

Pemanfaatan Teknologi Blockchain Dalam Rantai Pasok Suku Cadang Alat Utama Sistem Senjata TNI Angkatan Udara

Herdian L.Tobing¹, Marsono², Waras Didik S.³

^{1), 2), 3)} Program Studi Strategi Operasi Udara, Seskoau, Indonesia

tobing.herdian@gmail.com

Abstrak — TNI Angkatan Udara dalam menjaga keamanan di wilayah udara nasional dengan mengoperasikan alat utama sistem senjata (alutsista) yang berbeda platform dan fungsi utama, membutuhkan kesiapan operasional alutsista tersebut melalui dukungan rantai pasok suku cadang yang melibatkan sistem yang kompleks. Salah satu potensi ancaman dalam proses dukungan tersebut adalah adanya suku cadang tidak resmi (ilegal) yang masuk ke dalam rantai pasok pengadaan suku cadang alutsista TNI AU, sehingga diperlukan penelitian dalam rangka menganalisa sistem rantai pasok suku cadang alutsista TNI Angkatan Udara, menganalisa celah dalam mekanisme pengadaan sehingga komponen tidak resmi (ilegal) dapat masuk ke dalam sistem rantai pasok dan bagaimana teknologi sistem informasi Blockchain dapat mengantisipasi hal ini. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif deskriptif dengan melaksanakan proses pengumpulan data melalui interaksi langsung oleh peneliti dengan narasumber atau informan, sehingga menghasilkan penelitian yang bermanfaat dalam mengantisipasi dan memperbaiki sistem manajemen rantai pasok melalui mekanisme pengadaan suku cadang alutsista TNI Angkatan Udara.

Kata Kunci: Rantai Pasok, Suku Cadang Palsu, Alutsista, Teknologi Blockchain

Abstract — *Indonesian Air Force role in maintaining national airspace security by operating various main weapon systems with specific functions, requires operational readiness through complex supply chain systems. One of the potential threats in the support process is the presence of Suspected Unapproved Parts/SUP (counterfeit) in the Indonesian Air Force supply chain system, thus thorough research is required to analyze the supply chain in main weapon system parts procurement, analyzing how counterfeit parts compromised the supply chain through procurement and how Blockchain technology potentially might be able to cope this problem. The research method used is this thesis is descriptive qualitative method by carrying out data collection process through direct interaction by researcher with resources or informants to achieve useful study in anticipating and improving the Indonesian Air Force supply chain system.*

Keywords: *Supply Chain, Counterfeit Parts, Weapon Systems, Blockchain Technology*

1. PENDAHULUAN

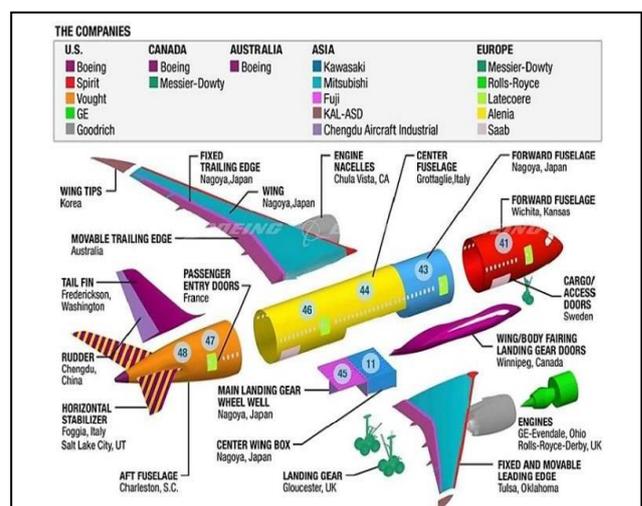
Manajemen rantai pasok merupakan hal kritical dari setiap pelaku sektor industri. Sistem manajemen rantai pasok pada setiap perusahaan berbeda sesuai dengan core

business yang diterapkan. Dalam suatu perusahaan yang memiliki kapitalisasi besar yang melaksanakan pendistribusian produk dalam skala global, dalam pemenuhan

segmen bagian dari produk utamanya membutuhkan produsen lain (*second-tier*) sehingga selanjutnya dapat di *assembly* menjadi produk akhir (Wilhelm *et al.*, 2016). Di dalam rantai pasok produsen kedua tersebut, setiap segmen produk tersebut harus melewati serangkaian rantai pasokan yang lebih kompleks disebut sebagai rantai pasok *multi-tier* (Gong *et al.*, 2021). Proses kompleks rantai pasok mulai dari bahan mentah (*raw material*) hingga dapat menjadi sebuah produk, berpengaruh secara langsung terhadap indikator kinerja ekonomi meliputi ongkos, kualitas, daya tanggap dan ketangguhan suatu perusahaan (Mena, 2013). Daya tanggap (*responsiveness*) di dalam indikator ini dijelaskan bahwa upaya sebuah perusahaan untuk memberikan pelayanan yang efektif tepat, cepat, dan memberikan informasi yang jelas secara tepat waktu sehingga menghindari persepsi tidak baik dari konsumen (Hamid *et al.*, 2020).

Industri penerbangan merupakan contoh sempurna tentang betapa rumitnya proses rantai pasok *multi-tier* ini. Setiap mata rantai produksi di dalam sistem ini bekerja dapat secara simultan agar dapat menyediakan komponen atau material kepada pihak *Original Equipment Manufacture* (OEM). Sebagai contoh, dibalik proses sebuah *turbine engine* pesawat terdiri dari beberapa rantai pasok yang cukup panjang mulai dari penyedia tingkat 3 (*3rd-tier*) hingga sampai ke OEM. Penyedia level 1 (*1st tier*) merupakan perusahaan penyedia yang bekerja langsung dengan pihak OEM yang menerima komponen dari penyedia level 2 untuk dirakit menjadi komponen. Penyedia level (*2nd tier*) bertugas memberikan *supply* kepada *1st tier* berupa komponen sub-sistem yang telah dibuat dari penyedia bahan mentah (*raw material*). Pihak penyedia level 3 (*3rd tier*) merupakan penyedia bahan mentah yang menerima permintaan dari *2nd tier*. Penyedia bahan mentah ini dapat terdiri dari beberapa *supplier* yang mendukung bahan mentah yang berbeda (Madhwal dan Panvilov, 2017). Sistem rantai pasok ini diatur dengan sedemikian rupa

oleh masing-masing tier yang terlibat agar dapat menghasilkan komponen sesuai dengan spesifikasi dan selanjutnya oleh pihak OEM di *assembly* sesuai dengan desain suku cadang untuk selanjutnya didistribusi sesuai dengan pesanan konsumen. Dalam sistem rantai pasok komponen pesawat sangat dipengaruhi oleh *quantity*, *demand* dan *waktu (time constraint)*, usia komponen (*product life cycle*) dan kebutuhan market (Aryani dan Rosita, 2010). Dalam skema model rantai pasok perusahaan penyedia suku cadang pesawat, pihak *Original Equipment Manufacturers* (OEM) bertanggung jawab terhadap desain pesawat, pengembangan dan *assembly* komponen-komponen utama untuk menjadi pesawat. Sebagai contoh rantai pasok perusahaan Boeing, untuk merakit pesawat tipe 787 dibutuhkan kerjasama dengan 50 produsen komponen dimana 28 diantaranya berada di luar Amerika Serikat (Celo dan Wang, 2018). Dari tiap produsen tersebut masing-masing memiliki rantai pasok nya masing-masing namun harus memenuhi jadwal pengiriman yang telah ditetapkan oleh Boeing selaku pihak OEM.



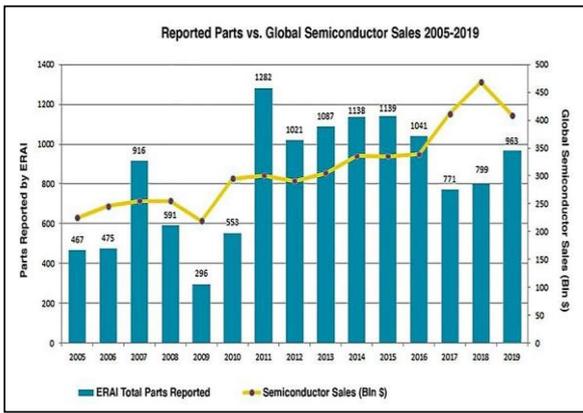
Gambar 1. Rantai Pasok Pesawat Boeing 787
Sumber : Celo and Wang (2018)

Kompleksitas rantai pasok yang diterapkan suatu perusahaan ini, menunjukkan bahwa untuk mendapatkan sebuah suku cadang selain untuk digunakan dalam merakit pesawat, suku cadang tersebut juga didistribusi kepada konsumen dalam hal ini perusahaan atau negara yang membutuhkan suku cadang tersebut untuk mendukung kesiapan operasional pesawat. Suku cadang ini harus mendapat otorisasi dari pihak OEM apabila dijual oleh pihak penyedia diluar rantai karena harus memenuhi *requirements* dari perusahaan manufaktur pesawat.

Tingginya permintaan suku cadang di seluruh pengguna pesawat seluruh dunia termasuk TNI AU untuk menggantikan suku cadang yang pada siklus tertentu yang mengalami *trouble shooting* atau *trend failure*, membutuhkan pengadaan segera agar pesawat dapat dioperasikan kembali. Adanya *Time Compliance Technical Order* (TCTO) atau *Service Bulletin* (SB) yang dikeluarkan produsen (OEM) pesawat dikarenakan adanya *safety issue* pada suku cadang tertentu dan harus segera dilaksanakan penggantian dengan suku cadang hasil perbaikan atau *upgrade*, maka seluruh negara-negara pengguna akan segera mengajukan kebutuhan akan suku cadang dimaksud. Selain itu adanya informasi *obsolescence* dari pihak OEM pada komponen dari sub-sistem sebuah suku cadang juga dapat menyebabkan tingginya permintaan. Semakin tinggi permintaan (*demand*) atas suku cadang tertentu kepada OEM, maka semakin tinggi pula permintaan OEM kepada pemasok pada seluruh *tier*. Kondisi ini memberikan peluang ekonomi kepada pihak-pihak di luar rantai pasok yang mengetahui informasi sulitnya mendapatkan komponen tertentu untuk berusaha menyediakan sub komponen dimaksud. Akibatnya kemungkinan terjadi risiko produksi *raw material*, komponen atau hasil replikasi yang diproduksi memiliki kualitas tidak laik karena ada yang berasal dari sumber di luar rantai pasok *Suspected Unapproved Parts* (SUP). Di dalam beberapa kasus, suku cadang tersebut diperoleh dari komponen yang tidak sesuai dengan standar

requirements dari pihak OEM, hasil reproduksi ulang atau menggunakan *knockdown items* dari suku cadang bekas yang sudah tidak laik (*unserviceable*). Diantara penyebab terjadinya permasalahan rantai pasok ini diantaranya dikarenakan tidak adanya koordinasi komunikasi yang baik dari pihak OEM kepada jaringan rantai pasok (Rosen et al., 2008), biaya produksi yang bertambah (Anderson, 2017) dan permasalahan tidak adanya kemampuan penelusuran (*tracking*) sumber item sub-sistem dimaksud (Madhwal dan Panfilov, 2017).

Permasalahan komponen palsu (*counterfeit*) secara global mengalami peningkatan pesawat seiring dengan tingginya kebutuhan komponen pesawat. Laporan Riset *Global Brand Counterfeiting Report* menyebutkan bahwa nilai nominal peredaran suku cadang palsu pada tahun 2017 telah mencapai 1.2 Trilyun Dolar dan pada 2020 diperkirakan mencapai 1.82 Trilyun Dolar (Rahayu et al., 2021). Laporan ini juga menyebutkan bahwa produk yang mengalami pemalsuan termasuk suku cadang peralatan militer. Departemen pertahanan Amerika Serikat juga telah mengidentifikasi lebih dari 60% pemalsuan komponen elektronik *integrated circuits* (IC) di dalam peralatan persenjataan dan pesawat (US DoD, 2020). Dalam pemberitaan skala nasional pun seperti yang terungkap dalam sebuah berita daring di Media Indonesia (2/7/2015) mewartakan bahwa adanya sindikat yang bekerja dengan menjual komponen pesawat palsu, yang bekerja dengan memoles dan menjual *spare parts* yang berada dalam kondisi tidak laik. Disebutkan bahwa pihak ilegal tersebut, melakukan rekondisi, memperbaiki dan menyertakan dokumen palsu berupa *Certificate of Conformance* (CoC), *Authorized Release Confirm* (ARC) dan *Certificate of Origin* (CoO) untuk melengkapi suku cadang yang tidak sesuai dengan spesifikasi standar tersebut (Media Indonesia, 2015).



Gambar 2. Laporan SUP dan Penjualan Semikonduktor
Sumber: Military Embedded Systems

Menurut Pecht (2003) banyaknya peredaran komponen tidak laik atau SUP yang terpasang di suku cadang pesawat sangat membahayakan penerbangan. Suku cadang ini sangat berbahaya karena pada saat operasional alutsista diterbangkan, komponen tersebut dapat bekerja dengan baik secara sementara (*intermittent*). Suku cadang yang di dalamnya terpasang komponen SUP apabila digunakan secara kontinu dapat menyebabkan kegagalan fungsi (*malfunction*) pada sistem dalam jangka waktu pendek, penurunan performa pesawat hingga berakhir pada kegagalan sistem yang lebih besar (*catastrophic*). Data *Federal Aviation Agency* (FAA) menyebutkan terdapat hampir 3000 laporan komponen SUP yang mengakibatkan lebih dari 24 kecelakaan pesawat sejak tahun 2010 (FAA, 2018). Suku cadang palsu tersebut mampu bekerja saat dilaksanakan pengetesan awal saat kondisi ideal, namun tidak mampu bekerja optimal saat dalam kondisi ekstrim seperti saat pesawat sedang berada pada ketinggian tertentu, akibat suhu *engine* yang panas, voltase listrik yang tinggi atau tekanan akibat gaya gravitasi (*G-Force*) saat pesawat bermanuver (McCurdy, 2020).

Sejak tahun 1990 FAA telah berusaha meningkatkan tingkat edukasi kepada publik dan inspektor seluruh pengguna

pesawat untuk lebih memperhatikan potensi ancaman keselamatan terbang akibat dari suku cadang yang tidak memenuhi desain manufaktur dan *maintenance requirements*. Salah satunya dengan menerbitkan lembar laporan identifikasi SUP ke sistem pengendalian suku cadang pesawat (Sletten, 2000). Kemudian secara paralel program ini diterapkan di *European Aviation Safety Agency* (EASA) pada tahun 2003 (EASA, 2012) dan kemudian secara nasional ditetapkan melalui Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: Skep/87/IV/ 2008 agar pelaku industri penerbangan agar melaksanakan laporan apabila mengetahui adanya suku cadang pesawat tidak resmi ini. Namun dari keseluruhan format laporan yang dikeluarkan oleh FAA, EASA dan Dirjen JPU hanya merupakan usaha untuk mengetahui setelah masuknya komponen tersebut di pesawat udara, namun belum bisa memberikan solusi agar mencegah masuknya komponen tidak laik masuk ke dalam rantai pasok dukungan suku cadang saat proses pengadaan di TNI AU khususnya. Hal ini menunjukkan bahwa belum adanya sistem yang mampu untuk melaksanakan *track-back* informasi dari mana komponen tidak laik tersebut berawal (AIA, 2011). Pemerintah melalui Departemen terkait, belum memiliki sistem yang dapat mencegah masuknya komponen atau suku cadang palsu saat proses pengadaan dari luar negeri yang dilaksanakan. Termasuk sistem penerimaan suku cadang hasil pengadaan di TNI AU belum bisa melaksanakan pengecekan komponen secara langsung saat penerimaan dikarenakan tidak adanya tester untuk setiap suku cadang pesawat dan hanya mengandalkan dokumen CoC, CoO dan ARC dan data suku cadang yang tertera di *plate* dengan kontrak suku cadang tersebut. Jadi secara administrasi sudah benar namun belum dapat menjamin suku cadang tersebut sesuai dengan standar spesifikasi dari OEM.

Dalam rangka untuk mengetahui usaha mengatasi masuknya suku cadang palsu dalam rantai pasok dukungan suku cadang khususnya untuk mendukung operasional

pesawat TNI AU, diperlukan penelitian tentang model sistem pengadaan suku cadang di dalam rantai pasok yang dapat mengidentifikasi komponen yang terdapat di setiap suku cadang yang berasal dari *approved source* dan memenuhi standar spesifikasi OEM. Pemanfaatan teknologi informasi yang terus berkembang sangat dibutuhkan khususnya dalam proses asset tracking suku cadang dalam sistem rantai pasok. Saat ini teknologi sistem informasi yang digunakan secara umum bekerja dengan menggunakan *server* terpusat. Sistem yang terpusat (*centralized*) memang memiliki beberapa kelebihan, diantaranya yaitu kemudahan untuk mengelola sumber daya yang ada (Schuff

dan St. Louis, 2001). Namun karakteristiknya yang tidak transparan menimbulkan masalah monopoli data (R.A Santekin *et al.*, 2018). Disamping tingginya potensi kecurangan dari pihak internal akibat manipulasi data, sistem tersentralisasi juga rentan terhadap serangan dari luar (N. Diallo *et al.*, 2018). Dengan kondisi tersebut, penelitian diperlukan agar dibuat suatu sistem yang *feasible* dengan menggunakan teknologi *platform* digital yang semakin berkembang saat ini agar dapat mendukung sistem manajemen rantai pasok melalui mekanisme pengadaan suku cadang alutsista TNI AU agar terhindar dari kerentanan akibat suku cadang palsu yang beredar secara global.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Adapun beberapa penelitian terdahulu dan relevan tentang pemanfaatan teknologi *Blockchain* di dalam beberapa bidang penelitian yang dilaksanakan antara lain sebagai berikut:

- 1) Bidang Agrikultur. Penelitian tentang pemanfaatan teknologi *Blockchain* di dalam manajemen rantai pasok agrikultur antara lain penelitian oleh Bhat *et al.* (2022) dan Borah *et al.* (2020) yang membahas tentang penggunaan teknologi *Blockchain* dan *Internet of Things* (IoT) pada rantai pasok industri agrikultur. Peneliti manajemen rantai pasok pada industri agrikultur mengkombinasi *Blockchain* dengan penggunaan peralatan elektronik dengan basis *Internet of Things* (IoT), serta riset penerapan sistem Smart Agrikultur dengan konsep *Hyperledger Blockchain* yang diteliti oleh Putri *et al.* (2020).
- 2) Bidang Medis. Penelitian tentang aplikasi dari teknologi *Blockchain* di dalam bidang kesehatan dan medis beberapa riset yang telah dilaksanakan antara lain oleh Siyal *et al.* (2019) yang membahas penerapan teknologi *Blockchain*

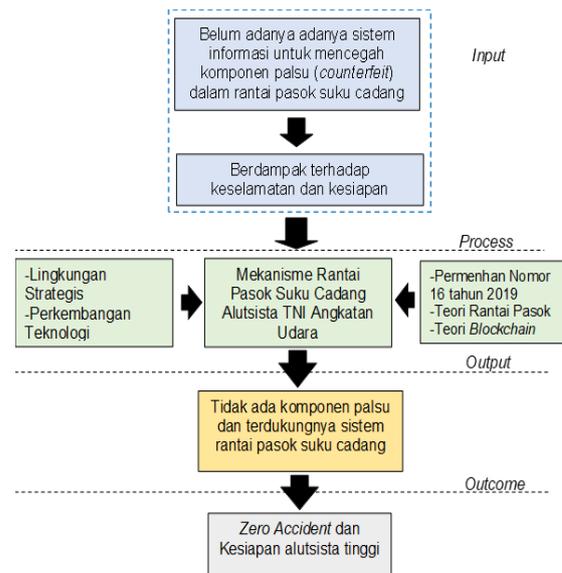
dalam program membantu perawatan kesehatan dengan manajemen data klinis kesehatan pasien. Selanjutnya penelitian tentang penggunaan teknologi *Blockchain* sebagai metode *tracing* dan *tracking* data vaksinasi pasien Covid-19 yang diteliti oleh Wei Yan Ng (2021) yang menjelaskan ulasan sistematis atas pondasi penggunaan teknologi *Blockchain* dalam spektrum yang luas di dalam bidang kesehatan khususnya saat dan pasca pandemik Covid-19.

- 3) *E-Voting*. Di dalam riset nasional juga telah ada penelitian Hanifatunnisa dan Ismail (2020) yang menjelaskan implementasi teknologi *Blockchain* dalam sistem pencatatan pemungutan suara (*e-Voting*) dalam kegiatan pemilihan umum (Pemilu). Dengan pemanfaatan teknologi *Blockchain* pada penelitian ini hasil perolehan *voting* tiap TPS akan berlaku sebagai *node* dan saling berkorelasi dengan *node* dari TPS lain, serta hasil pengambilan suara (*voting*) yang diperoleh oleh tiap kontestan diketahui secara langsung (*real-time*) dan proses perolehan hasil pemilihan suara dapat diketahui lebih cepat.

- 4) Keamanan Sertifikat. Di dalam penelitian Argani dan Taraka (2020) yang menggunakan teknologi *Blockchain* dapat dioptimalkan sebagai *layer security* dalam memeriksa keabsahan sertifikat di Perguruan Tinggi. Penelitian ini menjelaskan tentang konsep bagaimana menggunakan kode enkripsi untuk sistem keamanan sertifikat.
- 5) Kepemilikan Kendaraan Bermotor. Penelitian oleh Santoso (2021) menjelaskan aplikasi penggunaan teknologi *Blockchain* dalam sistem pencatatan data kepemilikan kendaraan bermotor. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem informasi pencatatan data kepemilikan kendaraan yang dapat menunjukkan kelebihan teknologi *Blockchain* yang mencatat setiap perubahan yang terjadi pada data kepemilikan kendaraan bermotor dan terdistribusi kepada seluruh *stakeholders* (*node*) yang berada di jaringan sistem tersebut.
- 6) Bidang Pertahanan. Selanjutnya di dalam dunia pertahanan antara lain membahas *Blockchain* untuk intelijen pertahanan diteliti oleh McAbee *et al.* (2019) yang membahas penggunaan teknologi *Blockchain* sebagai database intelijen yang menyimpan peta

geografis. Selanjutnya Matisek (2019) menjelaskan penggunaan *Blockchain* sebagai *Platform Hybrid Warfare* baik dalam sisi defensif dan ofensif. Sisi defensif dijelaskan penggunaannya untuk penyimpanan informasi rahasia dan komunikasi terenkripsi (*unhackable communication*).

2.1. Kerangka Pemikiran



Gambar 3 Kerangka Pemikiran
Sumber : Diolah Peneliti

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian tentang pemanfaatan teknologi *Blockchain* dalam sistem rantai pasok suku cadang alutsista ini dengan menggunakan pendekatan secara kualitatif. Pendekatan kualitatif tersebut untuk menjawab rumusan masalah dengan menggunakan pendapat partisipan (*grounded theory*). Desain penelitian yang digunakan di dalam penulisan hasil penelitian ini adalah pendekatan naratif/deskriptif yang dimaksudkan peneliti untuk menguraikan dan memfokuskan pada klarifikasi dengan

deskripsi *statement* yang sistematis, lengkap, komprehensif untuk menggambarkan kondisi objektif dan tentang pemanfaatan teknologi *Blockchain* dalam manajemen sistem rantai pasok melalui pengadaan suku cadang alutsista dalam upaya menghindari masuknya komponen ilegal sekaligus respon positif atas upaya penerapan sistem informasi berbasis *e-office* pada seluruh lembaga Pemerintah.

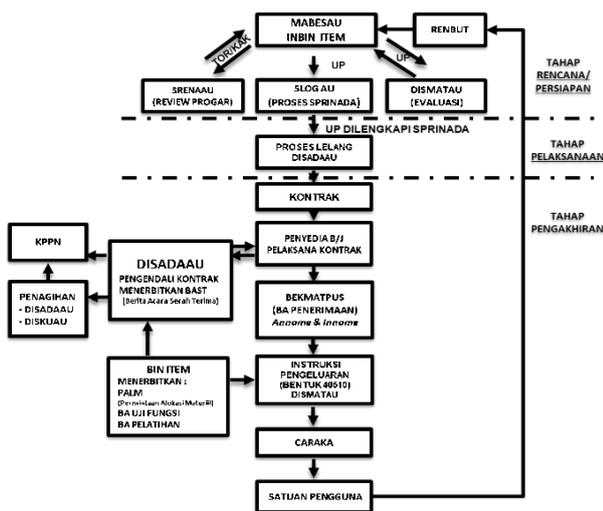
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pelaksanaan pengadaan barang dan jasa di TNI Angkatan Udara tidak hanya dilaksanakan sepihak oleh Disadaau saja, namun melibatkan Satuan Kerja (Satker) lain dalam proses tersebut. Disadaau melaksanakan pengadaan barang/jasa berdasar pada penyusunan rencana kebutuhan yang dilakukan oleh Pembina Item (Bin item). Dalam menyusun rencana kebutuhan pembina item mengumpulkan data dari satuan pengguna yang membutuhkan. Selanjutnya hasil dari penyusunan rencana kebutuhan oleh Pembina item menjadi sebuah produk berupa usul pesanan (UP) dimana dari UP tersebut akan dilaksanakan proses pengadaan barang/jasa oleh Disadaau.

kebutuhan pembina item mengumpulkan data dari satuan pengguna yang berada di satuan operasional. Hasil dari penyusunan rencana kebutuhan oleh Pembina Item (Bin item) menjadi sebuah produk berupa Usul Pesanan (UP) dimana dari UP tersebut akan dilaksanakan proses pengadaan barang/jasa oleh Disadaau.

Celah dalam Mekanisme Pengadaan

Berdasarkan hasil temuan yang diperoleh peneliti, bahwa di dalam sistem manajemen rantai pasok melalui proses pengadaan suku cadang, baik melalui jalur pengadaan di Pusada Kementerian Pertahanan, Dinas Pengadaan TNI Angkatan Udara dengan jalur *Direct Commercial Sales (DCS)* atau *Foreign Military Sales (FMS)*, secara umum telah sesuai dengan Peraturan Menteri Pertahanan Nomor 16 Tahun 2019 tentang Pengadaan Barang dan Jasa Alpalhankam di Kementerian Pertahanan dan Tentara Nasional Indonesia. Namun dari analisa peneliti diketahui terdapat bagian dari mekanisme tersebut belum menjelaskan tentang transparansi sesuai konsep pengadaan yang merupakan aktivitas memperoleh barang maupun jasa secara efektif, transparan dan efisien (Dimiyati dan Kadar, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa setiap masuknya komponen atau suku cadang alutsista yang diterima sebagai hasil pengadaan, baik secara kualitas dan validitas sub-komponen yang terdapat di dalam unit suku cadang diserahkan sepenuhnya kepada pihak ketiga.



Gambar 4. Mekanisme Pengadaan Barang/ Jasa Satker Mabasau
Sumber : Disadaau

Proses pelaksanaan pemenuhan kebutuhan suku cadang di TNI Angkatan Udara secara umum menggunakan bantuan pihak ketiga atau Bin melalui jalur *Direct Commercial Sales (DCS)*. Informan Kedua menjelaskan bahwa dalam mekanisme DCS, Disadaau melaksanakan pemenuhan kebutuhan suku cadang berdasar pada penyusunan rencana kebutuhan yang dilakukan oleh Pembina Item. Dalam menyusun rencana

Pemanfaatan Blockchain dalam Proses Pengadaan

Sebelum membangun model *blockchain* untuk rantai pasok suku cadang alutsista dalam rangka mencegah masuknya komponen tidak laik (*counterfeit*), perlu dibangun *flowchart* untuk menentukan apakah sistem *blockchain* diperlukan. Melalui *flowchart*

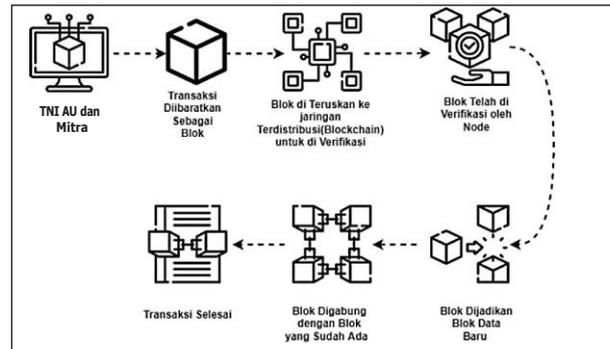
akan menjelaskan perlunya dibangun sepuluh langkah *decision path* sesuai dengan analisa keputusan yang diperlukan. Tujuh pertanyaan pertama menanyakan secara spesifik apakah benar penggunaan teknologi benar dibutuhkan dan *feasible* diaplikasikan di dalam sistem pengadaan. Tiga pertanyaan terakhir berguna untuk menentukan bagaimana model *blockchain* yang sesuai dengan kebutuhan sistem rantai pasok yang akan dibangun. Bahwa sistem pengadaan TNI AU melibatkan *multiple entities* sehingga harus menggunakan model *Permissioned Public Blockchain*. Menurut Natarajan *et al.* (2017) bahwa perbedaan *permissioned blockchain* dengan *Public Blockchain* adalah sebagai berikut:

Identifikasi Partisipan *Blockchain*

Setelah memutuskan bahwa perlu dibangun model *blockchain* dengan kaidah traceability, konsensus, transparan dan dapat menghubungkan antar *stakeholders*, maka selanjutnya adalah membangun network jaringan tiap *stakeholders* di dalam sistem rantai pasok suku cadang sesuai dengan interaksi masing-masing. Untuk membangun model *network Blockchain*, disesuaikan dengan mekanisme pengadaan yang dilaksanakan. Sebelum membangun node dalam sebuah model jaringan ditentukan terlebih dahulu *stakeholders* atau partisipan yang saling terkait diantaranya:

1. TNI Angkatan Udara selaku *end user*.
2. Mitra
3. *Principal*
4. *Freight Forwarder (FF)*
5. *Approved Distributor*
6. *FMS Office*
7. OEM Manufaktur

Alur Transaksi di dalam *Blockchain* Pengadaan



Gambar 5. Alur Transaksi Blockchain
Sumber : Wibowo *et al* (2022)

Pada gambar 5 dapat dijelaskan bahwa mekanisme pencatatan pada *blok* transaksi dimulai ketika TNI AU melaksanakan transaksi dalam hal ini dengan Mitra yang menyediakan jasa pembelian suku cadang dengan pihak OEM. Transaksi yang berhasil degenerate akan melakukan penyimpanan blok data dengan modul *blockchain* seperti blok transaksi pada setiap transaksi yang terjadi. Kemudian *block* hasil transaksi tersebut di broadcast kepada seluruh *node* yang tergabung dalam *network* terdistribusi. Seluruh *node* terkait akan segera melakukan verifikasi atas adanya pembentukan *block* dengan mengeksekusi fungsi hash berdasarkan nilai input yang telah didapatkan transaksi sebelumnya. Apabila *block* yang terbentuk telah sesuai dengan *approved* protokol yang ditetapkan secara konsensus, maka *block* tersebut akan dimasukkan dan terhubung dengan jaringan rantai *block* lain yang telah ada sebelumnya.

Protokol *Smart Contract* tiap *Node*

Berdasarkan Perkasau Nomo 4 Tahun 2019 Pasal 3 disebutkan bahwa pengadaan barang/ jasa bermaksud untuk mendapatkan barang/ jasa yang sesuai dengan kebutuhan atas setiap uang yang dibelanjakan baik secara kualitas, kuantitas, waktu, biaya, lokasi, dan penyedia. Dengan menerapkan Peraturan ini di dalam mekanisme rantai pasok alat utama

sistem senjata TNI Angkatan Udara dengan memanfaatkan teknologi *Blockchain* dalam penerapan Protokol *Smart Contract* dimana adanya kebutuhan aliran informasi antara tiap node serta aliran uang dengan menggunakan *smart contract*. Dengan memanfaatkan teknologi *Blockchain* kondisi ini tidak lagi tertutup dan tidak terlacak, namun menjadi transparan dan mampu dilacak (*traceability*). Hal ini bermanfaat dalam mengetahui kebutuhan suku cadang TNI Angkatan Udara oleh OEM lebih awal untuk dipenuhi, pergerakan suku cadang yang akan dikirim, verifikasi originalitas suku cadang, bahkan harga komponen tersebut dapat diketahui untuk menghindari *marked-up* harga oleh pihak di dalam rantai *Blockchain*.

Blockchain dalam Pengadaan L-3 Display Systems C-130J

Pada November 2016 Lockheed Martin selaku pihak OEM yang melaksanakan *assembly* pesawat, menerima laporan adanya L-3 Display Systems pada pesawat C-130J yang bermasalah. Setelah dilaksanakan investigasi dengan L-3 Communication Corporation sebagai penyedia suku cadang ditemukan bahwa terdapat 400 *digital displays* yang terpasang adalah menggunakan *memory chips* palsu (*counterfeit*). Namun Lockheed Martin tidak menginformasikan hal tersebut United States Air Force (USAF) selaku user, melainkan hanya memonitor selama enam bulan apabila ada laporan kerusakan dari USAF (Horvath, 2017). Dengan memanfaatkan teknologi *Blockchain* dengan memanfaatkan teknologi *Blockchain* melalui implementasi sifat khususnya yaitu *immutable*, *traceability*, transparan, *smart contract* dan mekanisme konsensus dapat digambarkan dalam mekanisme berikut dengan asumsi dilaksanakan pengadaan oleh TNI Angkatan Udara dan TNI AU telah bergabung dengan konsorsium rantai pasok dalam jaringan *Blockchain*:

a. Pengajuan kebutuhan oleh Bin Item dengan mengajukan sesuai pengajuan dengan data sebagai berikut:

b. Dinas Pengadaan TNI Angkatan Udara melaksanakan Kontrak dengan 'Mitra A' melalui mekanisme *Direct Commercial Sales* (DCS) dengan data sebagai berikut: Item Name : *Flight Information Display Unit*; P/N : 429300-100; NSN: 6610-01-498-0524; Source: L-3 Communication Corp, Collins Aerospace, or Approved Distributor; Qty : 10 Each; Leadtime: 6 Months; Price est : USD 10,000 per ea

6610-01-498-0524 (6610014980524) NSN Information										
NSN	FSC	NIIN	ITEM NAME	INC						
6610-01-498-0524	6610	014980524	Display Unit, Flight Information	53056						
6610-01-498-0524 Features										
MRC	PARAMETER	CHARACTERISTICS								
AGAV	End Item Identification	C-130 aircraft radar upgrade								
CXCY	Part Name Assigned BY Controlling Agency	Installation outline, (rdu/efi)								
6610-01-498-0524 Manufacturing Part Numbers (SKUs)										
MFG SKU	CAGE	STATUS	ISC	RNVC	RNCC	SADC	DAC	HCC	RNAAC	
429300-100	63516	A		2	3					ZZ
6610-01-498-0524 Manufacturer										
MFG SKU	CAGE	MANUFACTURER	TYPE	STATUS	ROLE					
429300-100	63516	L-3 Communications Corporation	A	A						

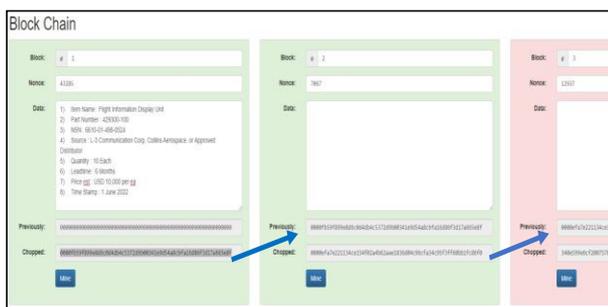
Gambar 6. Data komponen L-3 Display System
Sumber : Parttarget.com

c. Dalam melaksanakan Kontrak dengan mengikuti Peraturan Kasau Nomor 14 Tahun 2019 tentang Pengadaan Barang dan Jasa TNI AU dan Peraturan LKPP No. 9 Tahun 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/ Jasa Melalui Penyedia kemudian input dengan Smart Contract. TNI AU menginput hasil kontrak untuk dapat membentuk *Block* baru dengan menunggu konsensus dari seluruh *network*. *Smart contract* yang telah terbentuk selanjutnya disimpan dan diinformasikan ke seluruh *network blockchain*.

d. Dalam *Block* pertama yang terbentuk, spektek kebutuhan suku cadang L-3 Display System telah diinput ke dalam *Blockchain*. Dalam rangkaian *network Block* selanjutnya terlihat warna merah yang menunjukkan bahwa belum adanya *approval* atau konsensus dari node-node berikutnya, dalam hal ini pihak

Mitra, Prinsipal, FF atau OEM termasuk pihak *Supplier Tier* di bawahnya. Dengan menerapkan Kriptografi Asimetris pada *Blockchain* diketahui nilai *Hash* dengan menggunakan algoritma SHA-256 pada *Block* 1 yang telah terbentuk tersebut adalah "0000fb59f899e8d6c0d4db4c5372d9b00341e9d54a8cbfa16d86f3d17a665e8"

- d. Selanjutnya nilai *Hash* dari *Block* 1 ini akan menjadi *Previous Hash* atau *key* dari *Block* kedua sebelum dilaksanakan *generate Mining*, untuk memperoleh *Hash* pada *Block* ke-3 dan seterusnya. Di dalam setiap *Block* dapat ditambahkan informasi dan data-data yang ingin ditampilkan oleh *Node* atau dalam hal ini *Node* Mitra untuk di broadcast kepada seluruh jaringan.



Gambar 7. Block-2 pada Network
Sumber : Diolah Peneliti

- f. Proses ini berlangsung seterusnya, dengan tiap *Node* menerima data informasi, melaksanakan *Smart*

5. KESIMPULAN

Selanjutnya berdasarkan hasil pembahasan dan analisa data yang peneliti rumuskan maka dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

- a. Dalam proses pemenuhan kebutuhan suku cadang melalui manajemen rantai pasok suku cadang alat utama sistem senjata TNI Angkatan Udara

Contract dengan *Node* terkait finansial, menambahkan update data dan paralel melaksanakan penyiapan item oleh penyedia.

- g. Item *Flight Information Display Unit, Part Number* : 429300-100, *NSN* : 6610-01-498-0524 dalam simulasi ini yang telah disiapkan oleh penyedia yaitu *L-3 Communication Corporation* yang memiliki rantai hingga *Tier Raw Material* (penyedia bahan mentah). Tiap *Tier* mulai dari *Raw Material, Tier-3 Sub-komponen Memory, Tier-2 Cabling, Tier1 Display Assembly* menambahkan *Block* baru dengan memberikan data-data informasi atas item tanggung jawab masing-masing untuk diketahui oleh seluruh *Node*. Informasi tersebut meliputi *originality, date of manufacturing, delivery time stamp, dan freight forwarder*. Selanjutnya dalam rangkaian besar dengan seluruh *stake holders* akan dapat digambarkan pada Gambar 4.17.
- h. Dengan adanya informasi dan data tersebut, pihak user dalam hal ini TNI AU tidak perlu lagi melaksanakan konfirmasi kepada pihak Mitra A atas originalitas item yang diterima serta *delivery time*. Sehingga apabila terjadi keterlambatan pengiriman, pihak TNI AU maupun Mitra dapat mengetahui dimana *node* yang menyebabkan keterlambatan (*backlog*) pengiriman.

yaitu khususnya melalui mekanisme pengadaan *Direct Commercial Sales (DCS)* masih terdapat celah masuknya suku cadang yang tidak laik (*counterfeit*) di dalam sistem rantai pasok dikarenakan setiap masuk atau penerimaan komponen atau sub komponen yang terdapat di dalam sebuah suku cadang alutsista yang diterima sebagai hasil

pengadaan, secara originalitas dan validitas komponen atau sub-komponen yang terdapat di dalam unit suku cadang tidak dapat diketahui secara transparan dan terlacak (*traceability*) namun diserahkan sepenuhnya kepada pihak ketiga.

- b. Teknologi *Blockchain* yang saat ini sedang berkembang sesuai dengan karakter khususnya yaitu sebagai program terdesentralisasi, transparan, *immutable* dan dapat dilacak originalitas

dan validitas item dan datanya (*traceability*) dapat dimanfaatkan dalam menutup celah mekanisme pemenuhan rantai pasok suku cadang alutsista yaitu dengan melibatkan seluruh stakeholders mulai dari OEM Manufaktur beserta rantai supliernya, *approved distributor*, *Freight Forwarder* (FF), Mitra, Prinsipal hingga sampai TNI Angkatan Udara sebagai *end user* di dalam suatu rantai *network (chain)* yang terhubung satu sama lain.

6. REFERENSI

- Aryani, D. & Rosita, F. (2010). "Pengaruh Kualitas Layanan terhadap Kepuasan Pelanggan dalam Membentuk Loyalitas Pelanggan", *Bisnis dan Birokrasi, Jurnal Ilmu Administrasi dan Organisasi*.
- Argani, Abimanyu, and Wahyatma Taraka. (2020). "Pemanfaatan Teknologi Blockchain Untuk Mengoptimalkan Keamanan Sertifikat Pada Perguruan Tinggi," *Universitas Gorontalo*
- Bhat, Showkat Ahmad, Nen-Fu Huang, Ishfaq Bashir Sofi, and Muhammad Sultan. (2021). "Agriculture-Food Supply Chain Management Based on Blockchain and IoT: A Narrative on Enterprise Blockchain Interoperability," *MDPI*
- Borah, Malaya Dutta. (2020). "Supply Chain Management in Agriculture Using Blockchain and IoT," *Supply Chain Journal*
- Celo, Sokol, and Kim Wang. (2018). The Role of Internal and External Complexity in Global Factory Performance: An NKC Application. *Journal of International Management*
- Gong, Yu, Yan Jiang, and Fu Jia. (2021) "Multiple Multi-Tier Sustainable Supply Chain Management: A Social System Theory Perspective," *International Journal of Production Research*. Taylor & Francis Group.
- Hamid, Rismawati, Djoko Lesmana Radji, and Yulinda L Ismail. (2020) "Pengaruh Empathy dan Responsiveness Terhadap Minat Kunjungan Ulang Pelanggan". *Jurnal Kajian Ekonomi Dan Bisnis*.
- Hanifatunnisa, Rifa, and Muhammad Ismail. (2020). "Desain dan Implementasi Sistem Pencatatan Pemungutan Suara dengan Teknologi Blockchain pada Jaringan Peer-to-Peer." *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*.
- Horvath, Bryan T. (2017). "The Impact Of Counterfeit Parts In The Air Force Supply Chain," *Air War College, Air University Maxwell AFB United States*.
- Madhwal, Yash, and Panfilov, Peter B. (2017) Industrial Case : Blockchain on Aircraft's Parts Supply Chain Management." *AMCIS 2017 Group*.
- McCurdy, Marti. (2020). Counterfeit components: Risky business. Military Embedded System. Retrieved from <https://militaryembedded.com/comms/power-electronics/counterfeit-components-risky-business> diakses pada 15 Feb 2022

- McAbee, Ashley S M, Murali Tummala, and John C McEachen. (2019). "Military Intelligence Applications for Blockchain Technology," *Naval Postgraduate School Monterey, CA, USA*
- Mena, Carlos. (2013). "Toward A Theory Of Multi-Tier Supply Chain Management." *Journal of Supply Chain Management* 49.
- Pecht, Michael. (2013). "The Counterfeit Electronics Problem." *Open Journal of Social Sciences. Scientific Research*
- Putri, A N, M Hariadi, and A D Wibawa. (2020). "Smart Agriculture Using Supply Chain Management Based On Hyperledger Blockchain," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*
- Rahayu, Syarifah Bahiyah and Azahari, Afiqah. (2021). Military Supply Chain Management and Blockchain Development. *Researchgate*
- Schuff, David and Louis, Robert St. (2001). Centralization vs. Decentralization of Application Software. *Communications of the ACM*
- Siyal, Asad Ali, Aisha Z Junejo, Muhammad Zawish, Kainat Ahmed, Aiman Khalil, and Georgia Soursou. (2019). "Applications of Blockchain Technology in Medicine and Healthcare: Challenges and Future Perspectives," *MDPI*
- Sletten, Steven J. (2000). "Suspected Unapproved Suspected Unapproved Parts in the in the Aviation Industry Aviation Industry: Consideration of System Safety and Control," *Journal of Aviation/Aerospace*
- US DoD. (2020). "Industrial Capabilities Report To Congress," *Annual Report*
- Wei Yan Ng. (2021). "Blockchain Applications in Health Care for COVID-19 and beyond: A Systematic Review," *Lancet Digit Health*
- Wilhelm, Miriam, Constantin Blome, Vikram Bhakoo, and Antony Paulraj. (2016) "Sustainability in Multi-Tier Supply Chains: Understanding the Double Agency Role of the First-Tier Supplier," *Journal of Operations Management*.