Cs di Air dan Sedimen Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta". *Jurnal Keselamatan Radiasi dan Lingkungan*. Volume 1, Nomor 2, hal. 17-21
- Suseno, H., Prihatiningsih, W.R. (2014). "Monitoring <sup>137</sup>Cs and <sup>134</sup>Cs at marine coasts in Indonesia between 2011 and 2013". *Marine Pollution Bull.* 88, 319–324.
- Tupan., dkk. (2018). "Analisis Bibliometrik Perkembangan Penelitian Bidang Ilmu Instrumentasi". *Jurnal Dokumentasi dan Informasi*, 39 (2), 135-149.
- Undang-Undang**
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran.
- Website**
- Centers of Disease Control and Prevention.  
<http://emergency.cdc.gov/radiation>, diakses pada 12 Februari 2020.

