

**PENYALAHGUNAAN PENGGUNAAN URANIUM UNTUK
BAHAN BAKU SENJATA NUKLIR DALAM PERSPEKTIF
PERJANJIAN NON-PROLIFERASI NUKLIR**



SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Prasyarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Hukum
Program Studi Ilmu Hukum Fakultas Hukum Universitas Sriwijaya**

Oleh :

ALIFAH FANNY FADHILAH

02011381520272

**FAKULTAS HUKUM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
KAMPUS PALEMBANG
2018/2019**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS HUKUM
KAMPUS PALEMBANG
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

NAMA : ALIFAH FANNY FADHILAH
NIM : 02011381520272
JURUSAN : ILMU HUKUM / HUKUM INTERNASIONAL

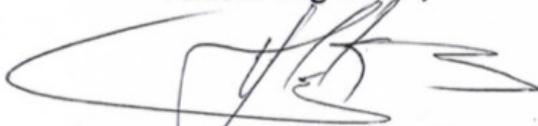
JUDUL

**Penyalahgunaan Penggunaan Uranium Untuk Bahan Baku Senjata Nuklir
Dalam Perspektif Perjanjian Non-Proliferasi Nuklir**

Telah diuji dan lulus dalam Sidang Ujian Komprehensif pada tanggal 24 Mei 2019
dan dinyatakan memenuhi syarat memperoleh Gelar Sarjana Hukum pada
Program Studi Ilmu Hukum Fakultas Hukum Universitas Sriwijaya

Mengesahkan,

Pembimbing Utama,



H. Syahmin AK, S.H., M.H.
NIP 195707291983121001

Pembimbing Pembantu,



Akhmad Idris, S.H., M.H.
NIP 197402012003121001



Dekan Fakultas Hukum Universitas Sriwijaya,



Dr. Febrian, S.H., M.S.
NIP 196201311989031001

SURAT PERNYATAAN

Nama Mahasiswa : Alifah Fanny Fadhilah
Nomor Induk Mahasiswa : 02011381520272
Tempat/Tgl.Lahir : Jakarta, 22 Oktober 1997
Fakultas : Hukum
Strata Pendidikan : S1
Program Studi : Ilmu Hukum
Program Kekhususan : Hukum Internasional

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini tidak memuat bahan-bahan yang sebelumnya telah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun tanpa mencantumkan sumbernya. Skripsi ini juga tidak memuat bahan-bahan yang sebelumnya telah dipublikasikan atau ditulis oleh siapapun tanpa mencantumkan sumbernya dalam teks.

Demikian pernyataan ini telah saya buat dengan sebenarnya. Apabila terbukti saya telah melakukan hal-hal yang bertentangan dengan pernyataan ini, saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul dikemudian hari sesuai dengan ketentuan yang berlaku.



Alifah Fanny Fadhilah

NIM.02011381520272

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kesempatan, kekuatan, dan kesehatan serta atas segala berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan mengangkat judul mengenai **“Penyalahgunaan Penggunaan Uranium Untuk Bahan Baku Senjata Nuklir Dalam Persepektif Perjanjian Non-Proliferasi Nuklir”**. Penulisan skripsi ini ditulis dalam rangka untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Hukum di Fakultas Hukum Universitas Sriwijaya.

Kelancaran penulisan skripsi ini selain atas limpahan karunia dari Allah SWT, juga atas dukungan orang tua, pembimbing, dan juga sahabat-sahabat sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan selama penulisan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini nantinya dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Semoga Allah SWT senantiasa memberkahi dan melindungi kita semua Amin.

Wasalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Palembang, 2019



Alifah Fanny Fadhilah
NIM 02011381520272

DAFTAR ISI

| | |
|------------------------------------|------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| SURAT PERNYATAAN | iii |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| UCAPAN TERIMA KASIH | vi |
| DAFTAR ISI | ix |
| ABSTRAK | xi |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 12 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 12 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 13 |
| 1.5 Ruang Lingkup | 13 |
| 1.6 Kerangka Teori | 14 |
| 1.7 Metode Penelitian | 16 |
| Jenis Penelitian | 16 |
| Pendekatan Penelitian | 17 |
| Jenis dan Sumber Hukum | 18 |
| Teknik Pengumpulan Bahan Hukum | 19 |
| Teknik Analisis Bahan Hukum | 20 |
| Teknik Penarikan Kesimpulan | 20 |
| 1.8 Sistematika Penyusunan | 20 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|---|----|
| 2.1 Tinjauan Umum Tentang Uranium | 22 |
| 2.1.1 Pengayaan Uranium..... | 25 |
| 2.2 Senjata Pemusnah Massal | 27 |
| 2.2.1 Senjata Nuklir | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3 Proliferasi Nuklir..... | 35 |
| 2.4 <i>Non-Proliferation Treaty</i> (NPT) | 29 |
| 2.6 <i>International Atomic Energy Agency</i> (IAEA) | 30 |
| | |
| BAB III PEMBAHASAN | |
| 3.1 Pengaturan Terkait Penggunaan Uranium | 30 |
| 3.1.1 Penggunaan Uranium | 32 |
| 3.1.2 <i>Non-Proliferation Treaty</i> dan Penggunaan Uranium | 78 |
| 3.1 Implementasi <i>Non-Proliferation Treaty</i> Menyikapi Penyalahgunaan Penggunaan Uranium | 40 |
| 3.1.1 Penggunaan Uranium | 32 |
| 3.1.2 <i>Non-Proliferation Treaty</i> dan Penggunaan Uranium | 78 |
| | |
| BAB IV PENUTUP | |
| A. Kesimpulan..... | 87 |
| B. Saran..... | 88 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 89 |

ABSTRAK

Penggunaan Uranium terbagi menjadi 2 macam yaitu tujuan damai dan senjata nuklir. *Non Proliferation Treaty* (NPT) adalah perjanjian internasional yang mengikat negara untuk melakukan non-proliferasi nuklir dan penggunaan teknologi nuklir hanya untuk tujuan damai. *International Atomic Energy Agency* (IAEA) diberi kewenangan untuk menegakkan isi dari NPT. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tentang **Penyalahgunaan Penggunaan Uranium Untuk Bahan Baku Senjata Nuklir Dalam Perspektif Perjanjian Non-Proliferasi Nuklir** serta mengetahui akibat hukum dari permasalahan tersebut. Hasil penelitian dari penulisan ini adalah pengaturan sehubungan dengan penggunaan uranium diatur hanya secara implisit dalam perjanjian non-proliferasi nuklir. Apabila terjadi penyalahgunaan, maka implementasi dalam melakukan penegakkan perjanjian akan dibantu oleh IAEA dan organisasi-organisasi internasional lainnya.

Kata Kunci: *Uranium, Senjata Nuklir, Perjanjian Non-Proliferasi Nuklir, Hukum Internasional*

Palembang, 1 Mei 2019

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,



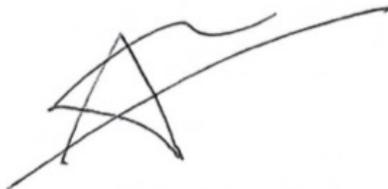
H. Svahmin AK, S.H., M.H.
NIP 195707291983121001

Pembimbing Pembantu,



Akhmad Idris, S.H., M.H.
NIP 197402012003121001

Ketua Bagian Hukum Internasional,



Akhmad Idris, S.H., M.H.
NIP 197402012003121001

ABSTRACT

Uranium can be used for two main purpose, i.e. nuclear for peace and nuclear weapon. Non Proliferation Treaty (NPT) is an internasional agreement that binds the countries to carry out nuclear non-proliferation and the use of nuclear technologies are only for peaceful pusposes. International Atomic Energy Agency (IAEA) have been given authority to enforce the contents of NPT. The purpose of this study is to analyze about **Misuse of Uranium Usage for Nuclear Weapons in the Perspective of the Nuclear Non-Proliferation Treaty** and to know the legal consequences of that problem. The results of this paper are that arrangements regarding the use of uranium are regulated only implicitly in the nuclear non-proliferation treaty. In the event of misuse, the implementation in enforcing the agreement will be assisted by the IAEA and other international organizations.

Key Word: *Uranium, Nuclear Weapon, Non-Proliferation Treaty, International Law*

Palembang, 1 Mei 2019

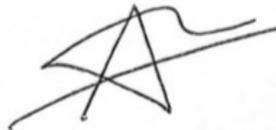
Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,



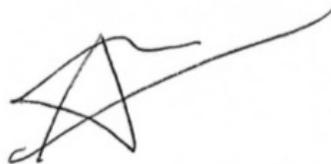
H. Syahmin AK, S.H., M.H.
NIP 195707291983121001

Pembimbing Pembantu,



Akhmad Idris, S.H., M.H.
NIP 197402012003121001

Ketua Bagian Hukum Internasional,



Akhmad Idris, S.H., M.H.
NIP 197402012003121001

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Uranium adalah unsur logam berat dengan simbol kimia U. Unsur ini dapat ditemukan di bebatuan dalam bentuk senyawa oksida. Uranium juga dapat ditemukan di air laut meskipun jumlahnya (kelimpahannya) sangat sedikit. Uranium pertama kali ditemukan pada tahun 1789 oleh ilmuwan Jerman, Martin Klaproth.¹

Uranium termasuk salah satu dari logam dengan massa jenis (densitas) tertinggi di bumi. Sebagai perbandingan, densitas uranium 18 kali lebih berat dibanding air. Di alam, uranium terbagi menjadi beberapa jenis isotop dengan kelimpahan yang berbeda-beda, yaitu uranium-238 (99,3%), uranium-235 (0,7%) dan uranium-234 (0,005%). Uranium-235 jika dikondisikan dalam keadaan tertentu dapat membelah menjadi dua unsur yang lebih ringan sembari melepaskan energi dalam jumlah besar dan radiasi nuklir. Reaksi ini sedikit berbeda dibandingkan reaksi kimia pada umumnya karena pembelahan yang terjadi di inti atom. Reaksi pembelahan ini disebut reaksi fisi nuklir.²

Pemanfaatan uranium secara umum terbagi 2 (dua), yaitu untuk tujuan damai dan sebagai senjata nuklir. Tujuan damai yang dimaksud adalah sebagai bahan bakar sebuah pembangkit listrik yang dinamakan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) atau reaktor nuklir. PLTN bekerja dengan cara memanfaatkan panas yang dihasilkan dari reaksi fisi nuklir untuk memanaskan air di dalam reaktor. Air yang pada awalnya berwujud cair akan berubah

¹ Tom Zoellner, *Uranium: War, Energy, and the Rock That Shaped the World*, London : Penguin Books, 2010, hlm. 43-45.

² World Nuclear Association, *What is Uranium? How Does it Work?*, diakses dari <http://www.world-nuclear.org/> pada tanggal 5 Januari 2019 pukul 10.30 WIB.

fase menjadi uap, yang selanjutnya akan menggerakkan turbin dan generator sehingga menghasilkan energi listrik.³

Penggunaan lainnya adalah untuk maksud tidak damai, yaitu sebagai bahan baku senjata nuklir (bom atom). Senjata nuklir merupakan salah satu jenis senjata pemusnah massal (*weapon of mass destruction*). Bom atom pertama yang berhasil diuji coba mampu menghasilkan daya ledak yang setara dengan 20 ribu ton TNT dengan jumlah bahan bakar yang relatif sedikit yaitu 80 kg uranium.⁴ Bom atom yang selanjutnya berhasil diledakkan adalah pada akhir masa Perang Dunia II di Hiroshima dan Nagasaki. Bom yang dijatuhkan di Hiroshima dinamakan *Little Boy* dengan jumlah bahan bakar 64 kg uranium dan menghasilkan daya ledak setara 16 ribu ton TNT.⁵

Daya rusak yang diakibatkan oleh senjata nuklir sangat besar dan dapat menewaskan puluhan sampai ratusan ribu korban jiwa. Kerusakan yang terjadi bukan hanya bersumber dari ledakan, namun juga karena pelepasan radiasi nuklir yang berbahaya bagi makhluk hidup khususnya manusia. Bom atom yang dijatuhkan di Nagasaki adalah bom atom terakhir yang digunakan sebagai senjata pemusnah massal, dan kemudian penggunaannya akan diatur dalam suatu perjanjian internasional.⁶

Uranium memang dapat digunakan sebagai bahan bakar PLTN dan bahan baku senjata. Meskipun demikian, uranium yang dapat dimanfaatkan adalah yang berjenis uranium-235 karena hanya jenis ini yang dapat melakukan reaksi fisi. Akan tetapi uranium-235 yang ditemukan di alam berjumlah sangat sedikit (0,7% dari uranium secara keseluruhan). Angka

³ Hajime Akimoto, Hidesada Tamai, Hiroyuki Yoshida, Kazuyuki Takase dan Yoshinari Anoda, *Nuclear Thermal Hydraulics*, Tokyo : Springer, 2016, hlm. 49-62.

⁴ Gar Alperovitz dan Sanho Tree, *The Decision to Use the Atomic Bomb*, New York : Vintage, 2006, hlm. 33-47.

⁵ James Abrahamson dan Paul Carew, *Vanguard of American Atomic Deterrence*, Connecticut : Praeger, 2002, hlm. 105-106.

⁶ United Nations, *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons / Non-Proliferation Treaty (NPT)*, diakses dari <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/> pada tanggal 5 Januari 2019 pukul 12.45 WIB.

ini memiliki arti sebagai berikut: di dalam setiap 1 kg uranium yang ditambang hanya terdapat 7 gram uranium-235, sedangkan sisanya adalah uranium-238 dan uranium-234.⁷

Angka (konsentrasi) tersebut terlalu kecil. Jika angka tersebut dibiarkan tetap 0,7% maka energi yang dihasilkan oleh uranium-235 jumlahnya tidak seberapa dan belum dapat dimanfaatkan secara komersil. Maka dari itu, konsentrasi uranium-235 harus ditingkatkan sedemikian rupa hingga mencapai angka tertentu melalui proses pengayaan. Uranium harus diperkaya hingga rentang 3 – 5% untuk dapat dijadikan sebagai bahan bakar PLTN, dan harus dinaikkan lagi hingga rentang 80 – 95% agar menjadi bahan baku senjata nuklir.⁸

Proses pengayaan adalah rangkaian proses yang kompleks dan menggunakan teknologi yang sangat mahal. Tidak semua negara diijinkan untuk memperkaya uranium. Pembatasan ini bertujuan untuk menjaga stabilitas dunia dari pembuatan dan penggunaan senjata nuklir yang tak terkendali dan diatur dalam sebuah perjanjian internasional.

Uranium sebagai bahan bakar PLTN akan menghasilkan sebuah pembangkit listrik yang tidak menghasilkan gas buangan apapun. Hal ini berbeda dibandingkan pembangkit listrik konvensional yang masih banyak terdapat di Indonesia, yaitu pembangkit listrik tenaga batubara, minyak dan gas bumi. Pembangkit-pembangkit listrik konvensional akan menghasilkan gas buangan karbondioksida dan karbonmonoksida yang dapat merusak lingkungan. Saat ini terdapat 450 PLTN di seluruh dunia yang berkontribusi terhadap 11% produksi listrik dunia. Ke depannya akan ada tambahan 60 PLTN yang sedang dibangun, dan kontribusinya akan meningkat menjadi 15%.⁹

⁷ Paul de Bièvre, Victor R. Lesser dan H.L. Eschbach, *Uranium Isotope Abundance Certified Reference Material for Gamma Spectrometry*, London : European Communities, 1986, hlm. 10.

⁸ OECD Nuclear Energy Agency, *Nuclear Development Nuclear Energy Today*, Paris : OECD Publishing, 2003, hlm. 25.

⁹ Nuclear Energy Institute, *Nuclear Energy Statistics*, diakses dari <https://www.nei.org/resources/statistics/> pada tanggal 7 Januari 2015 pukul 13.00 WIB.

Penggunaan uranium sebagai bahan bakar PLTN dapat menimbulkan dampak negatif jika tidak ditangani dengan tepat. Saat uranium digunakan di dalam reaktor nuklir, reaksi fisi yang terjadi bukan hanya menghasilkan energi panas, namun juga radiasi. Unsur-unsur sisa setelah reaksi fisi dan radiasi harus dijaga agar tidak bocor ke lingkungan karena dapat membahayakan makhluk hidup. Kebocoran reaktor nuklir pernah terjadi setelah tsunami di Fukushima, Jepang (2011) yang menyebabkan jutaan orang harus mengungsi dari tempat tinggal mereka.¹⁰ Kebocoran yang paling parah terjadi di Chernobyl, Ukraina (1986) yang menyebabkan kota tersebut tidak dapat dihuni sampai sekarang.¹¹

Setelah selesai digunakan, bahan bakar PLTN tidak langsung habis. Bahan bakar sisa (*spent fuel*) akan dikeluarkan dari reaktor dan perlu untuk diperlakukan secara khusus karena memancarkan radiasi. Bahan bakar sisa akan dikemas dalam bentuk tabung berperisai logam agar mencegah bocor ke lingkungan dan membahayakan makhluk hidup.¹²

Penggunaan uranium sebagai bahan baku senjata nuklir sudah jelas menimbulkan banyak dampak negatif. Bom atom yang dijatuhkan di Hiroshima dan Nagasaki berhasil menewaskan 129 ribu – 226 ribu rakyat sipil dan militer. Jumlah ini tidak dapat diketahui secara pasti karena banyak dari korban yang jasadnya tidak ditemukan karena suhu yang dihasilkan sangat tinggi dan menyebabkan pelelehan. Beberapa dari korban langsung tewas akibat panas yang tinggi, akan tetapi, banyak diantara mereka yang tewas perlahan diakibatkan oleh radiasi nuklir.

¹⁰ Hasegawa A., Ohira T., Maeda M., Yasumura S., dan Tanigawa K., *Emergency Responses and Health Consequences after the Fukushima Accident: Evacuation and Relocation*, Clinical Oncology, 2016, vol. 28(4) hlm. 237-244.

¹¹ Charles River, *The Chernobyl Disaster: The History and Legacy of the World's Worst Nuclear Meltdown*. California : CreateSpace, 2017, hlm. 45-47.

¹² Kohtaro Ueki dan Kenji Sasaki, *Radiation Shielding Analysis of a Spent Fuel*, Paper presented at 14th International Symposium on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials, Berlin, 2004.

Korban yang berada dibawah lokasi jatuhnya bom akan tewas seketika karena radiasi nuklir tinggi dan mematikan. Selain itu, orang-orang yang berada disekitar lokasi juga akan tewas akibat radiasi. Korban-korban ini akan menerima radiasi nuklir yang jumlahnya lebih kecil namun tetap mematikan secara perlahan. Tubuh mereka akan melalui beberapa fase kerusakan, dan setelah 20 minggu tubuh akan benar-benar rusak dan korban akan meninggal dunia.¹³

Bom atom yang dijatuhkan di Hiroshima dan Nagasaki menuai kecaman internasional karena efeknya yang sangat mematikan. Korban-korban banyak yang meninggal dunia, namun tidak sedikit pula yang menderita selama beberapa waktu karena efek radiasi nuklir dan kemudian meninggal dunia. Melihat efek yang ditimbulkan, penggunaan senjata nuklir dinilai tidak manusiawi. Sebab itu, diperlukan suatu perjanjian internasional yang akan mencegah transfer teknologi pembuatan dan pengembangan senjata nuklir dan pelucutan senjata-senjata nuklir yang telah ada. Perjanjian tersebut kemudian di buat dan dinamakan Perjanjian Non-Proliferasi Nuklir (*Non-Proliferation Treaty*).¹⁴

NPT adalah perjanjian internasional untuk mencegah penyebaran dan transfer teknologi senjata nuklir, mempromosikan penggunaan nuklir untuk tujuan damai, dan mendorong pelucutan senjata nuklir eksisting secara umum dan menyeluruh. Pembicaraan dan penandatanganan tentang NPT dimulai pada tahun 1968, dan mulai berlaku efektif pada tahun 1970. Pada awalnya, perjanjian ini dirancang hanya akan berlaku untuk 25 tahun ke depan. Seiring berjalannya waktu, hal ini dirasa tidak cukup dan pada tahun 1995 perjanjian

¹³ Anonim, *The Effects of the Nagasaki Atomic Bombing on the Human Body*, diakses dari https://www-sdc.med.nagasaki-u.ac.jp/abomb/review_e.html pada tanggal 10 Januari 2019 pukul 14.30 WIB.

¹⁴ United Nations, *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons / Non-Proliferation Treaty (NPT)*, diakses dari <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/> pada tanggal 5 Januari 2019 pukul 12.45 WIB.

diperpanjang untuk berlaku tanpa batas waktu.¹⁵ Sebanyak 191 negara telah berkomitmen terhadap keberlangsungan NPT, termasuk diantaranya 5 (lima) negara *Nuclear Weapon State* (NWS) yaitu Amerika Serikat, Rusia, Inggris, Prancis, dan Cina. Hingga saat ini, sudah banyak negara yang mengadopsi (meratifikasi) perjanjian ini untuk membatasi dan melucuti senjata nuklirnya.¹⁶

NPT berisi 3 (tiga) pilar utama yang dibagi ke dalam beberapa pasal, diantaranya:

- (1) non-proliferasi,
- (2) *disarmament*, dan
- (3) penggunaan teknologi nuklir untuk tujuan damai.¹⁷

Pilar pertama yaitu non-proliferasi berisi bahwa negara-negara NWS berkomitmen untuk tidak mentransfer senjata nuklir dan teknologi pembuatan dan pengembangan senjata nuklir kepada negara-negara non NWS. Sebaliknya, negara-negara non NWS berkomitmen untuk tidak memperoleh transfer senjata nuklir dan teknologi pembuatannya. Kegiatan kenukliran yang dilakukan negara-negara non NWS secara berkala akan diverifikasi dan dipantau oleh *International Atomic Energy Agency* (IAEA) untuk memastikan bahwa kegiatan yang dilakukan hanya untuk tujuan damai.¹⁸ Selain IAEA, terdapat badan-badan lainnya yang turut mengawasi, diantaranya Dewan Keamanan PBB (*The United Nations Security Council*), *UN Office for Disarmament Affairs* (UNODA) dan *Non-Governmental Organisation* (NGO).

¹⁵ Anonim, Decisions Adopted At The 1995 NPT Review & Extension Conference, Presented at 1995 NPT Review & Extension Conference, New York, 1995.

¹⁶ Wikipedia, *List of parties to the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons*, diakses dari http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_parties_to_the_Treaty_on_the_Non-Proliferation_of_Nuclear_Weapons pada tanggal 15 Januari 2019 pukul 15.00 WIB.

¹⁷ United Nations, *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons / Non-Proliferation Treaty* (NPT), diakses dari <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/> pada tanggal 5 Januari 2019 pukul 12.45 WIB.

¹⁸ IAEA, *History of International Atomic Energy Agency*, diakses dari <https://www.iaea.org/about/overview/history> pada tanggal 15 Januari pukul 16.15 WIB.

Pilar kedua yaitu *disarmament* berisi bahwa semua pihak berkomitmen secara mengikat mengenai langkah-langkah efektif untuk menghentikan perlombaan dalam pengembangan senjata nuklir dan untuk melakukan pelucutan senjata-senjata nuklir yang telah ada.

Pilar ketiga mengakui bahwa semua pihak berhak untuk menggunakan energi nuklir hanya untuk tujuan damai dan mendapatkan keuntungan yang dapat menyejahterakan manusia. Kebebasan penggunaan nuklir jika tidak dipantau akan menimbulkan celah untuk pengembangan senjata nuklir. Untuk itu, perlu diciptakan kondisi yang membuat hal tersebut sulit untuk terjadi yaitu dengan membatasi negara-negara yang dapat memperkaya uranium.

Adapun terdapat perjanjian-perjanjian lainnya yang tidak dapat dipisahkan dari NPT, yaitu *Comprehensive Nuclear-Test-Ban-Treaty* (CTBT), *Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons* (TPNW), *Nuclear Free Zones*, dan *Treaty Banning Nuclear Weapon Tests in the Atmosphere, in Outer Space and Under Water* atau lebih dikenal sebagai *Partial Test Ban Treaty* (PTBT).¹⁹

Meskipun NPT telah disusun sedemikian rupa untuk menghindari pengembangan senjata nuklir, akan tetapi masih ada beberapa negara yang mengembangkan senjata nuklir dikarenakan terdapat pihak yang tidak menandatangani NPT atau keluar dari NPT, yang selanjutnya membuat negara tidak berkewajiban untuk menjalankan isi yang terkandung di dalam NPT. Negara-negara tersebut diantaranya India, Pakistan, Israel dan Korea Utara.

India dan Pakistan adalah dua negara bertetangga yang berlomba untuk mengembangkan senjata nuklir untuk menjaga kedaulatan masing-masing. India berhasil menguji coba senjata nuklir pada tahun 1974. Kemudian lewat beberapa penyempurnaan kembali menguji coba pada tahun 1998. Pakistan lalu berhasil menguji coba di tahun yang

¹⁹ United Nations, *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons / Non-Proliferation Treaty* (NPT), diakses dari <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/> pada tanggal 5 Januari 2019 pukul 12.45 WIB.

sama.²⁰ Israel juga telah mengembangkan senjata nuklir sejak tahun 1958, dan diketahui memiliki 100 – 200 hulu ledak nuklir. Sedangkan Korea Utara awalnya menandatangani NPT pada tahun 1985, namun keluar pada tahun 2003 setelah tuduhan Amerika Serikat tentang upaya pengayaan uranium untuk pembuatan dan pengembangan senjata nuklir di negara tersebut. Dalam rentang 2006 – 2017, Korea Utara setidaknya telah melaksanakan 6 (enam) kali pengujian senjata nuklir.²¹ Karena hal tersebut, Korea Utara mendapatkan sanksi-sanksi politik dan ekonomi internasional seperti pelarangan masuknya warga negara Korea Utara ke wilayah negara tertentu, pelarangan ekspor tekstil dan ekspor minyak bumi.²²

Di sisi lain, pelanggaran-pelanggaran turut terjadi oleh negara pihak perjanjian NPT. Hal ini dikarenakan, pengaturan dari NPT sendiri tidak secara jelas dan khususnya tidak memberikan pengaruh terhadap praktik nuklir yang dilakukan secara rahasia oleh negara, sehingga terdapat penyalahgunaan oleh negara-negara yang sudah menandatangani NPT. Hingga akhir 1980-an, umumnya diamsusikan bahwa setiap kegiatan nuklir yang tidak diumumkan harus didasarkan pada pengalihan bahan nuklir dari *safeguards*. Negara mengakui terdapat kemungkinan kegiatan nuklir yang terpisah dari bawah pengamanan safeguards, tetapi negara mengasumsikan kegiatan tersebut akan terdeteksi oleh kegiatan intelijen nasional. Akan tetapi, IAEA sendiri tidak memiliki upaya khusus yang mengharuskan untuk mencoba mendeteksi kegiatan tersebut.²³

²⁰ Paul Kapur, *India, Pakistan, and the Bomb: Debating Nuclear Stability in South Asia*, New York : Columbia University Press, 2012, hlm. 32-35.

²¹ BBC. *North Korea's missile and nuclear programme*, diakses dari <https://www.bbc.com/news/world-asia-41174689> pada tanggal 29 Februari 2019 pukul 14.00 WIB.

²² Lee Yong Suk, *International isolation and regional inequality: Evidence from sanctions on North Korea*, *Journal of Urban Economics*, 2018, vol. 103(C) hlm. 34-51.

²³ World Nuclear Association, *Nuclear Proliferation Case Studies*, diakses dari <http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/non-proliferation/appendices/nuclear-proliferation-case-studies> pada tanggal 2 April 2019 pukul 10.00 WIB.

Hingga Konferensi Tinjauan NPT 1990, beberapa negara meningkatkan kemungkinan memanfaatkan lebih banyak ketentuan untuk “inspeksi khusus” dalam NPT *Safeguards Agreements*. Inspeksi khusus dapat dilakukan di lokasi selain dari tempat yang tercatat dalam *safeguards*, jika ada alasan untuk meyakini kemungkinan ada bahan atau kegiatan yang tidak dilaporkan. Akan tetapi, inspeksi di Irak setelah resolusi PBB gencata senjata Perang Teluk 1991 memperlihatkan luasnya jangkauan program rahasia senjata nuklir yang dilakukan oleh negara tersebut. Sehingga, menjadi jelas bahwa IAEA harus memperluas cakupan kegiatannya.²⁴ Irak adalah salah satu pihak dari NPT, dan dengan demikian setuju untuk menempatkan semua bahan nuklirnya di bawah IAEA *Safeguards*.

Selain Irak, Iran turut menarik perhatian masyarakat internasional pada tahun 2002 yang dimana fasilitas pengayaan uranium yang tidak dideklarasikan menjadi persoalan oleh IAEA. Menurut data, pada tahun 2000 Iran mulai membuat fasilitas pengayaan uranium nya di Natanz, 80 km tenggara Qom, yang selanjutnya dikenal sebagai *Pilot Fuel Enrichment Plant* (PFEP) yang berada di atas tanah, dan *Fuel Enrichment Plant* (FEP) yang berada di bawah tanah. Inspeksi dilakukan, yang selanjutnya IAEA menemukan ketidakcocokkan antara laporan yang diberikan oleh Iran terhadap IAEA yang selanjutnya menimbulkan pertanyaan apakah Iran telah melanggar *safeguards* 1974, sebagai salah satu pihak dari NPT yang telah bergabung emenjak tahun 1970.²⁵

Uraian di atas mengindikasikan bahwa terlepas dari adanya NPT, masih terdapat serangkaian pembuatan, pengujian dan pengembangan senjata nuklir yang dilakukan. Melihat hal ini, dirasakan perlu adanya kajian mengenai masalah dari uraian tersebut dikaitkan dengan NPT dan perjanjian-perjanjian internasional lainnya. Oleh sebab itu, Penulis kemudian

²⁴ *Ibid.*

²⁵ *Ibid.*

mengambil judul “**Penyalahgunaan Penggunaan Uranium Untuk Bahan Baku Senjata Nuklir Dalam Perspektif Perjanjian Non-Proliferasi Nuklir**” sebagai penelitian dalam pembuatan skripsi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaturan terkait penggunaan uranium dalam perspektif *Non-Proliferation Treaty*?
2. Bagaimana implementasi *Non-Proliferation Treaty* dalam menyikapi penyalahgunaan penggunaan uranium?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Mengetahui pengaturan terkait penggunaan uranium dalam perspektif *Non-Proliferation Treaty*;
2. Mengetahui cara implementasi *Non-Proliferation Treaty* dalam menyikapi penyalahgunaan penggunaan uranium.

1.4. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan akan memperoleh manfaat teoritis dan manfaat praktis. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk menambah ilmu pengetahuan bagi mahasiswa serta dapat menjadi bentuk pemikiran tambahan di bidang ilmu hukum yang berkaitan dengan penyalahgunaan penggunaan uranium untuk bahan baku senjata nuklir dalam perspektif Perjanjian non-proliferasi nuklir.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi masyarakat secara umum maupun pihak-pihak yang berkepentingan berkaitan dengan penyalahgunaan penggunaan uranium untuk bahan baku senjata nuklir dalam perspektif Perjanjian Non-Proliferasi Nuklir.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian merupakan bingkai penelitian yang menggambarkan batas penelitian, mempersempit permasalahan dan membatasi area penelitian.²⁶ Penelitian yang dilakukan ini merupakan penelitian hukum dalam bidang hukum internasional dengan fokus mengenai kajian pengayaan bahan uranium untuk bahan baku senjata nuklir, yakni bahan untuk senjata pemusnah massal. Untuk mendapat gambaran yang lebih jelas dan menyeluruh mengenai pembahasan skripsi ini, maka untuk itu penulis hanya membatasi pada masalah tentang kajian hukum internasional terkait penggunaan uranium untuk bahan baku senjata nuklir dalam perspektif perjanjian non-proliferasi nuklir.

²⁶ Bambang Sunggono, *Metodologi Penelitian Hukum*, Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada, 2011, hlm. 111.

1.6. Kerangka Teori dan Konseptual

Kerangka konseptual adalah penggambaran antara konsep-konsep khusus yang merupakan kumpulan dan arti yang berkaitan, dengan istilah yang akan diteliti dan/atau diuraikan dalam karya ilmiah.²⁷

1. Teori Pengayaan Uranium

Uranium yang ditambang di alam tidak dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar PLTN atau bahan bakar senjata nuklir karena 99,3% uranium yang ada di alam berbentuk isotop ^{238}U sehingga sulit untuk mengalami reaksi fisi atau reaksi pembelahan. Reaksi fisi lebih mudah terjadi pada isotop ^{235}U , namun persentasenya di alam sangat kecil yaitu hanya sekitar 0,72%. Maka dari itu dibutuhkan proses pengayaan uranium untuk meningkatkan persentase ^{235}U menjadi 3-5% untuk PLTN dan 90-99% untuk senjata nuklir.

Proses pengayaan uranium akan dijabarkan sebagai berikut. Uranium yang ditambang dari alam berbentuk bijih uranium oksida (U_3O_8). Bijih uranium berwarna kuning tua sehingga disebut *yellowcake*. Uranium yang digunakan sebagai bahan bakar adalah UO_2 , sehingga *yellowcake* tidak dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar. Proses pengayaan tahap pertama adalah mengubah U_3O_8 menjadi bentuk gas yaitu uranium heksafluorida (UF_6). Gas UF_6 lalu diperkaya atau dinaikkan persentase ^{235}U melalui proses sentrifugasi. Gas UF_6 hasil pengayaan sekarang memiliki persentase ^{235}U sebesar 3-5%. Gas tersebut lalu diubah kembali

²⁷ Zainuddin Ali, *Metode Penelitian Hukum*, Jakarta : Sinar Grafika, 2013, hlm. 96.

menjadi bentuk padatan namun dengan rumus kimia UO_2 yang dapat digunakan sebagai bahan bakar nuklir.²⁸

2. Senjata Nuklir

Senjata nuklir adalah senjata pemusnah massal yang mendapatkan energi dari hasil reaksi fisi nuklir. Senjata nuklir hanya pernah dua kali digunakan yaitu pada kejadian Hiroshima dan Nagasaki pada Agustus 1945, yang masing-masing diberi nama Fat Man dan Little Boy. Daya ledak bom nuklir yang dijatuhkan di dua kota tersebut setara dengan 20 kiloton TNT, sedangkan bom nuklir masa sekarang memiliki kekuatan ledak setara 70 jutaton TNT.

Senjata nuklir fisi menghasilkan daya ledak hanya dari reaksi fisi. Bahan bakar yang dapat dimuat ke dalam bom jenis ini adalah uranium dan plutonium. Tantangan utama dalam desain senjata nuklir adalah dimensi. Dimensi akan mempengaruhi seberapa banyak bahan bakar yang dikonsumsi atau habis digunakan untuk menghasilkan energi sebelum senjata itu hancur. Semakin banyak bahan bakar yang habis maka semakin bagus karena akan memberikan daya ledak yang semakin besar.²⁹

3. Proliferasi Nuklir

Proliferasi Nuklir terbagi menjadi dua, yaitu secara vertikal dan horizontal. Proliferasi vertikal dianggap sebagai modernisasi atau penyempurnaan dari teknologi senjata nuklir yang sudah ada sekarang (eksisting) pada negara-negara *Nuclear Weapon State* (NWS). Contoh nyata dari proliferasi vertikal adalah menggunakan zat tritium sebagai pemicu kerja dari senjata nuklir fisi. Pada senjata

²⁸ Villani S., *Uranium Enrichment*, Berlin : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1979, hlm. 123.

²⁹ Richard Rhodes, *The Making of The Atomic Bomb*, New York : Simon & Schuster, 1986, hlm. 50.

nuklir model lama, reaksi fisi dipicu dengan menggunakan sumber neutron yang diletakkan di tengah-tengah bahan bakar. Namun hasil yang didapat tidak terlalu maksimal karena tidak semua bahan bakar terbakar sehingga daya ledak nominal tidak tercapai. Tetapi dengan menggunakan tritium, bahan bakar yang terbakar dapat dimaksimalkan karena tritium menghasilkan lebih banyak neutron dibandingkan dengan sumber neutron tradisional, sehingga daya ledak nominal yang dihasilkan dapat dimaksimalkan.

Sedangkan proliferasi horizontal dianggap sebagai penyebaran material nuklir dan/atau teknologi nuklir dari suatu badan/organisasi atau negara-negara NWS ke negara-negara yang tidak memiliki senjata nuklir, yang berpotensi untuk pengembangan senjata nuklir di negara tersebut. Contoh nyata dari transfer ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir yang pernah terjadi adalah di Pakistan. Pada tahun 1976, Abdul Qadeer Khan, seorang Pakistan yang menempuh pendidikan di Jerman, meninggalkan fasilitas pengayaan uranium di Almelo, Belanda dan membawa serta *blueprint* dari fasilitas pengayaan tersebut. Dia kembali ke Pakistan dan memulai program pengayaan uranium. Uranium yang berhasil diperkaya lalu menjadi cikal bakal hulu ledak nuklir pertama Pakistan pada 28 Mei 1998. Laboratorium yang dibangun oleh Khan tidak berhenti menyebarkan teknologi tersebut di dalam negeri, namun menjualnya ke negara-negara lain seperti Iran, Libia, Korea Utara, dan Irak.

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa Non-Proliferasi Nuklir adalah segala bentuk usaha untuk mencegah penyebaran ilmu pengetahuan dan teknologi serta senjata nuklir dari suatu badan/negara yang menguasai teknologi tersebut

kepada negara-negara yang tidak menguasainya, serta usaha untuk mencegah penyempurnaan atau modernisasi dari senjata nuklir yang eksisting agar tidak menjadi lebih *advance*.³⁰

4. *Non-Proliferation Treaty* (NPT)

NPT adalah perjanjian internasional penting yang tujuannya adalah untuk mencegah penyebaran senjata nuklir dan teknologi senjata, untuk mempromosikan kerja sama dalam penggunaan energi nuklir secara damai dan untuk memajukan tujuan mencapai perlucutan nuklir dan pelucutan senjata umum dan menyeluruh.³¹ Dalam NPT, negara pihak dibagi menjadi dua yaitu *Nuclear Weapon States* (NWS) dan *Non-Nuclear Weapon States* (NNWS). NWS menurut NPT merupakan negara yang telah membangun dan menguji perangkat peledak nuklir sebelum 1 Januari 1967; yaitu Amerika Serikat (1945), Rusia (1949), Inggris (1952), Prancis (1960) dan Republik Rakyat Tiongkok (1964). Diluar dari kelima negara tersebut, disebut sebagai Non-NWS.

1.7 Metode Penelitian

a. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah yuridis normatif. Pada penelitian hukum jenis ini, sering kali hukum dikonsepsikan sebagai apa yang tertulis dalam

³⁰ Michael P. Fry, N. Patrick Keatinge dan Joseph Rotblat, *Nuclear Non-Proliferation and the Non-Proliferation Treaty*, Berlin : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1990, hlm. 77.

³¹ United Nations, *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons / Non-Proliferation Treaty* (NPT), diakses dari <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/> pada tanggal 5 Januari 2019 pukul 12.45 WIB.

peraturan perundang-undangan (*law in books*) atau hukum dikonsepsikan sebagai kaidan atau norma yang merupakan patokan berperilaku manusia yang dianggap pantas.³²

b. Sifat Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif analitis, yaitu analisis yang menggambarkan keadaan atau status fenomena dengan kata-kata atau kalimat, kemudian dipisahkan menurut kategorinya untuk memperoleh kesimpulan.³³

c. Pendekatan Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa pendekatan penelitian, yaitu:

1) Pendekatan Perundang-Undangan (*Statute Approach*)

Pendekatan perundang-undangan (*statute approach*) dilakukan dengan menelaah berbagai undang-undang dan ketentuan-ketentuan berupa konvensi-konvensi internasional yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dalam skripsi ini.³⁴

2) Pendekatan Historis (*Historical Approach*)

Pendekatan historis dilakukan dengan menelaah latar belakang apa yang dipelajari dan perkembangan isu hukum yang dihadapi. Penelitian ini dalam rangka melihat sejarah perkembangan hukum dari waktu ke waktu.³⁵

d. Jenis dan Sumber Bahan Hukum

Bahan hukum yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi ini ialah bahan hukum yang mencakup buku-buku, dokumen-dokumen resmi, dan hasil-hasil penelitian berupa laporan, dan sebagainya. Bahan hukum tersebut dibagi menjadi tiga, yaitu:

³² Amiruddin dan Zainal Asikin, *Pengantar Metode Penelitian Hukum*, Jakarta: Rajawali Pers, 2014, hlm. 118.

³³ Zainuddin Ali, *Metode Penelitian Hukum*, Jakarta: Sinar Grafika, 2010, hlm. 175.

³⁴ Peter Mahmud Marzuki, *Penelitian Hukum*, Jakarta: PT Kharisma Putra Utama, 2016, hlm. 136.

³⁵ *Ibid.*, hlm. 138.

1. Bahan hukum primer, yakni bahan-bahan hukum yang mempunyai kekuatan hukum yang mengikat, yang terdiri dari:³⁶
 - a) *Non-Proliferation Treaty* tahun 1968;
 - b) *International Atomic Energy Agency Treaty* tahun 1957;
2. Bahan hukum sekunder, yakni bahan hukum berupa dokumen-dokumen resmi, buku-buku hasil-hasil penelitian yang berwujud laporan, jurnal, dan lainnya.³⁷
3. Bahan hukum tertier, yakni bahan-bahan yang memberikan penjelasan, baik mengenai bahan hukum primer maupun bahan hukum sekunder,³⁸ seperti berita-berita resmi; kamus hukum; bahan seminar; dan bahan dari internet yang relevan dan memiliki kaitan dengan hal yang diteliti dalam skripsi ini.

e. Teknik Pengumpulan Bahan Penelitian

Teknik pengumpulan data yang akan penulis gunakan ialah metode penelitian kepustakaan, dimana penulis akan memperoleh dan mengelola data yang bersumber dari peraturan perundang-undangan, buku, dokumen resmi, publikasi, dan hasil penelitian.³⁹

f. Teknik Analisis Bahan Penelitian

Teknik analisis bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis kualitatif, di mana hasil penelitian ini dideskripsikan dalam bentuk penjelasan dan uraian kalimat yang mudah dibaca dan dimengerti untuk diinterpretasikan dan ditarik kesimpulan secara umum yang didasarkan fakta-fakta yang bersifat khusus terhadap pokok bahasan yang diteliti.⁴⁰

³⁶ Bambang Sunggono, *Metodologi Penelitian Hukum*, Jakarta : Rajawali Pers, 2009, hlm. 113.

³⁷ Soerjono Soekanto, *Pengantar Penelitian Hukum*, Jakarta : UI-Press, 2006, hlm. 12.

³⁸ Aminudin dan Zainal Asikin, *Pengantar Metode Penelitian Hukum*, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2014, hlm. 32.

³⁹ Zainuddin Ali, *Op.Cit.*, hlm. 106.

⁴⁰ Sulistyio Basuki, *Metode Penelitian*, Jakarta : Wedatama Widya Sastra, 2006, hlm. 68.

g. Teknik Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan secara deduktif, yaitu bertolak dari suatu proposisi umum yang keberadaannya telah diketahui dan berakhir pada suatu kesimpulan yang bersifat lebih khusus.⁴¹

1.8 Sistematika Penulisan

Secara sistematika, penulisan skripsi ini dibagi menjadi beberapa bab, yang masing-masing bab akan terdiri dari beberapa sub bab yang dikembangkan jika pembahasan yang lebih terperinci diperlukan. Masing-masing akan dibahas secara tersendiri, namun secara konteks antara bab yang satu dengan bab yang lain masih berkaitan. Penulis menyusun skripsi ini terbagi menjadi 4 (empat) bab, adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini akan diuraikan secara garis besar mengenai Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Kerangka Konseptual, dan Metode Penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dikemukakan teori yang berhubungan dengan Penyalahgunaan Penggunaan Uranium Untuk Bahan Baku Senjata Nuklir Dalam Perspektif Perjanjian Non-Proliferasi Nuklir.

BAB III : PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis akan menjawab rumusan masalah yang penulis angkat dalam skripsi ini. Yang pertama mengenai pengaturan penggunaan uranium dalam perspektif

⁴¹ Bambang Sunggono, *Metode Penelitian Hukum*, Jakarta : Rajawali Pers, 2011, hlm. 11.

perjanjian *Non-Proliferation Treaty*. Yang kedua mengenai implementasi *Non-Proliferation Treaty* dalam menyikapi penyalahgunaan penggunaan uranium.

BAB IV : PENUTUP

Sebagai penutup, maka bab ini akan memuat antara lain kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

Konvensi

International Atomic Energy Agency. 1957. International Atomic Energy Agency Statute. Vienna.

International Atomic Energy Agency. 1969. Non-Proliferation Treaty. Moscow.

Buku-buku

Amiruddin dan Zainal Asikin. 2014. *Pengantar Metode Penelitian Hukum*. Jakarta : Rajawali Pers.

Bambang Sunggono. 2011. *Metodologi Penelitian Hukum*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.

Charles River. 2017. *The Chernobyl Disaster: The History and Legacy of the World's Worst Nuclear Meltdown*. California : CreateSpace.

David Fischer. 1997. *History of the International Atomic Energy Agency: The First Forty Years*. Vienna : Division of Publication of IAEA.

Dvorak D.F. 2013. *The First Atomic Bomb Mission: Trinity B-29 Operations Three Weeks Before Hiroshima*. London : Air Power History.

Eric Croddy. 1997. *Chemical and Biological Warfare: An Annotated Bibliography*. New Jersey : Scarecrow Press.

Gar Alperovitz dan Sanho Tree. 2006. *The Decision to Use the Atomic Bomb*. New York : Vintage.

Hajime Akimoto, Hidesada Tamai, Hiroyuki Yoshida, Kazuyuki Takase dan Yoshinari Anoda. 2016. *Nuclear Thermal Hydraulics*. Tokyo : Springer.

Heriot I.D. 1988. *Uranium Enrichment by Centrifuge*. Brussels : Commission of the European Communities.

James Abrahamson dan Paul Carew. 2002. *Vanguard of American Atomic Deterrence*. Connecticut : Praeger.

John Coster-Mullen. 2012. *Atom Bombs: The Top Secret Inside Story of Little Boy and Fat Man*. Wisconsin : Waukesha.

Joseph J. Katz, Lester R. Morss, Norman Edelstein dan Jean Fuger. 2006. *The Chemistry of the Actinide and Transactinide Element*. Rotterdam : Springer.

Klein, Cornelis dan Cornelius S. Hurlbut. *Manual of Mineralogy*. 1985. New York : Wiley.

Michael P. Fry, N. Patrick Keatinge dan Joseph Rotblat. 1990. *Nuclear Non-Proliferation and the Non-Proliferation Treaty*. Berlin : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

OECD and IAEA. 2016. *Uranium: Resources, Production and Demand A Joint Report by the Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency*. Vienna : IAEA Publisher.

OECD Nuclear Energy Agency. 2003. *Nuclear Development: Nuclear Energy Today*. Paris : OECD Publishing.

Paul de Bièvre, Victor R. Lesser dan H.L. Eschbach. 1986. *Uranium Isotope Abundance Certified Reference Material for Gamma Spectrometry*. London : European Communities.

Paul Kapur. 2012. *India, Pakistan, and the Bomb: Debating Nuclear Stability in South Asia*. New York : Columbia University Press.

Peter Mahmud Marzuki. 2016. *Penelitian Hukum*. Jakarta : PT Kharisma Putra Utama.

Richard Rhodes. 1986. *The Making of The Atomic Bomb*. New York : Simon & Schuster,

Sanjib Chaki, Elliot Foutes, Shankar Ghose dan Brian Littleton. 2006. *Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials From Uranium Mining*. Washington DC : US EPA OAR Division.

Semoon Chang. 2007. *Economic Sanctions Against a Nuclear North Korea: An Analysis of United States and United Nations Actions Since 1950*. New York : McFarland.

Sir Edward Somers. 1992. *The Safety of Nuclear Powered Ships*. Wellington : Department of the Prime Minister and Cabinet.

Soerjono Soekanto. 2006. *Pengantar Penelitian Hukum*. Jakarta : UI-Press.

Stephan Haggard dan Marcus Noland. 2010. *Sanctioning North Korea: The Political Economy of Denuclearization and Proliferation*. New York : Asian Survey.

Sulistyo Basuki. 2006. *Metode Penelitian*. Jakarta : Wedatama Widya Sastra.

Tom Coppen. 2007. *The Law of Arms Control and the International Non-Proliferation Regime*. Leiden : Brill Nijhoff.

Tom Zoellner. 2010. *Uranium: War, Energy, and the Rock That Shaped the World*. London : Penguin Books.

Villani S.. 1979. *Uranium Enrichment*. Berlin : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Wilson P.D.. 1996. *The Nuclear Fuel Cycle From Ore to Wastes*. London : Oxford University Press.

Zainuddin Ali. 2013. *Metode Penelitian Hukum*. Jakarta : Sinar Grafika.

Jurnal

Hasegawa A., Ohira T., Maeda M., Yasumura S., dan Tanigawa K., *Emergency Responses and Health Consequences after the Fukushima Accident: Evacuation and Relocation*, *Clinical Oncology*, 2016, vol. 28(4) hlm. 237-244.

Lee Yong Suk, *International Isolation And Regional Inequality: Evidence From Sanctions On North Korea*, Journal of Urban Economics, 2018, vol. 103(C) hlm. 34-51.

Plant J. Simpson, P.R. Smith B., dan Windley B.F., *Uranium Ore Deposits: Products of the Radioactive Earth*, Reviews in Mineralogy, 1997, vol. 38 hlm. 255-320.

Konferensi

Alexander Glaser, *About the Enrichment Limit for Research Reactor Conversion : “Why 20%?”*, Paper presented at The 27th International Meeting on Reduced Enrichment for Research and Test Reactors, Boston, 2005.

Anonim, *Decisions Adopted At The 1995 NPT Review & Extension Conference*, Presented at 1995 NPT Review & Extension Conference, New York, 1995.

Kohtaro Ueki dan Kenji Sasaki, *Radiation Shielding Analysis of a Spent Fuel*, Paper presented at 14th International Symposium on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials, Berlin, 2004.

Internet

World Nuclear, *What is Uranium? How Does it Work?*, diambil dari: <http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/introduction/what-is-uranium-how-does-it-work.aspx>, diakses pada tanggal 5 Januari 2019 pukul 10.30 WIB.

United Nations, *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT)*, diambil dari: <http://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/>, diakses pada tanggal 5 Januari 2019 pukul 12.45 WIB.

Nuclear Energy Institute, *World Nuclear Power Plants in Operation*, diambil dari: <http://www.nei.org/resources/statistics/world-nuclear-power-plants-in-operation>, diakses pada tanggal 7 Januari 2015 pukul 13.00 WIB.

Anonim, *The Effects of the Nagasaki Atomic Bombing on the Human Body*, diambil dari: http://www-sdc.med.nagasaki-u.ac.jp/abomb/review_e.html, diakses pada tanggal 10 Januari 2019 pukul 14.30 WIB.

Wikipedia, *List of parties to the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapon*, diambil dari: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_parties_to_the_Treaty_on_the_Non-Proliferation_of_Nuclear_Weapons, diakses pada tanggal 15 Januari 2019 pukul 15.00 WIB.

IAEA, *History of International Atomic Energy Agency*, diambil dari: <http://www.iaea.org/about/overview/history>, diakses pada tanggal 15 Januari pukul 16.15 WIB.

BBC, *North Korea's Missile And Nuclear Programme*, diambil dari: <https://www.bbc.com/news/world-asia-41174689>, diakses pada tanggal 29 Februari 2019 pukul 14.00 WIB.

World Nuclear, *Nuclear Proliferation Case Studies*, diambil dari: <http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/non-proliferation/appendices/nuclear-proliferation-case-studies.aspx>, diakses pada tanggal 2 April 2019 pukul 10.00 WIB.

Britannica, *Uranium*, diambil dari: <http://www.britannica.com/science/uranium>, diakses pada tanggal 9 April 2019 pukul 10.00 WIB.

Global Security, *Uranium Isotopes*, diambil dari: <http://www.globalsecurity.org/wmd/intro/u-isotopes.htm>, diakses pada tanggal 9 April 2019 pukul 10.10 WIB.

The Nuclear Weapon Archive, *Elements of Weapon Design*, diambil dari: <http://www.nuclearweaponarchive.org/Nwfaq/Nfaq4-1.html>, diakses pada tanggal 9 April 2019 pukul 11.00 WIB.

The Nuclear Weapon Archive, *Nuclear Weapons FAQ*, diambil dari: <http://nuclearweaponarchive.org/Nwfaq/Nfaq0.html>, diakses pada tanggal 9 April 2019 pukul 13.00 WIB.

Wise Uranium, *World Nuclear Fuel Facilities*, diambil dari: <http://www.wise-uranium.org/efac.html>, diakses pada tanggal 9 April 2019 pukul 13.12 WIB.

Live Science, *Hiroshima, Nagasaki & the First Atomic Bombs*, diambil dari: <http://www.livescience.com/45509-hiroshima-nagasaki-atomic-bomb.html>, diakses pada tanggal 9 April 2019 pukul 13.30 WIB.

United States Environmental Protection Agency, *Radiation Health Effects*, diambil dari: <http://www.epa.gov/radiation/radiation-health-effects>, diakses pada tanggal 9 April 2019 pukul 15.00 WIB.

JSTOR.org, *India and Pakistan's Nuclear Explosions*, diambil dari: <http://www.jstor.org/stable/41394419>, diakses pada tanggal 10 April 2019 pukul 09.30 WIB.

IAEA, *Spent Fuel Management*, diambil dari: <http://www.iaea.org/topics/spent-fuel-management>, diakses pada tanggal 22 April 2019 pukul 13.30 WIB.

World Nuclear, *Supply of Uranium*, diambil dari: <http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/uranium-resources/supply-of-uranium.aspx>, diakses pada tanggal 27 April 2018 pukul 18.00 WIB.

World Nuclear, *Uranium Enrichment*, diambil dari: <http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/conversion-enrichment-and-fabrication/uranium-enrichment>, diakses pada tanggal 27 April 2019 pukul 19.43 WIB.

Massachusetts Institute of Technology, *Enrichment and Separative Work*, diambil dari: <http://web.mit.edu/22.812j/www/enrichment.pdf>, diakses pada tanggal 28 April 2019 pukul 13.30 WIB.

Energy Education, *Separative Work Unit (SWU)*, diambil dari: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Separative_work_unit, diakses pada tanggal 28 April 2019 pukul 14.00 WIB.

World Nuclear, *Research Reactor*, diambil dari: <http://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/radioisotopes-research/research-reactors.aspx>, diakses pada tanggal 28 April 2019 pukul 23.00 WIB.

Federation of American Scientists, *Nuclear Propulsion*, diambil dari: <http://fas.org/man/dod-101/sys/ship/eng/reactor.html>, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 00.30 WIB.

Wikipedia, *United States Naval Reactors*, diambil dari: http://en.wikipedia.org/wiki/United_States_naval_reactors, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 01.00 WIB.

Atomic Heritage Foundation, *Little Boy and Fat Man*, diambil dari: <http://www.atomicheritage.org/history/little-boy-and-fat-man>, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 01.05 WIB.

IAEA, *Key Roles of International Atomic Energy Agency (IAEA)*, diambil dari: <http://www.iaea.org/newscenter/focus/npt/key-roles>, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 08.43 WIB.

IAEA, *International Atomic Energy Agency (IAEA) Safeguard Overview*, diambil dari: <http://www.iaea.org/publications/factsheets/iaea-safeguards-overview>, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 09.03 WIB.

IAEA. *Developing Countries and Non-Proliferation Treaty (NPT)*, diambil dari: https://www.iaea.org/sites/default/files/223_403599194.pdf, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 09.05 WIB.

IAEA, *Verification and Monitoring in Iran*, diambil dari:
<http://www.iaea.org/newscenter/focus/iran>, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 09.58 WIB.

IAEA, *IAEA and Iran: Chronology of Key Events*, diambil dari:
<http://www.iaea.org/newscenter/focus/iran/chronology-of-key-events>, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 10.17 WIB.

IAEA, *Verification in the North Korea (DPRK)*, diambil dari:
<http://www.iaea.org/newscenter/focus/dprk>, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 11.00 WIB.

IAEA, *IAEA and DPRK Chronology of Key Events*, diambil dari:
<http://www.iaea.org/newscenter/focus/dprk/chronology-of-key-events>, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 11.08 WIB.

The Washington Post, *What Trump and Kim Agreed on Their First Meeting*, diambil dari:
<http://www.washingtonpost.com/world/2019/02/25/what-trump-kim-agreed-their-first-meeting-what-actually-happened-afterward/>, diakses pada tanggal 29 April 2019 pukul 11.10 WIB.