

**STRATEGI PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK
PENGEMBANGAN PERTAHANAN NASIONAL MENGGUNAKAN
MULTI CRITERIA DECISION MAKING: PEMBELAJARAN DARI
DEPARTEMEN PERTAHANAN AMERIKA SERIKAT**

***DECISION MAKING STRATEGY FOR NATIONAL DEFENSE
DEVELOPMENT USING MULTI CRITERIA DECISION MAKING: LESSONS
FROM THE UNITED STATES DEPARTMENT OF DEFENSE***

Rahmat Fadhil¹, M. Syamsul Maarif², Aryos Nivada³

¹Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Syiah Kuala (Unsyiah),

²Sekolah Bisnis Institut Pertanian Bogor (IPB),

³Program Studi Ilmu Politik, Universitas Syiah Kuala (Unsyiah)

rahmat.fadhil@unsyiah.ac.id¹

ABSTRAK

Tugas pertahanan nasional sesungguhnya merupakan tugas seluruh warga negara, bukan hanya bagi aparaturnya, terutama angkatan bersenjata, melainkan masyarakat sipil lainnya. Pemerintah Indonesia dan pemerintah lain di seluruh dunia menyediakan suatu kementerian yang menangani pertahanan. Melalui Kementerian Pertahanan inilah sejumlah kebijakan yang merupakan keputusan strategis diambil dengan melibatkan banyak pihak, terutama para pakar yang menguasai bidangnya masing-masing. Salah satu metode yang sering digunakan dalam pengambilan keputusan, termasuk di negara-negara maju seperti Amerika Serikat adalah *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Artikel ini bertujuan untuk mempelajari strategi pengambilan keputusan bagi pengembangan pertahanan nasional menggunakan MCDM sebagai sebuah pembelajaran dari Departemen Pertahanan di Amerika Serikat. Hasil analisis menunjukkan bahwa Kementerian Pertahanan Republik Indonesia sebagai kementerian yang secara spesifik mengelola sejumlah agenda kebijakan pertahanan, memerlukan penerapan MCDM dalam pengambilan keputusan-keputusan strategis. Melalui beragam metode yang telah berkembang saat ini diharapkan dapat digunakan dalam membantu, memudahkan, mempercepat, memperjelas, dan mempersingkat pengambilan keputusan tersebut. Pembelajaran dari Departemen Pertahanan Amerika Serikat (Dephan AS) dalam merumuskan berbagai analisis alternatif bagi implementasi program pengembangan pertahanan, baik militer maupun non-militer menjadi pelajaran berharga untuk dapat menjadi model bagi kebijakan pengembangan pertahanan di Indonesia.

Kata kunci: pengambilan keputusan, pertahanan, pakar, militer, MCDM.

ABSTRACT

The task of national defense is actually the duty of all citizens, not only for the state apparatus, especially the armed forces, but also the other civil society. Indonesian government as well as the other governments in the world provides a ministry that handles defense. Through the Ministry of Defense, a number of policies which are strategic decisions are taken by involving many parties, especially experts who master their respective fields. A method that is often used in decision making, including in the developed countries such as United States, is the Multi Criteria Decision Making (MCDM). This article aimed to study the decision-making strategies for the development of national defense using MCDM as a lesson from the Department of Defense in the United States. Results of the analysis showed that the Ministry of Defense of the Republic of Indonesia as a ministry that specifically manages a number of defense policy agendas, requires the implementation of MCDM in creating the strategic decisions. Through several developed methods varieties nowadays, it is expected to be used in helping, facilitating, accelerating, clarifying, and shortening the decision making. Lessons from the United States Department of Defense (Dephan-AS) in formulating various alternative analyses for the implementation of defense, both in military and non-military development programs, become a valuable lesson to be able to become a model for the defense development policy in Indonesia.

Keywords: defense, experts, military, decision making, MCDM.

PENDAHULUAN

Strategi adalah cara yang dilakukan dengan terencana dalam mencapai suatu tujuan yang bersifat incremental atau senantiasa meningkat dan berkesinambungan. Oleh karena itu, strategi dapat dimaknai sebagai sesuatu yang dimulai dari sesuatu yang memungkinkan terjadi kemudian. Jadi, hal itu bukan dimulai dari sesuatu yang terjadi. Adapun pengambilan keputusan merupakan suatu tindakan penentuan pilihan dari sejumlah alternatif pilihan-pilihan yang tersedia untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi berdasarkan berbagai pertimbangan tertentu. Pilihan ini adalah pilihan terbaik dari sejumlah pilihan yang memungkinkan untuk dilaksanakan setelah mempertimbangkan risiko, biaya, efektivitas, efisiensi, waktu, sumber daya (alam dan manusia), keberlanjutan, fleksibilitas, kebutuhan, manfaat, dan sebagainya. Oleh karena itu, pengambilan keputusan adalah tindakan sadar, matang, tidak secara kebetulan atau aktivitas yang tidak menentu. Berdasarkan hal tersebut, strategi pengambilan keputusan dapat dijelaskan sebagai sebuah aktivitas secara keseluruhan dalam pelaksanaan ide atau gagasan, perencanaan dan strategis dalam menentukan pilihan-pilihan yang akan diputuskan untuk suatu tujuan atau kepentingan tertentu.

Prinsip pengambilan keputusan ini sesungguhnya terbangun dari dua elemen strategis yang sangat penting diperhatikan. Pertama adalah orang yang mengerti permasalahan atau memiliki kewenangan sebagai penentu keputusan, dan kedua adalah metode pengambilan keputusan yang benar. Orang yang tepat, tetapi metode pengambilan keputusan yang salah, mengakibatkan ide-ide besar yang inovatif dan kreatif tereleminasi oleh ide-ide lainnya yang kurang inovatif. Bahkan, mungkin hal tersebut akan berakibat fatal dengan risiko yang cukup besar (Baumgartner, 2010). Begitu pula sebaliknya, jika metode pengambilan keputusan telah benar dilaksanakan, namun orang-orang yang dipercaya mengambil keputusan tidak mengerti permasalahan, maka akan mengakibatkan pilihan keputusan tidak tepat dan merugikan. Mengingat betapa kompleks dan tidak sederhananya pengambilan keputusan itu

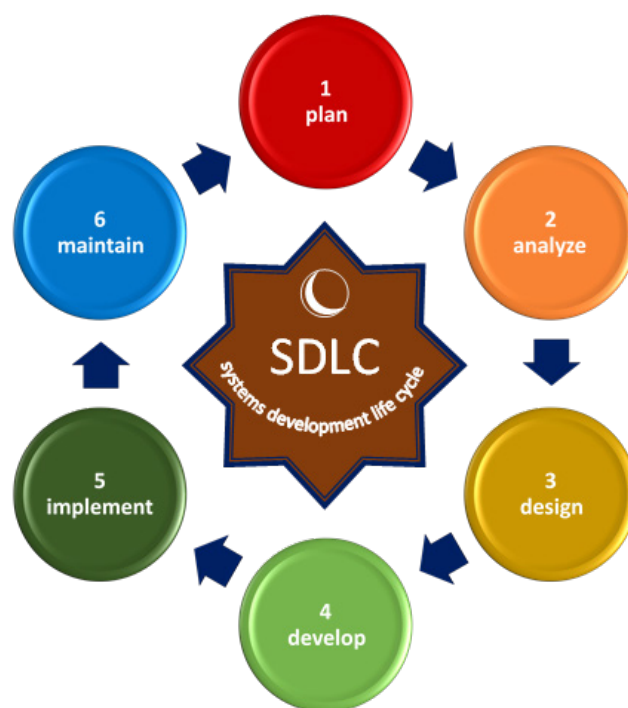
sehingga para ilmuwan telah mengembangkan berbagai cara pengambilan keputusan, baik kriteria orang-orang sebagai penentu keputusan maupun metode pengambilan keputusan yang efektif terus berkembang hingga saat ini.

PEMBAHASAN

Sistem Pakar

Salah satu pendekatan pengambilan keputusan adalah menggunakan pemikiran sistem, yaitu suatu pemikiran untuk menyelesaikan persoalan melalui tahapan identifikasi sejumlah kebutuhan sebagai bagian dari perencanaan sampai menghasilkan suatu operasi sistem. Kemudian, operasi sistem ini dipelihara dengan saksama sebagai sebuah hasil implementasi yang efektif (Marimin, 2017; Eriyatno, 2012). Pendekatan sistem saat ini telah berkembang sangat luas sehingga melahirkan suatu model yang dinamakan dengan Daur Hidup Pengembangan Sistem atau *System Development Life Cycle* (SDLC) (Gambar 1) (Fadhil et al., 2017a; Djatna, 2016; Moore, 2015; Wasson, 2015).

Pendekatan sistem menjadi sangat penting, mengingat permasalahan yang dihadapi dari waktu ke waktu hingga saat ini tidak dapat



Gambar 1 Daur Hidup Pengembangan Sistem
Sumber: Fadhil et al., 2017a

diselesaikan dengan cara-cara yang sederhana dan menggunakan metode yang konvensional, termasuk dengan pendekatan satu ilmu saja. Beragam masalah yang hadir di tengah dinamika masyarakat hari ini makin kompleks, dinamis, dan probabilistik sehingga interdependensinya semakin rumit (Marimin, 2017). Oleh karena itu, sangatlah diperlukan suatu integrasi beragam pengetahuan dan kompetensi para pengambil kebijakan untuk dapat menghasilkan keputusan dengan latar pengetahuan yang kuat berdasarkan fakta-fakta yang mendukung. Berdasarkan realita inilah kemudian ilmu Sistem Penunjang Keputusan (*Decision Support Systems*) terus berkembang dari awal tahun 1970-an sampai saat ini (Turban dan Aronson, 2001).

Sistem pakar adalah sebuah sistem memanfaatkan pengetahuan dari orang-orang yang dianggap memiliki kompetensi atau pengetahuan tertentu pada satu atau beberapa aspek yang sedang didesain, dikaji, dianalisis, disintesis, disimulasi, atau diformulasikan. Proses memanfaatkan pengetahuan ini kemudian dimaknai dalam dua hal utama, yaitu penyerapan pengetahuan dan akuisisi pengetahuan yang dimiliki oleh seorang pakar. Adapun identifikasi pakar tersebut adalah 1) orang yang memiliki keahlian melalui pendidikan formal pada suatu bidang yang dikaji, 2) orang yang berpengalaman pada bidang keahlian tertentu sesuai dengan tujuan kajian yang dilakukan, namun memiliki pendidikan formal pada suatu bidang yang berbeda, dan 3) orang yang merupakan praktisi dalam kehidupan sehari-hari (Marimin, 2017). Oleh karena itu, untuk memutuskan suatu masalah yang kompleks dengan merujuk dan mendapatkan masukan pendapat dari pakar yang beragam kompetensi akan semakin mudah, cepat, dan efektif keputusan yang dihasilkan.

Multi Criteria Decision Making

Multi Criteria Decision Making (MCDM) diartikan sebagai pengambilan keputusan multikriteria, suatu metode yang dapat digunakan sebagai sarana pengambilan keputusan berdasarkan pertimbangan beragam kriteria meliputi aspek kuantitatif dan aspek kualitatif. MCDM merupakan metode pengambilan

keputusan dalam menetapkan suatu alternatif terbaik berdasarkan beberapa alternatif dengan beberapa kriteria tertentu. Adapun kriteria dapat berupa bentuk, aturan, ukuran, atau standar yang dapat dipakai dalam pengambilan keputusan. Tujuan MCDM adalah untuk memilih suatu alternatif yang terbaik berdasarkan alternatif spesifik yang saling menguntungkan berdasarkan standar umum dalam berbagai atribut (kriteria) yang ditentukan dalam pengambilan keputusan (Chen, 2005). MCDM memiliki dua model dalam aplikasinya, yaitu *Multi Attribute Decision Making* (MADM) dan *Multi Objective Decision Making* (MODM) (Kahraman, 2008; Tseng dan Huang, 2011). Berdasarkan fungsinya tersebut, MADM digunakan untuk melakukan seleksi sejumlah alternatif terbaik, sedangkan MODM adalah merancang atau mendesain suatu alternatif terbaik.

Cara sederhana untuk memahami MCDM ini dapat dilihat pada Tabel 1. Pertimbangan atas kriteria sangat menentukan tingkat kepentingan dari kriteria tersebut menurut setiap orang yang akan memberikan keputusan. Kompleksitasnya tentu sangat tergantung dari kepentingan, kriteria dan indikator yang digunakan dalam penentuannya sehingga subjektivitas penilaian sangat dipengaruhi oleh pembuat keputusan.

Pengambilan keputusan selalu dipengaruhi oleh kriteria dan indikator. Kriteria merupakan suatu prinsip atau patokan dalam menilai sesuatu, sedangkan indikator adalah suatu variabel atau komponen untuk memperkirakan status kriteria tertentu. Dalam kasus pada Tabel 1, terlihat jelas bahwa kriteria yang dipertimbangkan adalah biaya dan manfaat bagi kesehatan, sedangkan indikatornya adalah variabel atau komponen yang digunakan untuk mempertimbangkan kriteria tersebut. Terdapat dua metode yang sederhana untuk memahami kasus tersebut dalam kaitan pengambilan keputusan multikriteria, yaitu penetapan tingkat kepentingan atau peringkat (*ranking*) dan penentuan nilai kepentingannya (*rating*). *Ranking* adalah nilai suatu peringkat untuk setiap elemen keputusan yang menunjukkan ukuran tingkat kepentingan relatif dari elemen tersebut terhadap keputusan yang akan ditentukan, biasanya disusun

berdasarkan peringkatnya, yaitu pertama, kedua dan seterusnya. Adapun *rating* adalah suatu penilaian tertentu, misalnya antara 0 sampai 10. Oleh karena itu, dapat dipahami bahwa andaikan suatu elemen memiliki nilai yang tinggi, secara otomatis elemen lain semestinya mendapatkan nilai lebih rendah (Mendoza et al., 1999).

TABEL I CONTOH SITUASI DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN

| | |
|--|---|
| Terdapat dua orang kehausan yang ingin memilih dua jenis minuman, antara minuman Cola atau Jus Jeruk | |
| Terdapat dua alternatif kriteria yang dapat dipilih dalam pengambilan keputusan tersebut yaitu biaya dan manfaat bagi kesehatan dari masing-masing minuman itu | |
| Orang pertama berpandangan bahwa dia khawatir karena uang yang mereka miliki hanya sedikit dan ingin membeli cola karena harganya lebih murah | Orang kedua berpinsip bahwa hidup sehat dan umur panjang sesuatu yang penting sehingga bersedia membayar jus jeruk yang lebih mahal. Namun, lebih menyehatkan |

Sumber: Mendoza et al. (1999)

Pedekatan MCDM merupakan salah satu pendekatan yang paling banyak digunakan dalam kebijakan pengambilan keputusan. Turskis and Zavadskas (2010) berpendapat bahwa berbagai metode MCDM saat ini banyak digunakan dalam penyelesaian permasalahan di bidang ilmiah, bisnis, dan pemerintahan. Menurut Fadhil et al. (2017b), untuk menyelesaikan berbagai permasalahan tersebut para ahli mencoba menemukan berbagai metode yang efektif dalam penentuan keputusan secara cepat, tepat, dan memenuhi harapan yang diinginkan. Karena pendapat pakar yang berlatar belakang pendidikan dan pengetahuan yang berbeda, akan melahirkan berbagai perspektif yang beragam. Di sinilah diperlukan suatu pendekatan perumusan keputusan dalam menentukan pilihan-pilihan yang mesti ditentukan.

MCDM telah berkembang sebagai bagian dari penelitian operasi (*operation research*), berkaitan dengan perancangan alat komputasi dan matematis untuk mendukung evaluasi subjektif dari suatu kriteria bagi pengambil keputusan (Zavadskas et al., 2014). Beberapa pendekatan MCDM yang saat ini telah berkembang antara lain adalah *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Aminbakhsh 2013; Saaty, 2013), *Data Envelopment Analysis* (DEA) (Lotfi et al., 2011), *Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) (Hwang dan Yoon, 1981; Fadhil et al., 2017c), *Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis* (MOORA) (Kalibatas dan Turskis, 2008), *Eckenrode* atau *Weighting Multiple Criteria* (WMC) (Fadhil et al., 2017c; Kao, 2010), *Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations* (PROMETHEE) (Kilic et al., 2013), *Multi Atribut Utility Theory* (MAUT) (Claudio et al., 2014), *Visekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje* (VIKOR) (Mardani et al., 2016), *Distanței Tehnice* (DISTEH) (Scarlat et al., 2011; Scarlat, 2005; Scarlat, 2000), *Weighted Product Model* (WPM) (Wang, 2011), *Analytic Network Process* (ANP) (Saaty, 2013; Aragonés-Beltrán et al., 2014), *Simple Additive Weighting* (SAW) (Jain dan Raj, 2013; Salehi dan Izadikhah, 2014), *Value Analysis* (VA) and *Value Engineering* (VE) (Miles, 2015), *Interpretive Structural Modeling* (ISM) (Poduval et al., 2015), *Bayesian Analysis* (BA) (Andraszewicz et al., 2015), *Elimination and Choice Expressing Reality* (ELECTRE) (Putra et al., 2015), dan lainnya.

Untuk mempelajari berbagai metode MCDM ini dapat ditelaah lebih lanjut pada artikel yang ditulis oleh Mardani et al. (2015) dan Georgiadis et al. (2012). Mardani telah membuat review sebanyak 393 artikel tentang MCDM dan menemukan bahwa metode AHP adalah metode yang sangat populer digunakan di dunia saat ini, baik sebagai peralatan (*tools*) individual maupun diintegrasikan dengan metode yang lain. Adapun jurnal yang paling dominan memuat kajian tentang MCDM saat ini secara signifikan adalah *European*

Journal of Operational Research, sedangkan kajian yang paling banyak menggunakan pendekatan dan teknik MCDM adalah bidang energi, lingkungan dan kajian keberlanjutan (*sustainability*). Sementara Georgiadis et al. (2012) telah mengidentifikasi berbagai model MCDM yang berlaku saat ini yang digunakan dalam analisis keputusan, kemudian mengaplikasikannya dalam pengambilan keputusan bagi pengembangan teknologi yang memungkinkan di Departemen Pertahanan Amerika Serikat (lebih lanjut akan dibahas pada bagian terakhir tulisan ini). Lebih dari 45 metode dianalisis untuk menemukan metode yang paling tepat pada setiap permasalahan pengambilan keputusan. Akan tetapi, perlu disadari bahwa setiap metode memiliki filosofinya tersendiri, termasuk kelemahan dan keunggulannya, serta tidaklah serta-merta bisa dikatakan bahwa satu metode lebih benar dibandingkan metode lainnya (Tamiz et al., 1998). Beberapa peneliti tidak jarang menggabungkan beberapa metode untuk menyelesaikan permasalahan dalam pengambilan keputusan (Tanadtang dan Park, 2003; Afshari et al., 2010; Georgiadis et al., 2012; Fadhil et al., 2017b).

Pengembangan Pertahanan Nasional

Buku Putih Pertahanan Indonesia tahun 2015 (Kemenhan RI, 2015) menyebutkan bahwa pertahanan negara kita disusun dalam suatu rumusan sistem pertahanan semesta untuk mencapai tujuan nasional. Pertahanan semesta ini, pada hakikatnya adalah suatu pertahanan yang melibatkan seluruh warga negara Indonesia menurut peran dan fungsinya, sesuai dengan amanat Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia 1945. Kegiatan ini diaplikasikan dalam bentuk program bela negara berdasarkan kecintaan terhadap tanah air.

Untuk memastikan pertahanan nasional kita, pemerintah telah merumuskan sejumlah agenda, meliputi kajian perkembangan lingkungan strategis, esensi pertahanan negara, kebijakan, strategi, dan pembinaan kemampuan pertahanan negara, industri pertahanan, kerja sama internasional di bidang pertahanan, bela negara, postur pertahanan negara, pembangunan

pertahanan negara, dan anggaran pertahanan negara (Kemenhan RI, 2015)

Program ini direalisasi dengan sejumlah anggaran yang tidak sedikit. Menurut Global Firepower (2017) melaporkan bahwa Indonesia menghabiskan anggaran sebesar US\$ 6,9 miliar dengan peringkat kekuatan militer urutan ke-14 di dunia. Posisi ini merupakan akumulasi pemeringkatan kekuatan keseluruhan yang dimiliki Indonesia, meliputi 876,000 prajurit aktif, 468 tank, 420 pesawat tempur, 2 kapal selam, dan sebagainya (Gambar 2). Pada Gambar 3 juga menunjukkan perbandingan postur anggaran pertahanan berbagai negara maju di dunia saat ini. Perbandingan postur itu menunjukkan bahwa Amerika Serikat menempati urutan pertama dengan anggaran pertahanan terbesar di dunia, diikuti oleh Rusia, China, India, Perancis, Inggris dan Jepang.

Untuk kawasan Asia Tenggara, Indonesia menduduki peringkat pertama dengan *power index* 0,3347, disusul Vietnam, dan Thailand diperingkat kedua dan ketiga (Gambar 3). Mengingat besarnya anggaran pertahanan ini karena menyangkut keamanan nasional, maka setiap keputusan-keputusan yang akan dilakukan untuk pengembangan pertahanan nasional memerlukan ketelitian, kepastian, kehati-hatian, dan relevansi *output* (hasil) maupun *outcome* (dampak) yang berdayaguna. Oleh karena itu, pilihan orang yang tepat (pakar) dan menggunakan metode pengambilan keputusan yang tepat, tentu harapannya untuk menghasilkan keputusan yang tepat pula terhadap masalah-masalah yang dihadapi.

Pengambilan Keputusan Pada Departemen Pertahanan di Amerika Serikat

Salah satu contoh yang dapat dipelajari dalam aplikasi pengambilan keputusan untuk pengembangan pertahanan di Amerika Serikat menggunakan MCDM adalah pada analisis alternatif (*analysis of alternatives/AoA*) untuk memilih pengembangan teknologi yang memungkinkan. Undang-undang Amerika Serikat (*US Law under Title 10, US Code*) dan Instruksi Departemen Pertahanan Amerika Serikat (Dephan-AS) 5000.02 mensyaratkan


| THE 25 MOST POWERFUL MILITARIES IN THE WORLD | | | | | | | |
|--|-----------------|-------------------|-------------------|--------|----------|-------------------|------------|
| COUNTRY | OVERALL RANKING | ACTIVE PERSONNEL* | BUDGET (BILLIONS) | TANKS | AIRCRAFT | AIRCRAFT CARRIERS | SUBMARINES |
| United States | 1 | 2,500,000 | \$581.0 | 8,848 | 13,444 | 19 | 75 |
| Russia | 2 | 4,017,110 | \$46.6 | 15,398 | 3,547 | 1 | 60 |
| China | 3 | 4,635,000 | \$155.6 | 9,150 | 2,942 | 1 | 68 |
| India | 4 | 3,468,000 | \$40.0 | 6,464 | 2,086 | 2 | 14 |
| France | 5 | 400,770 | \$35.0 | 423 | 1,282 | 4 | 10 |
| United Kingdom | 6 | 332,000 | \$55.0 | 407 | 879 | 1 | 10 |
| Japan | 7 | 307,900 | \$40.3 | 678 | 1,590 | 3 | 17 |
| Turkey | 8 | 596,130 | \$18.2 | 3,778 | 1,007 | 0 | 13 |
| Germany | 9 | 325,000 | \$36.3 | 408 | 676 | 0 | 5 |
| Italy | 10 | 362,000 | \$34.0 | 586 | 785 | 2 | 6 |
| South Korea | 11 | 3,525,000 | \$33.2 | 2,381 | 1,451 | 1 | 15 |
| Egypt | 12 | 1,270,000 | \$4.4 | 4,624 | 1,133 | 0 | 8 |
| Pakistan | 13 | 1,135,000 | \$7.0 | 2,924 | 923 | 0 | 5 |
| Indonesia | 14 | 876,000 | \$6.9 | 468 | 420 | 0 | 2 |
| Brazil | 15 | 2,130,000 | \$31.9 | 486 | 735 | 1 | 5 |
| Israel | 16 | 790,000 | \$15.6 | 4,170 | 681 | 0 | 6 |
| Vietnam | 17 | 5,455,000 | \$3.36 | 1,470 | 289 | 0 | 5 |
| Poland | 18 | 635,000 | \$9.36 | 1,009 | 461 | 0 | 5 |
| Taiwan | 19 | 1,975,000 | \$10.7 | 2,005 | 815 | 0 | 4 |
| Thailand | 20 | 55,000 | \$5.4 | 722 | 551 | 1 | 0 |
| Iran | 21 | 2,345,000 | \$6.3 | 1,658 | 479 | 0 | 33 |
| Canada | 22 | 146,000 | \$14.7 | 181 | 426 | 0 | 4 |
| Australia | 23 | 104,240 | \$26.1 | 59 | 417 | 2 | 6 |
| Saudi Arabia | 24 | 260,000 | \$56.7 | 1,210 | 722 | 0 | 0 |
| North Korea | 25 | 5,200,000 | \$7.5 | 4,200 | 944 | 0 | 70 |

* Includes active frontline and active reserve personnel

SOURCE: Global Firepower, The Center for Arms Control and Non-Proliferation

BUSINESS INSIDER

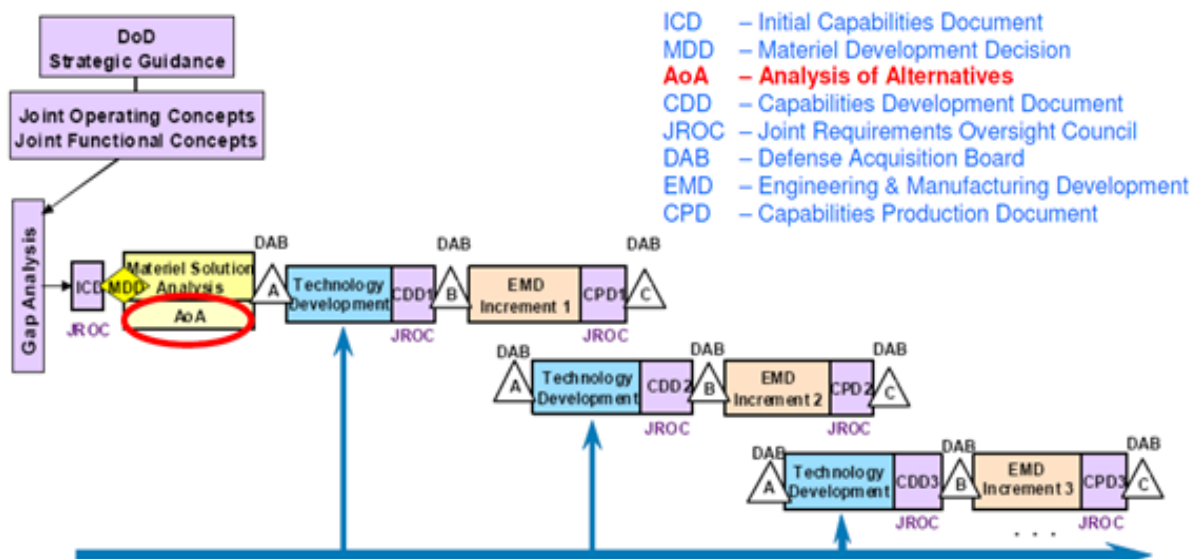
Gambar 2 Peringkat kekuatan militer di dunia (Sumber: Global Firepower, 2017)

| | |
|---|---|
| 1 |  Indonesia PwrIdx: 0.3347, GFP Affiliations: Apacific; Southeast; Asia |
| 2 |  Vietnam PwrIdx: 0.3587, GFP Affiliations: Apacific; Southeast; Asia |
| 3 |  Thailand PwrIdx: 0.3892, GFP Affiliations: Apacific; Southeast; Asia |
| 4 |  Myanmar PwrIdx: 0.5991, GFP Affiliations: Apacific; Southeast; Asia |
| 5 |  Malaysia PwrIdx: 0.6423, GFP Affiliations: Apacific; Southeast; Asia |
| 6 |  Philippines PwrIdx: 0.8367, GFP Affiliations: Apacific; Southeast; Asia |
| 7 |  Singapore PwrIdx: 1.0171, GFP Affiliations: Apacific; Southeast; Asia |
| 8 |  Cambodia PwrIdx: 1.8404, GFP Affiliations: Apacific; Southeast; Asia |
| 9 |  Laos PwrIdx: 3.0608, GFP Affiliations: Apacific; Southeast; Asia |

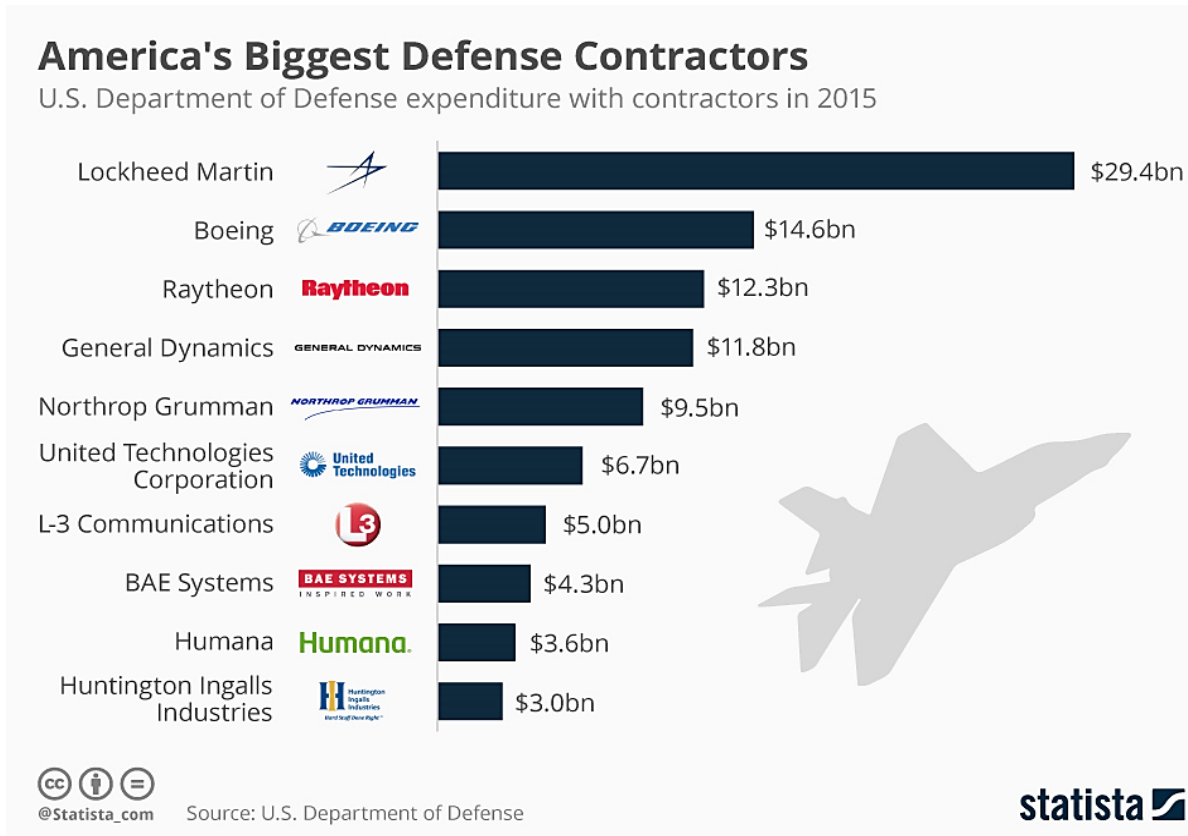
Gambar 3 Peringkat kekuatan militer di wilayah Asia Tenggara
(Sumber: Global Firepower, 2017)

bahwa program militer mengharuskan adanya analisis alternatif terhadap perencanaan awal suatu program untuk menentukan dan membandingkan suatu solusi keputusan yang efektif (Dephan-AS, 2008). Hal ini termasuk efektivitas operasional, biaya, jadwal, konsep operasi, kematangan teknologi, kelayakan manufaktur, kebutuhan demonstrasi (uji coba) dan risiko secara keseluruhan. Analisis alternatif ini harus diselesaikan oleh penyedia layanan (kontraktor) sebelum dinvestasikannya sumber daya yang mahal untuk satu proyek tertentu melalui suatu keputusan penting (Gambar 4). Para penyedia layanan, biasanya akan sangat mempertimbangkan analisis alternatif ini sehingga wajar saja anggaran yang dihabiskanpun tidak sedikit (Gambar 5).

Tahun 2009, Kantor Akuntabilitas Pemerintah AS (*U.S. Government Accountability Office*), menyatakan bahwa “Banyak Analisis Alternatif (AoA) belum memberikan penilaian yang kuat terhadap sistem pemilihan persenjataan” ini terjadi dalam banyak kasus. Dephan-AS sering memulai suatu program tanpa mempertimbangkan kesesuaian antara persyaratan dan sumber daya yang dibutuhkan untuk mencapainya. Artinya, program memasuki



Gambar 4 Aliran Proses Kebutuhan dan Akuisisi
(Sumber: Dephan-AS, 2008; Georgiadis et al., 2012)



Gambar 5 Belanja Pertahanan berdasarkan kontraktor di Amerika
(Sumber: Statista, 2015)

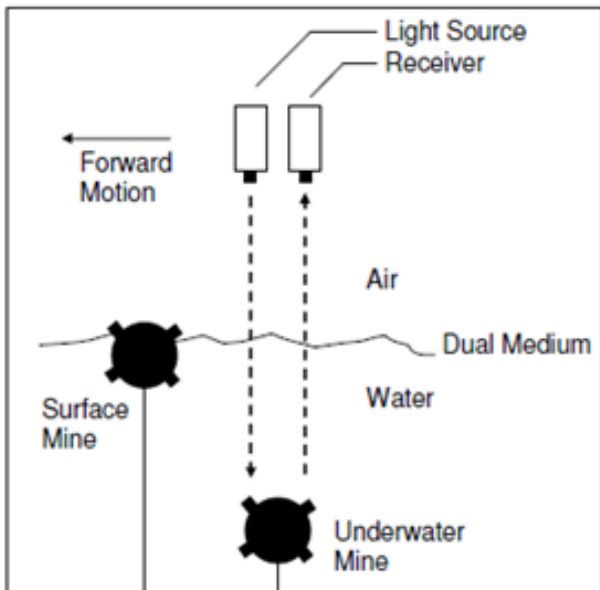
proses akuisisi dengan persyaratan yang tidak sepenuhnya dipahami, perkiraan biaya dan jadwal yang didasarkan pada asumsi optimis, dan kurangnya pengetahuan tentang teknologi, desain, dan manufaktur yang memadai (U.S. Government Accountability Office, 2009). Menurut beberapa pejabat Dephan-AS, AoA sering hanya memvalidasi sebuah konsep yang dipilih oleh sponsor dan tidak digunakan seperti yang dimaksudkan untuk melakukan *trade off* antara kinerja, biaya, dan risiko untuk mencapai konsep sistem persenjataan optimal yang memenuhi kebutuhan 'warfighter' dalam batasan sumber daya yang ada (U.S. Government Accountability Office 2009).

Sebuah penelitian penting telah dilakukan oleh Georgiadis (2013) di *Faculty of the School of Engineering and Applied Science of the George Washington University* melalui risetnya berjudul 'Penggunaan *Multi Criteria Decision Making* dalam analisis alternatif untuk memilih teknologi yang memungkinkan' di Dephan-AS.

Georgiadis dan timnya telah meneliti jenis-jenis metode MCDM yang telah dipakai dalam menyelesaikan berbagai masalah di dunia saat ini. Beberapa kajian menarik dilaporkan oleh Georgiadis (2013), yang menyebutkan bahwa pada awalnya *US Air Force* tidak merekomendasikan penggunaan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) atau metode serupa yang menerapkan skema pembobotan sebagai bagian dari analisis. AHP menambah kompleksitas hasil studi, sulit dipahami dan sulit untuk menjelaskan kepada para pembuat keputusan dan disarankan untuk menggunakan metodologi sederhana mungkin yang efektif untuk mengevaluasi secara akurat. Pernyataan tersebut dibantah oleh penelitian Georgiadis dan timnya, mereka menyimpulkan bahwa AHP dan metode MCDM pada umumnya, telah berhasil diaplikasikan dalam berbagai penelitian. Jelas tidak ada kekurangan metode MCDM untuk analisis alternatif keputusan sebagaimana penelitian mereka yang memberikan contoh

studi kasus pada analisis alternatif untuk pemilihan teknologi yang memungkinkan di Dephan-AS. Metode MCDM terus digunakan oleh para pengambil keputusan karena lebih baik untuk mengambil keputusan berdasarkan beberapa analisis rasional daripada ambiguitas atau menggunakan intuisi saja.

Salah satu kontribusi penelitian Georgiadis adalah dalam pengambilan keputusan bagi Dephan-AS dan komunitas yang meminati *Ligth Detection and Ranging* (LIDAR). LIDAR digunakan untuk dua medium (udara dan air) dalam mendeteksi ranjau bawah air dari udara (Gambar 6). LIDAR menggunakan sensor jarak jauh dengan sumber dan penerima cahaya

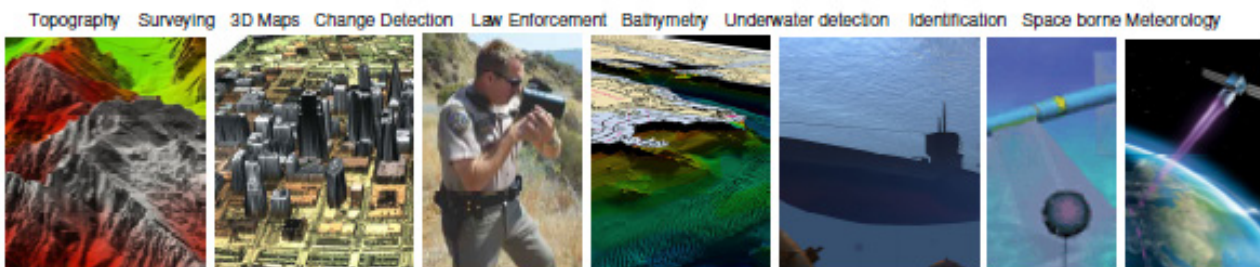


Gambar 6 Deteksi Ranjau di permukaan dan bawah air dari udara (Sumber: Georgiadis et al., 2012)

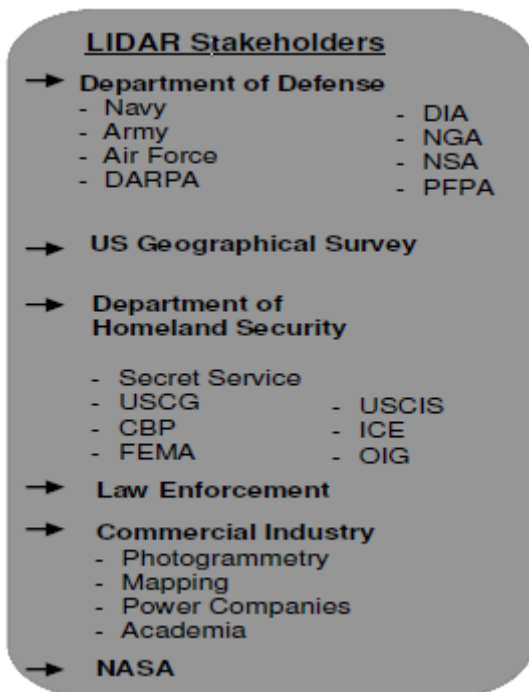
optik untuk menemukan berbagai informasi dari target yang jauh dan sering disebut sebagai “LADAR atau *Laser Altimetri*” (Schmid et al., 2008). LIDAR memiliki aplikasi di bidang seismologi, arkeologi, geologi, kehutanan, geomatika, pemetaan, geografi, fisika atmosfer, geomorfologi, penegakan hukum, manajemen aliran tenaga listrik, topografi, batimetri, penginderaan jauh, pencitraan bawah laut, sistem pertahanan, dan kini pegolf serta pemburu secara umum menggunakan LIDAR untuk tujuannya (Gambar 7).

Dephan-AS telah menggunakan LIDAR untuk banyak aplikasi militer dalam 10 tahun terakhir dan di Amerika sendiri sejumlah lembaga dan organisasi juga menggunakan teknologi ini untuk berbagai kepentingannya (Gambar 8). Beberapa aplikasi di Dephan-AS dan lainnya adalah seperti pada Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11.

Penelitian Georgiadis ini bertujuan untuk mengetengahkan contoh penggunaan model MCDM yang berhasil menggabungkan penilaian ahli dengan data kuantitatif untuk mendukung pemilihan teknologi yang memungkinkan. Sebelum proses pengambilan keputusan dimulai, ruang lingkup masalah keputusan harus benar-benar ditentukan. Tujuan desain yang relevan (atribut atau kriteria) harus dapat diukur dengan hasil kuantitatif atau kualitas tertentu, dan desainer harus menggunakan pengetahuan dan keahlian mereka untuk menghasilkan solusi yang tepat (alternatif) pada sistem yang relevan (Hopfe, 2009).



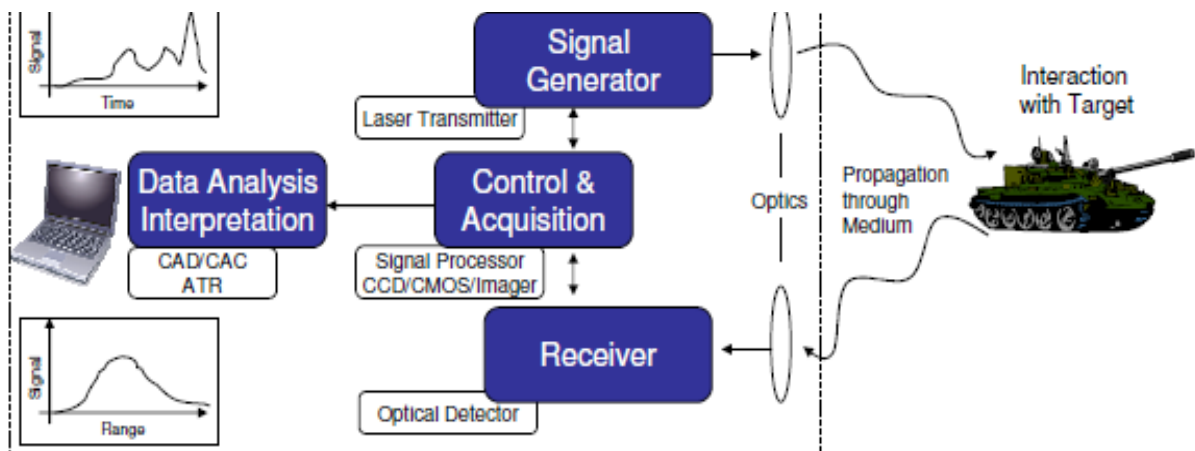
Gambar 7 Ilustrasi aplikasi LIDAR pada berbagai bidang Sumber: Georgiadis, 2013



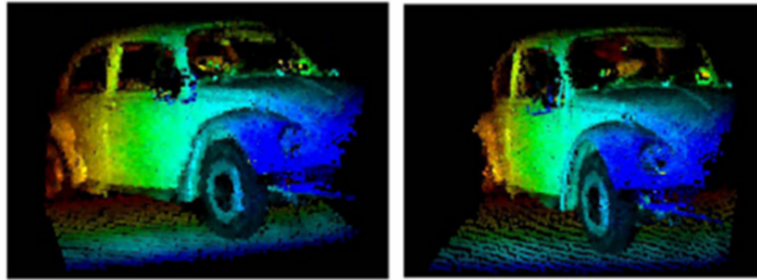
Gambar 8 Pengguna LIDAR di Amerika (Sumber: Georgiadis, 2013)

Pendapat pakar dikumpulkan untuk mendapatkan kriteria penilaian pada berbagai penerima optik dan kriteria bobot melalui pendekatan MCDM dalam menentukan *receiver* (unit penerima) yang direkomendasikan sebagai

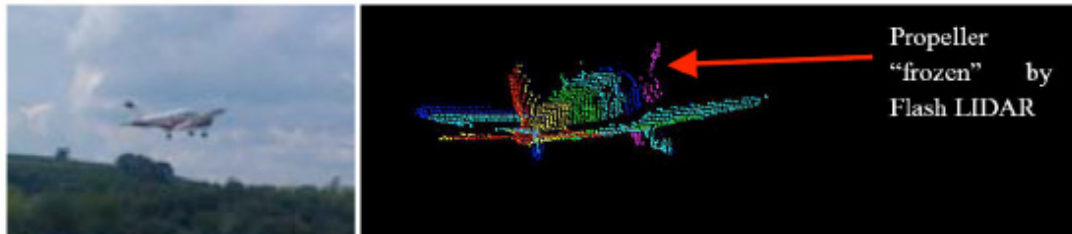
teknologi yang memungkinkan untuk media ganda (udara dan air) pada sistem LIDAR. Sebanyak 34 ahli rekayasa optik (*optical engineering experts*) dipilih sebagai partisipan (pakar) yang memberikan penilaian. Setiap partisipan dipilih dari suatu organisasi yang terlibat dalam pengembangan optik elektro dan akuisisinya dengan persyaratan minimum setidaknya memiliki pengalaman selama tiga tahun di bidang optik elektro. Semua informasi pribadi partisipan dirahasiakan dan tingkat pertanyaan yang diajukan dalam penilaian tidak menimbulkan risiko apapun kepada partisipan. Setiap pertanyaan untuk menilai kriteria dalam matriks keputusan harus dipahami sebagai kriteria manfaat (lebih tinggi lebih baik) atau sebagai kriteria biaya (lebih rendah lebih baik) karena konversi masing-masing harus diperhitungkan dalam model yang dibangun. Partisipan yang dipilih memiliki gelar ilmiah profesional yaitu 30% doktoral (PhD), 45% magister (MS), dan 25% sarjana (BS). Sekitar 45% bekerja pada perusahaan-perusahaan dengan karyawan sekitar 500 orang dan ukuran organisasi berkisar antara 10 sampai 120.000 karyawan. Data demografi partisipan ini menunjukkan tingkat partisipan yang beragam.



Gambar 9 Konfigurasi Bi-Static RADAR/LIDAR (Sumber: Georgiadis, 2013)



Gambar 10 Operasi Kamera Flash LIDAR 3 D
(Sumber: Stettner et al., 2006)



Gambar 11 Aircraft 3D Image Menggunakan Kamera 3D
(Sumber: Chen dan Stettner, 2011)

TABEL II MATRIK KEPUTUSAN

| Kriteria (X _j) | Indeks Risiko | Biaya (\$K) | Keterbatasan Resolusi (inch) | SNR (dB)/ Sensitivitas | Tingkat Kesiapan Teknologi | Jangkauan Dinamik (bit) | Efisiensi Quantum | Reliabilitas |
|---------------------------------|------------------|----------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------|
| Alternatif (A _i) | | | | | | | | |
| PMT | 2 | 252.75 | 11 | 39 | 8 | 11 | 4 | 0.70 |
| Streak Tube | 1 | 343.75 | 6 | 37 | 8 | 13 | 4 | 0.54 |
| Geiger Mode APD | 4 | 705.00 | 8 | 53 | 5 | 12 | 6 | 0.65 |
| Gated LIDAR | 3 | 465.00 | 10 | 44 | 7 | 12 | 4 | 0.64 |
| 3D Camera | 4 | 717.50 | 11 | 44 | 5 | 13 | 5 | 0.62 |
| Multi Spec | 2 | 523.75 | 13 | 24 | 7 | 14 | 4 | 0.73 |
| Weight (W _i) | 0.100 | 0.074 | 0.117 | 0.158 | 0.170 | 0.167 | 0.090 | 0.127 |

(Sumber: Georgiadis et al., 2012)

TABEL III RANKING ALTERNATIF DENGAN METODE TOPSIS, SAW DAN WPM

| Jenis Penerima | Kedekatan Relatif TOPSIS | Ranking TOPSIS | Nilai SAW | Ranking SAW | Nilai WPM | Ranking WPM |
|-----------------|-----------------------------|-------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| PMT | C1 | 0.605 | 2 | 0.814 | 2 | 1.961 |
| Streak Tube | C2 | 0.668 | 1 | 0.862 | 1 | 2.084 |
| Geiger Mode APD | C3 | 0.489 | 4 | 0.756 | 3 | 1.750 |
| Gated LIDAR | C4 | 0.542 | 3 | 0.750 | 4 | 1.808 |
| 3D Camera | C5 | 0.360 | 6 | 0.698 | 6 | 1.619 |
| Multi Spec | C6 | 0.412 | 5 | 0.725 | 5 | 1.689 |

(Sumber: Georgiadis et al., 2012)

Metode MCDM yang dipilih adalah TOPSIS dan membandingkannya dengan metode SAW dan WPM. Alternatif yang dipilih adalah *photo multiplier tube* (PMT), *streak tube*, *geiger mode avalanche photo diode* (APD), *gated LIDAR*, *3D camera*, dan *multispectral image*, sedangkan kriteria penilaiannya adalah indeks risiko (*risk index*), biaya (*cost*), keterbatasan resolusi (*limiting resolution*), sensitivitas (*sensitivity*), tingkat kesiapan teknologi (*technology readiness level*), jangkauan dinamik (*dynamic range*), efisiensi quantum (*quantum efficiency*) dan reliabilitas (*reliability*) (Tabel 2). Setelah dianalisis, kemudian diperoleh hasil seperti pada Tabel 3, yaitu mengidentifikasi urutan peringkat alternatif dengan *streak tube receiver* sebagai alternatif pertama dan *3D camera* yang terakhir. Output dari model ini dapat membantu para pengambil keputusan dalam membuat keputusannya secara pasti dan jelas.

Berdasarkan kajian ini terlihat bahwa pendekatan MCDM melalui beberapa metode yang diujikan seperti TOPSIS, SAW dan WPM mampu memberikan penentuan alternatif dan penilaian pakar secara subjektif dengan memperhitungkan peringkat urutan preferensinya. Pengambil keputusan dalam kasus ini, akan disarankan untuk memilih salah satu dari peringkat teknologi yang memungkinkan untuk dikembangkan atau diaplikasikan lebih lanjut.

SIMPULAN

Mengingat tugas pertahanan nasional sesungguhnya adalah tugas seluruh warga negara dan bukan hanya bagi aparaturnya saja, khususnya angkatan bersenjata, maka partisipasi warga negara merupakan peran yang strategis. Kementerian Pertahanan Republik Indonesia sebagai kementerian yang secara spesifik mengelola sejumlah agenda kebijakan pertahanan, memerlukan keputusan strategis yang diambil melalui suatu mekanisme tertentu yang melibatkan banyak pihak, terutama para pakar yang menguasai bidangnya masing-masing. Pendekatan *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) dengan beragam metode

yang telah berkembang saat ini dapat digunakan dalam membantu memudahkan, mempercepat, memperjelas, dan mempersingkat pengambilan keputusan. Pembelajaran dari Departemen Pertahanan Amerika Serikat (Dephan-AS) dalam merumuskan berbagai analisis alternatif bagi implementasi program pengembangan pertahanan, baik militer maupun nonmiliter menjadi pelajaran berharga untuk dapat menjadi model bagi kebijakan pengembangan pertahanan semesta di negara kita, Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Afshari, A., Mojahed, M., Yusuff, R.M. (2010). Simple Additive Weighting Approach to Personnel Selection Problem. *International Journal of Innovation Management and Technology* 1 (5): 511-514.
- Aminbakhsh, S., Gunduz, M., Sonmez, R. (2013). Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and budgeting of construction projects. *Journal of Safety Research* 46: 99-105.
- Andraszewicz, S., Scheibehenne, B., Rieskamp, J., Grasman, R., Verhagen, J., Wagenmakers, E-J. (2015). An Introduction to bayesian hypothesis testing for management research. *Journal of Management* 41 (2): 521-543.
- Aragones-Beltran, P., Chaparro-González, F., Pastor-Ferrandoc, J-P., Pla-Rubioc, A. (2014). An AHP (Analytic Hierarchy Process)/ANP (Analytic Network Process)-based multi-criteria decision approach for the selection of solar-thermal power plant investment projects. *Energy* 66 (1): 222-238.
- Baumgartner, J. (2010). *The Way of the Innovation Master*. JPB, Bwiti bvba. Erps-Kwerps, Belgium.
- Chen, C.I., dan Stettner, R. (2011). Drogue Tracking Using 3D Flash LIDAR for Autonomous Aerial Refueling, Retrieved November 23, 2017, from <http://www.advancedscientificconcepts.com/technology/documents/DrogueTrackingUsing3DFlashLIDARforAutonomousAerialRefueling.pdf>

- Chen, Z. (2005). Consensus in Group Decision Making Under Linguistic Assessments. Dissertation, Kansas State University, Manhattan Kansas
- Claudio, D., Kremer, G.E.O., Bravo-Llerena, W., Freivalds, A. (2014). A dynamic multi-attribute utility theory-based decision support system for patient prioritization in the emergency department. *IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering* 4 (1): 1–15.
- Dephan-AS [Departemen Pertahanan Amerika Serikat]. (2008). Department of Defense Instruction, Operation of the Defense Acquisition System, USD (AT&L), DoDI 5000.02, U.S. Department of Defense, Washington DC.
- Djatna, T. (2016). *Analisis dan Desain Sistem Produksi Agroindustri*. Program Pasca Sarjana, Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Eriyatno. (2012). *Ilmu Sistem: Meningkatkan Mutu dan Efektifitas Manajemen*. Surabaya Penrbit Guna Widya.
- Fadhil, R., Djatna, T., Maarif, M.S. (2017a). Analysis and Design of a Human Resources Performance Measurement System for the Nutmeg Oil Agro-industry in Aceh. *Journal Regional and City Planning* 28 (2): 99-110.
- Fadhil R, Maarif MS, Bantacut T, Hermawan A. 2017b. Perbandingan Teknik Pengambilan Keputusan Multi-Kriteria antara Metode Eckenrode dengan Metode Fuzzy-Eckenrode pada Kinerja Agroindustri. *Jurnal Manajemen & Agribisnis* 14 (2): 109-117.
- Fadhil, R., Maarif, M.S., Bantacut, T., Hermawan, A. (2017c). Sistem Penunjang Keputusan Multi Kriteria Untuk Pengembangan Agroindustri Kopi Gayo Menggunakan Pendekatan Fuzzy-Eckenrode dan Fuzzy-Topsis. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 27 (1): 103-113.
- Georgiadis, D.R. (2013). Using Multi Criteria Decision Making in Analysis of Alternatives for Selection of Enabling Technology. [Dissertation]. Faculty of the School of Engineering and Applied Science of the George Washington University.
- Georgiadis, D.R., Mazzuchi, T.A., Sarkani, S. (2012). Using multi criteria decision making in analysis of alternatives for selection of enabling technology. *Systems Engineering* 16 (3): 287-303.
- Global Firepower. (2017). 2017 Military Strength Ranking: The complete Global Firepower list for 2017 puts the military powers of the world into full perspective. <https://www.globalfirepower.com/countries-listing.asp>. Retrieved November 15, 2017.
- Hopfe, C.J. (2009). Uncertainty and Sensitivity Analysis in Building Performance Simulation for Decision Support and Design Optimization, Issue 133, from <http://alexandria.tue.nl/extra2/200911580.pdf>.
- Hwang, C.L., dan Yoon, K. (1981). Multiple Attribute Decision Making – Methods and Applications, Verlag, Berlin, Springer.
- Jain, V., dan Raj, T. (2013). Evaluation of flexibility in FMS using SAW and WPM. *Decision Science Letters* 2 (4): 223–230.
- Kahraman, C. (2008). Multi-Criteria Decision Making Methods and Fuzzy Sets. Fuzzy Multi-Criteria Decision Making, Theory and applications with recent Development. Springer.
- Kalibatas, D., dan Turskis, K. (2008). Multi criteria evaluation of inner climate by using MOORA method. *Inform Technol Control* 37 (1): 79–83.
- Kao, C. (2010). Weight determination for consistently ranking alternatives in multiple criteria decision analysis. *Applied Mathematical Modelling* 34 (7): 1779–1787.
- Kemenhan RI. (2015). *Buku Putih Pertahanan Indonesia 2015*. Kementerian Pertahanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Kilic, H.S., Zaim, S., Delen, D. (2015). Selecting “The Best” ERP system for SMEs using a combination of ANP and PROMETHEE methods. *Expert Systems with Applications* 42 (5): 2343-2352.
- Lofti, F.H., Fallahnejad, R., Navidi, N. (2011). Ranking efficient units in DEA by using

- TOPSIS method. *Appl Math Sci* 5 (17): 805–815.
- Mardani, A., Jusoh, A., Nor, K.M.D., Khalifah, Z., Zakwan, N., Valipour, A. (2015). Multiple criteria decision-making techniques and their application – a review of the literature from 2000–2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja* 28 (1): 516–571.
- Mardani, A., Zavadskas, E.K., Govindan, K., Senin, A.A., Jusoh, A. (2016). VIKOR technique: a systematic review of the state of the art literature on methodologies and applications. *Sustainability* 8 (1): 1–38
- Marimin. (2017). *Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan dan Sistem Pakar*. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Mendoza, G.A., Macoun, P., Prabhu, R., Sukadri, D., Purnomo, H., Hartanto, H. (1999). Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators. Jakarta: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Miles, L.D. (2015). Techniques of Value Analysis and Engineering. 3rd Edition. Portland: Lawrence D. Miles Value Foundation.
- Moore, N. (2015). Systems Development Life Cycle (SDLC). Systems Development Life Cycle Cheat Sheet. <https://www.cheatography.com/nataliemoore/cheat-sheets/systems-development-life-cycle/>
- Poduval, P.S., Pramod, V.R., Jagathy-Raj, V.P. (2015). Interpretive Structural Modeling (ISM) and its application in analyzing factors inhibiting implementation of Total Productive Maintenance (TPM). *International Journal of Quality & Reliability Management* 32 (3): 308–331.
- Putra, A.A., Andreswari, D., Susilo, B. (2015). Sistem pendukung keputusan untuk penerima bantuan pinjaman samisake dengan metode electre (studi kasus: LKM Kelurahan Lingkar Timur Kota Bengkulu). *Jurnal Rekursif* 3 (1): 1–11.
- Saaty, T.L. (2013). The modern science of multicriteria decision making and its practical applications: The AHP/ANP approach. *Operations Research* 61 (5): 1101–1118.
- Salehi, A., dan Izadikhah, M. (2014). A novel method to extend SAW for decision-making problems with interval data. *Decision Science Letters* 3 (2): 225–236.
- Scarlat, C., Alexe, C., Carlat, E.I. (2011). Assessing The Firm’s Innovation Potential: A Romanian Case Study. *Management and Production Engineering Review* 2 (4): 57–65.
- Scarlat, C. (2000). Metoda distanței tehnice (Technical Distance Method). Chapter 19, in *Sisteme, metode și tehnici manageriale ale organizației (Systems, methods, and techniques for organization management*, Coord.: O. Nicolescu, 369–378. București: Editura Economică.
- Scarlat, C. (2005). The DISTEH Multicriteria Decision Making Model. Proceedings of the Sixth International Conference on Operations & Quantitative Management (ICOQM-6): “Intelligent Decision Making: Emerging Strategy for Global Winners”, August 9–11, 2005. Indore: Indian Institute of Management.
- Schmid, K., Waters, K., Dingerson, L., Hadley, B., Mataosky, R., Carter, J., Dare, J. (2008). LIDAR 101: An Introduction to LIDAR Technology, Data, and Applications, Charleston, SC: NOAA Coastal Services Center.
- Statista. (2015). America’s Biggest Defense Contractors. The Statistics Portal. <https://www.statista.com/chart/4929/americas-biggest-defense-contractors/>.
- Stettner, R., Bailey, H., Silverman, S. (2006). Large Format Time-of-Flight Focal Plane Detector Development, Advanced Scientific Concepts, Inc.(ASC), Retrieved November 22, 2012, from <http://www.advancedscientificconcepts.com/technology/documents/Eye-safe-paper05-1.pdf>
- Tamiz, M., Jones, D., Romero, C. (1998). Goal Programming for Decision Making: An Overview of the Current State-of-the-Art. *European Journal of Operational Research* 111: 569–581.

- Tanadtang, P., dan Park, D. (2003). Applying Evidential Reasoning for Evaluating Transportation Demand Management Schemes: A Case Study of Bangkok. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 5: 1781-1801.
- Tseng, G.H., dan Huang, J.J. (2011). Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications. CRC Press, Boca Raton
- Turban, E., dan Aronson, J.E. (2001). Decision support system and intelligent systems, 6th ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Turskis, Z., dan Zavadskas, E.K. (2010). A Novel Method for Multiple Criteria Analysis: Grey Additive Ratio Assessment (ARAS-G) Method. *INFORMATICA* 21 (4): 597–610.
- U.S. Government Accountability Office. (2009). Many analyses of alternatives have not provided a robust assessment of weapon system options. Publication GAO-09-665, GAO, Washington DC.
- Wang, R.T. (2011). performance evaluation method - technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS). Retrieved November 17, 2015. <http://researcher.nsc.gov.tw/public/caroljoe/Data/02182133671.ppt>
- Wasson, C.S. (2015). System Analysis, Design, and Development: Concepts, Principles, and Practices. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey.
- Zavadskas, E.K., Turskis, Z., Kildienė, S. (2014). State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological and Economic Development of Economy* 20 (1): 165-179.