

**KONSEP *TRIPLE HELIX* DALAM PERAMALAN TEKNOLOGI  
(*TECHNOLOGY FORECASTING*) GUNA MEMPERKUAT ALUTSISTA  
PERTAHANAN UDARA TAHUN 2045**

**Firmansyah, S.T., M.Sc.**

Akademi Angkatan Udara, Yogyakarta, Indonesia

Email: firmansyah1745.fs@gmail.com

**ABSTRAK**

Perkembangan lingkungan strategis berupa situasi keamanan global dan kemajuan ilmu teknologi sangat mempengaruhi pembangunan alat utama sistem senjata (alutsista) pertahanan udara. Situasi keamanan global yang digambarkan dalam kekuatan hegemoni mengharuskan adanya perubahan kebijakan negara dan kemajuan ilmu teknologi akibat dari revolusi dalam militer menggerakkan para ilmuwan untuk berinovasi dalam teknologi demi terselenggaranya kepentingan negara. Teknologi alutsista pertahanan udara adalah salah satu dari sekian teknologi yang saat ini selalu berkembang dengan pesat, semakin mutakhir dan semakin meningkat kemampuannya, hingga mencapai pada proyeksinya di masa mendatang. Artikel ini disusun menggunakan metode kualitatif, menggambarkan secara deskriptif dan menganalisa pentingnya sebuah konsep dalam menentukan teknologi masa depan guna memperkuat alutsista pertahanan udara. Di dalamnya akan menjelaskan bahwa cepatnya perubahan teknologi, yang mengharuskan pemahaman lebih mendalam akan pentingnya kolaborasi tim melalui konsep *triple helix* dalam meramalkan teknologi masa mendatang pada sistem pertahanan. Kolaborasi tersebut terdiri dari para *stakeholder* pemangku kebijakan, industri pertahanan dan para akademisi mulai dari tingkat strategis sampai dengan teknis, yang secara bertahap dan berkelanjutan meramalkan desain teknologi alutsista pertahanan udara yang tepat dan sistematis. Konsep ini dapat diyakini sebagai jembatan lahirnya sebuah inovasi cara berpikir, munculnya peluang dan selain adanya tantangan yang akan dihadapi oleh Indonesia di tahun emasnya. Pada kesimpulannya, konsep *triple helix* dalam meramalkan teknologi (*technology forecasting*) melalui pertimbangan tren teknologi masa depan merupakan bagian dari Megatrend Dunia tahun 2045 yang harus dipersiapkan dengan optimis oleh Indonesia.

**Kata kunci :** *Triple Helix, Technology Forecasting, Sistem Pertahanan Udara*

**Pendahuluan**

Lingkungan strategis yang berkembang berupa situasi keamanan global mempertanyakan kredibilitas organisasi internasional dalam menyelesaikan friksi antar kepentingan negara-negara di dunia, seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan teknologi yang telah nyata mendorong modernisasi militer (BPPI, 2015), khususnya bidang pemutakhiran teknologi pertahanan udara. Kedaulatan negara di udara perlu dipertahankan dengan mewujudkan sistem pertahanan udara yang handal, didukung oleh kemampuan dari elemen kekuatan udara dalam upaya meraih keunggulan udara (Douhet, 1998). Sekilas melihat ke belakang, perang dunia pertama memberikan

gambaran perubahan teknologi pertahanan udara yang signifikan apabila dibandingkan dengan Perang Dunia kedua, dan terus berkembang dalam situasi ketidakpastian kehidupan politik internasional. Oleh karenanya, sebagai bagian dari politik global bidang keamanan dalam konteks menjaga kedaulatan udara, Indonesia perlu mewujudkan sistem pertahanan yang handal dengan teknologi mutakhir untuk mengantisipasi ancaman yang terus berkembang berupa peluru kendali seperti *cruise ballistic missile*, pesawat tempur stealth (anti-radar), bahkan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Penelitian ini membahas perlunya kesiapan Indonesia untuk memperkuat alutsista pertahanan udara sesuai dengan tren teknologi masa depan melalui kerjasama Tim yang dapat diandalkan. Signifikansi yang dipertimbangkan adalah menunjukkan konsep kolaborasi tim dalam *triple helix*, meningkatkan kemampuan inovasi teknologi melalui *technology forecasting* serta mendorong peran Indonesia di dunia global melalui kesetaraan pengakuan kedaulatan udara di tahun emas 2045.

### **Teori dan Metodologi**

Teori pertama yang mendasari adalah *triple helix*, sebuah gagasan kolaborasi Tim berupa pemerintah sebagai pemangku kebijakan, industri atau perusahaan yang bersifat strategis serta para akademisi dari perguruan tinggi yang secara berurutan berperan dalam mendukung dari segi legalitas, penggerak aliran pengembangan teknologi alutsista dan pemikiran bidang inovasi pengetahuan. Teori kedua adalah teori Pertahanan Udara Alexander de Seversky, bahwa pertahanan udara yang handal terwujud dengan adanya dukungan dari unsur-unsur alutsista udara. Dalam hal ini, alutsista pertahanan udara memproyeksikan tren teknologi masa depan melalui metode peramalan teknologi dengan memperkirakan kemungkinan-kemungkinan penyebabnya, karena hari esok adalah hasil dari pemikiran-pemikiran saat ini (Douhet, 1998). Teori ketiga yang menjadi acuan dalam meramalkan teknologi adalah *technology forecasting*, sebuah proses meramalkan ilmu dan teknologi berupa penelitian strategis jangka panjang yang dapat diperuntukkan bagi kebutuhan militer (Ben Martin, 1995). Ketiga teori ini menghubungkan arti pentingnya memperkuat alutsista pertahanan udara yang tepat di tahun emas Indonesia melalui proses identifikasi dan analisa dengan menawarkan keterlibatan unsur stakeholder dalam konsep *triple helix*.

Penulisan naskah ini dilakukan dengan menggunakan metode pendekatan kualitatif deskriptif analisis, untuk mengeksplorasi dan menganalisa secara mendalam beberapa studi pustaka. Melalui analisa teori-teori dan wawasan yang dimiliki, akan dijelaskan gambaran tentang konsep *triple helix* dalam peramalan teknologi guna memperkuat alutsista pertahanan di tahun 2045, serta menjawab pertanyaan penelitian bagaimana konsep *triple helix* berperan sangat penting dalam meramalkan teknologi dan mengapa diperlukan *technology forecasting* untuk memperkuat alutsista pertahanan udara di tahun 2045.

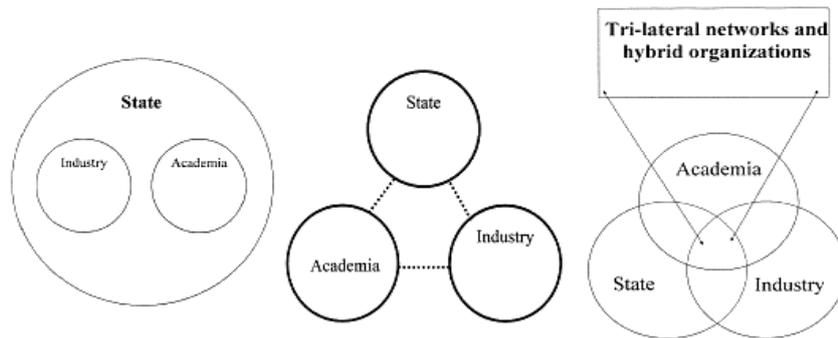
## **Hasil dan Pembahasan**

### ***Konsep Triple Helix***

Perkembangan alutsista dalam kerangka sistem pertahanan udara nasional masih belum sepenuhnya mampu menghadapi potensi ancaman yang ada saat ini, bahkan di masa mendatang. Kemampuan potensi Sumber Daya Manusia (SDM) Indonesia yang secara optimis mampu bersaing di tingkat global mengarah pada perlunya inovasi teknologi sesuai dengan tren masa depan. Kondisi ini merupakan sebuah peluang sebagai upaya mencapai visi Indonesia 2045 pada skema megatrend dunia yang tertuang dalam pilar I Pembangunan Manusia dan Pilar IV Pemantapan Ketahanan Nasional (Bappenas, 2019:4).

Pada tahun 1990, Henry Etzkowitz mengenalkan sebuah pemikiran tentang *triple helix* sebagai bentuk sistem inovasi dari kalangan akademisi (universitas) yang berbasiskan pengetahuan, industri (perusahaan) sebagai produsen dari inovasi pengetahuan dan government (pemerintah) sebagai institusi resmi yang melegalisasi pola interaksi antara Universitas, Industri dan Pemerintah. Pola hubungan masing-masing komponen tersebut merupakan dinamika yang kompleks yang terdiri dari tiga susunan (Etzkowitz H. and Leydesdorff, L., 2000) yaitu susunan *statis* (model negara), susunan *laissez-faire* (pasar bebas), dan susunan seimbang (*balanced*).

Konsep *Triple Helix* dalam Peramalan Teknologi (*Technology Forecasting*) guna Memperkuat Alutsista Pertahanan Udara Tahun 2045



Gambar 1. *Triple Helix*

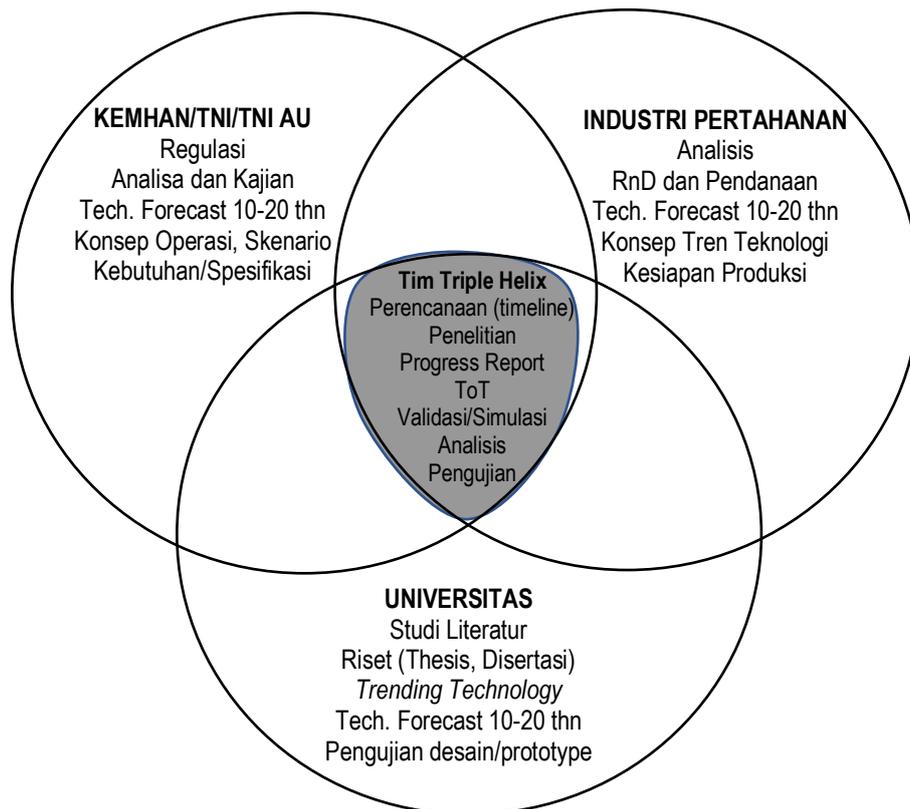
Kiri: *Statis model*, Tengah: *Laissez Faire* dan Kanan: *Trilateral Hybrid*

Gambar paling kiri memperlihatkan pola hubungan statis, dimana negara (*state*) sangat dominan, mengatur dua bagian subordinat lainnya yaitu Industri dan Akademia (universitas). Pola hubungan *Laissez Faire* atau pola pasar bebas pada gambar di tengah menggambarkan ketiga istitusi tersebut saling independen dan berpisah dalam fungsi masing-masing. Sedangkan gambar paling kanan merupakan konsep *trilateral initiatives for knowledge* melalui strategi aliansi antara perusahaan, pemerintah dan pelibatan akademisi serta kelompok kelompok riset yang dikatakan sebagai *hybrid organization*.

Konsep *triple helix* melalui hubungan yang solid antara Pemerintah, Industri Strategis dan para akademisi membutuhkan penyiapan SDM yang menguasai teknologi dalam meramalkan teknologi (*technology forecasting*) alutsista pertahanan udara yang secara sistematis mengkaji dan menganalisa teknologi masa depan. Sebagai perwujudan dari komitmen untuk melakukan inovasi pengembangan teknologi, pemerintah dalam hal ini Kementerian Pertahanan membuat kerjasama dengan industri pertahanan, sejalan dengan peluang pemberian beasiswa kepada para mahasiswa untuk selanjutnya berkolaborasi dalam kegiatan penelitian dan pengembangan. Namun demikian, kolaborasi yang terjadi masih belum solid dalam menyajikan *knowledge integration* yang dimanfaatkan untuk inovasi teknologi bagi peningkatan kemampuan alutsista pertahanan udara. Seharusnya, kegiatan sudah mengarah pada prediksi dan analisis bagaimana dalam menentukan, memilih dan meramalkan teknologi yang secara solid dan sinergi melibatkan unsur pemerintah, akademisi dan industri sesuai dengan konsep *triple helix*. Secara singkat dapat dijelaskan konsep pelibatan elemen pemerintah, industri dan akademisi ini merepresentasikan pengembangan

Konsep *Triple Helix* dalam Peramalan Teknologi (*Technology Forecasting*) guna Memperkuat Alutsista Pertahanan Udara Tahun 2045

alutsista pertahanan udara sebagai salah satu *technology demand*. Model *triple helix* yang dicetuskan oleh Etzkowitz lebih tepat diterapkan melalui hubungan korelasi dan keterlibatan ketiga unsur secara seimbang atau model ketiga susunan seimbang (*balanced*), pola hubungan yang sangat diharapkan saat ini untuk menciptakan inovasi teknologi seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Konsep *Triple Helix* Nasional

Gambar di atas menjelaskan konsep *triple helix* dengan model seimbang (*balanced*) yang disesuaikan dengan kondisi negara Indonesia, diperuntukkan dalam meramalkan teknologi (*technology forecasting*) berdasar pada sistem inovasi yang berbasis pengetahuan (*knowledge-based innovation system*) dimana terdapat hubungan yang erat antara Pemerintah (Kemhan/TNI/TNI AU), Industri Pertahanan dan Universitas. Pembahasan unsur dalam konsep *triple helix* terdapat peran yang nyata yang diperlihatkan melalui kegiatan dalam skala nasional, namun masih belum menunjukkan konsistensi arah pengembangan teknologi masa depan dan kolaborasi Tim yang solid.

### ***Technology Forecasting***

*Technology forecasting* membantu militer mengembangkan teknologi dalam membangun alutsista yang modern untuk mengantisipasi ancaman yang juga berkembang teknologinya (Coates, 2001), dalam hal ini juga dapat untuk menentukan teknologi alutsista pertahanan udara sesuai tren masa mendatang berdasar potensi ancaman yang muncul (Foyer, 2017:23). Melalui metode analisis ilmiah, teknologi dapat diramalkan dengan memahami sesuatu yang sudah diciptakan, sedang dikembangkan dan nantinya menjadi tren di masa depan seperti yang telah diprediksi pada teknologi semikonduktor, komputer, data penyimpanan, software dan komunikasi (Lovreković, 2021:46-50). Begitu juga dengan teknologi alutsista pertahanan udara, yang pada penelitian ini diyakini perlu untuk dikembangkan dengan disertai pemahaman tentang *technology forecasting* yang dihasilkan oleh kolaborasi Tim melalui konsep *triple helix*, yaitu kerjasama yang solid antara Pemerintah/Kemhan, Industri Strategis dan para akademisi. Ini merupakan strategi untuk mempertimbangkan kemungkinan ancaman baru yang datang dari udara, dalam konteks meraih keunggulan udara dengan memperkirakan tren teknologi alutsista masa depan dalam jangka waktu dan *budget* tertentu (Foyer, 2017:12).

*Technology forecasting* didahului dengan menganalisa skenario, sebuah ketetapan yang disepakati untuk membangun alutsista pertahanan udara dengan potensi ancaman yang ada, yang diuji guna didapatkan kajian *engineering* untuk berusaha *up to date* dengan teknologi yang sedang digunakan saat ini, bahkan mempertimbangkan tren teknologi di masa depan. Skenario yang dibangun tentunya akan membawa ke sebuah analisa dengan menyesuaikan perkembangan strategis di tingkat kawasan dan global, sebagai contoh proyeksi teknologi rudal balistik, pesawat generasi ke-5, kemampuan siber jaringan, yang menjadi bagian dari sistem pertahanan udara. Hal yang tak kalah penting, kemampuan tersebut harus mencakup metodologi dan penarikan kesimpulan dari potensi ancaman, dikemas dalam bentuk perang di masa depan. Selanjutnya teknologi alutsista pertahanan udara yang diramalkan akan melewati proses pengujian terhadap beberapa faktor seperti kesesuaian dengan doktrin, organisasi, pelatihan, kesediaan materiel, dukungan fasilitas serta *interoperability* (Silfverskiöld, S. 2017). Tentunya dalam memprediksi tidak menginginkan adanya kesalahan seperti yang terjadi saat negara Paman Sam memproyeksikan sebuah perang konvensional skala besar dengan didukung konsep *Revolution in Military Affairs* (RMA), namun ternyata

perang diperankan dalam bentuk terorisme dan pemberontakan dalam format perang *proxy* (Cohen, 2020).

Pemilihan teknologi alutsista pertahanan udara yang tepat berkontribusi dalam menjamin kedaulatan wilayah udara nasional, salah satunya berupa kegiatan *technology forecasting* untuk radar *ELSS target detection* yang memiliki daya pancar yang efektif, sensitivitas penerimaan tinggi dan *smart radar*, sehingga dapat mendeteksi UAV/UCAV bahkan yang berdimensi lebih kecil (Firmansyah, 2018). Menanyakan keadaan sekarang dan memperkirakan hari esok adalah hasil dari pemikiran-pemikiran saat ini, seperti yang dikatakan Douhet (1998), dalam teorinya *foretelling the future*. Teknologi yang menjadi tren ke depan menuntut *interoperability* dan integrasi komunikasi data dalam konsep operasi yang digelar, sehingga keamanan jaringan menghadapi ancaman siber masih menjadi tren yang dipertimbangkan. Selain itu, sabotasi siber memegang peran penting sebagai konsekuensi pada era serba digital seiring penggunaan *big data* yang pastinya menjadi target utama serangan dalam konsep perang masa depan (Cohen, 2020). Perkembangan teknologi ke depan diperankan rudal balistik jarak jauh dan rudal jelajah permukaan, dilengkapi kemampuan pesawat generasi ke-5 serta kemampuan siber untuk memproteksi jaringan komunikasi data yang terintegrasi pada sistem pertahanan udara (Geis, John P., et al., 2009).

### **Peluang Indonesia 2045**

Pentingnya menjaga ketertiban dunia perlu diimbangi dengan perlunya memiliki kekuatan sebagai *deterrent effect* yang membawa pengakuan kedaulatan negara Indonesia baik di kawasan maupun global. Dalam konteks kedaulatan udara, perlunya membangun alutsista pertahanan udara sesuai dengan teknologi tren tidak hanya mampu mendeteksi, namun juga menangkal serangan dan mencegah ancaman untuk mengakses kedaulatan udara NKRI. Pengakuan kedaulatan sebagai perwujudan dari pertahanan udara yang kuat dapat membawa Indonesia kepada eksistensi dan kredibilitas yang semakin tinggi di dunia internasional dari perspektif bidang politik dan ekonomi yang terbukti telah dipercaya menjadi anggota Dewan Tidak Tetap PBB, Ketua ASEAN, Presidensi G20 dan lain sebagainya. Ini menjadi peluang yang sangat baik apabila secara konsisten dapat mempertahankannya, tentunya dengan didukung oleh

pertumbuhan ekonomi di atas 5 persen per tahun dengan perkiraan menjadi negara PDB terbesar ke-5 pada tahun 2045 (Bappenas, 2019).

Dengan teknologi alutsista pertahanan udara yang selalu berkembang, dibutuhkan pemikiran teknologi tren di masa mendatang yang mampu memproyeksikan jenis potensi ancaman. Mengapa diperlukan *technology forecasting* untuk memperkuat alutsista pertahanan udara di tahun 2045? Jawabannya adalah bahwa *technology forecasting* diyakini mampu menganalisa dengan tepat teknologi tren masa depan bahkan menuju pada terwujudnya kemandirian dalam pengembangannya. Melalui kolaborasi Tim dalam konsep *triple helix*, dapat secara nyata mewujudkan pembangunan sumber daya manusia dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan memanfaatkan fokus pembangunan alutsista pertahanan baik pendukung daya gerak, daya gempur dan pertahanan dalam bentuk K4IPP (Kemenristekdikti, 2017) yang bahkan akan diperankan oleh sistem otomatisasi robotik serta *artificial intelligence* (Bappenas, 2019). Pertahanan udara dengan teknologi yang tepat di masa mendatang, menjadi payung udara bagi keamanan dan perdamaian dunia serta membentuk tatanan regional dan global yang mampu menggiring kepercayaan dunia internasional dalam mencapai kepentingan nasional melalui politik luar negeri bebas aktif dalam mengimplementasikan sebagai Poros Maritim Dunia termasuk mempertahankan sentralitas ASEAN. Dengan kata lain, memperkuat alutsista pertahanan udara merupakan bagian dari upaya membangun pertahanan dalam menghadapi ancaman yang dapat memberi rasa aman dan damai dalam kerangka bangsa dan negara Indonesia, selaras dengan visi Indonesia 2045 untuk mewujudkan kekuatan pertahanan yang dilengkapi alutsista dengan teknologi modern.

## **Simpulan**

Konsep *triple helix* dalam peramalan teknologi (*technology forecasting*) alutsista pertahanan udara diyakini mampu menempatkan Indonesia dalam keikutsertaannya menciptakan keamanan dan perdamaian dunia serta membentuk tatanan regional dan global. Kolaborasi tim dalam *triple helix* memiliki peran yang sangat penting untuk mewujudkan pembangunan sumber daya manusia dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi ke depan, sekaligus turut mewujudkan visi Indonesia 2045 dalam menciptakan keamanan dan kedamaian dalam pola kehidupan berbangsa dan bernegara

Konsep *Triple Helix* dalam Peramalan Teknologi (*Technology Forecasting*) guna Memperkuat Alutsista Pertahanan Udara Tahun 2045

melalui perwujudan pertahanan yang kuat disertai teknologi alutsista yang modern. Dengan demikian, sangat penting untuk memperkuat alutsista pertahanan udara pada era Indonesia Emas, melalui konsep kolaborasi Tim *triple helix* dalam meramalkan teknologi (*technology forecasting*) sebagai bagian dari Megatrend Dunia tahun 2045.

## Referensi

- Buku Putih Pertahanan Indonesia. 2015. Cetakan ketiga. Kementerian Pertahanan RI
- Coates V., et al. 2001. "On the Future of Technological Forecasting." *Technological Forecasting and Social Change* 67, 1–17, Elsevier Science Inc. New York, NY 10010
- Cohen, Raphael S., et al. 2020. *The Future of Warfare in 2030: Project Overview and Conclusions*, Published by the RAND Corporation, Santa Monica, Calif
- Douhet, G. 1998. *The Command of The Air. AF History and Program*
- Etzkowitz H. and Leydesdorff, L. 2000. "The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university– industry–government relations." *Journal Research Policy* 29
- Firmansyah. 2018, *Review Tentang Teknologi Radar Masa Depan ELSS Target Detection*, Seskoau-Lembang
- Foyer, A. 2017. *Introduction to Scenarios and Technology Forecasting*. Swedish Defence University
- Geis, John P., et al. 2009. *Blue Horizons II : Future Capabilities And Technologies For The Air Force In 2030 : Executive Summary*, Occasional Paper No. 65 Center for Strategy and Technology Air University Press Maxwell Air Force Base, Alabama 36112
- Jones, H. & Twiss, B.C. 1978. *Forecasting Technology for Planning Decisions*, 1st edition. The Macmillan Press, London
- Kementrian PPN/Bappenas. 2019. *Visi Indonesia 2045: Berdaulat, Maju, Adil dan Makmur*. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional RI
- Kemenristekdikti. 2017. *Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017-2045*. Kementerian Riset, Teknologi dan Perguruan Tinggi
- Lovreković, Zoran. 2021, "Can We Predict Trend In Technology?," *Journal of Process Management – New Technologies*, International Vol. 9, No 2, 2021.
- Silfverskiöld, S. 2017, *Military Utility, Technology Forecast and Disruptive Technologies Assesment Games (DTAG)*, Swedish Defence University