

# Penerapan Teknologi Big Data Pada Pelabuhan Di Indonesia : Suatu Kajian Literatur

Fajar Ciputra Daeng Bani

*Program Studi Perdagangan Internasional Wilayah ASEAN dan RRT, Politeknik APP Jakarta*

*Jl. Timbul No.34, RT.6/RW.5, Cipadak, Kecamatan Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta*  
[daengbani.18@gmail.com](mailto:daengbani.18@gmail.com)

**Abstrak**— Dengan perubahan pelabuhan yang modern banyak dipengaruhi oleh berbagai faktor yang terjadi seperti ekonomi global, kebijakan nasional, lingkungan pelabuhan, rantai pasokan, teknologi baru dan pembangunan secara berkelanjutan. Lebih dari 80% data tidak digunakan secara efisien sehingga pemangku kepentingan di seluruh ekosistem pelabuhan sekarang bekerja sama dengan cara baru yang didorong oleh data[1]. Peningkatan efisiensi pelabuhan dalam kegiatan operasional maka perlu adanya teknologi yang menghasilkan data dalam jumlah besar, yang datang dalam berbagai bentuk dan harus dibagikan dengan banyak pemangku kepentingan untuk mendukung dalam pengambilan keputusan atau biasa di sebut *Decision Support System (DSS)*[2]. Teknologi *Big Data* pada pelabuhan dapat memberikan solusi terhadap tantangan internal dan eksternal yang unik dari organisasi secara efisien dengan memberikan pelayanan informasi data secara *real timesehingga* dengan mudah menjalankan operasional secara efektif serta memprediksi situasi pelabuhan di masa depan. Penelitian ini merupakan studi literatur yang fokus pada menjelaskan arsitektur dan bisnis proses serta teknologi *Big Data* yang digunakan. Hasil penelitian ini akan menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Big Data* terkait dengan berkembangnya digitalisasi akan menjadi suatu acuan di dalam informasi pelayanan pelabuhan di Indonesia.

**Kata Kunci**— Pelabuhan, *Decision Support System*, *Big Data*.

**Abstract**— *With changes in modern ports, many are influenced by various factors that occur such as the global economy, national policies, port environment, supply chain, new technology and sustainable development. More than 80% of data is not used efficiently so stakeholders across the ecosystem are now working together in new ways powered by data. Improving port efficiency in operational activities requires technology that produces large amounts of data, which comes in various forms and must be shared with many stakeholders to support decision making or so-called Decision Support Systems (DSS). Big Data technology at the Port can provide solutions to the unique internal and external challenges of the organization efficiently by providing data services in real timeso that it is easy to run operations effectively and predict future port situations. This research is a literature study that focuses on explaining the architecture and business processes as well as the Big Data technology used. The results of this study will show that the application of Big Data technology related to the development of digitalization will become a reference in port service information in Indonesia.*

**Keywords**— *Seaport, Decision Support Systems, Big Data*

## I. PENDAHULUAN

Transportasi laut sebagai sumber kehidupan ekonomi dunia. Sejak tahun 1990 hingga 2013, perdagangan maritim dunia meningkat lebih dari dua kali lipat, dengan volume total pada 2013 mencapai hampir 9,6 miliar ton (UNCTAD 2014)[3]. Jaringan transportasi darat dan udara memiliki keterbatasan dalam perluasan. Di lain hal, jaringan transportasi laut terus mengalami pertumbuhan yang cepat.

Mewujudkan sistem informasi manajemen di pelabuhan, perlu dipahami dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 23 Tahun 2015 tentang Peningkatan Fungsi Penyelenggara Pelabuhan pada Pelabuhan yang diusahakan secara komersial yaitu Pasal 1 disebutkan Kepeleabuhanan adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan pelaksanaan fungsi pelabuhan untuk menunjang kelancaran, keamanan dan ketertiban arus lalu lintas kapal, penumpang dan/atau barang, keselamatan dan keamanan berlayar,tempat perpindahan intra dan/atau antar moda serta mendorong perekonomian nasional dan daerah dengan tetap memperhatikan tata ruang wilayah, bahwa fungsi pelabuhan tersebut memerlukan suatu sistem informasi manajemen dengan penerapan teknologi dalam sektor transportasi laut[4]. Dengan perkembangan industri 4.0 termasuk untuk sektor kepeleabuhanan dengan memanfaatkan teknologi *Big Data*, *Internet of Things (IoT)* hingga otomasi kian berkembang termasuk di pelabuhan Indonesia.

*Big Data* masih merupakan istilah relatif baru dalam industry pelabuhan dan terminal. Tetapi menurut Forbes, 87% perusahaan percaya bahwa *Big Data* akan mendefinisikan kembali landscape kompetitif dalam tiga tahun ke depan, dengan sebanyak 89% percaya bahwa perusahaan yang tidak menggunakannya secara aktif berisiko kehilangan pangsa pasar[5].

Sistem manajemen pelabuhan di indonesia harus memiliki peranan penting dalam mendukung proses pengambilan keputusan yang berbasis komputerisasi. *Decision support system (DSS)* merupakan sistem komputer yang mampu mengubah data menjadi penting dalam mengambil keputusan pada masalah spesifik dan juga semi-terstruktur dan akan lebih mudah dalam memecahkan masalah ataupun melakukan

komunikasi pada setiap masalah yang terstruktur maupun tidak terstruktur[6].

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk memberikan suatu kajian literatur tentang penerapan teknologi *Big Data* pada pelabuhan di Indonesia.

## II. LANDASAN TEORI

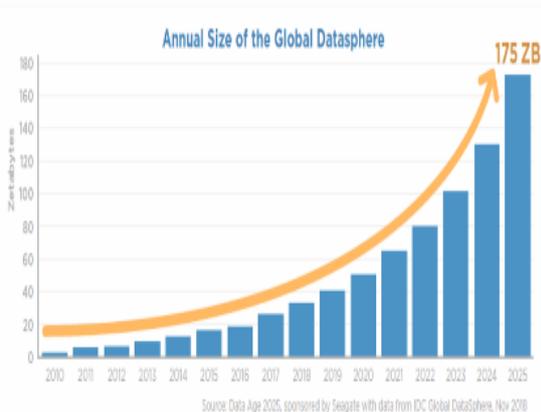
### 1. *Big Data*

*Big Data* pada dasarnya adalah sejumlah data besar baik terstruktur maupun tidak terstruktur untuk memproses data dengan volume tinggi dan kecepatan tinggi dalam pengambilan keputusan. IDC mengatakan bahwa penyimpanan digital 22 Zettabytes (ZB) akan dikirimkan ke semua jenis media penyimpanan antara 2018 dan 2025 dengan hampir 59% dari kapasitas tersebut dipasok oleh industri HDD[7]. Sebagian besar pertumbuhan penyimpanan ini akan berada di cloud karena konsumen dan bisnis menemukan alasan yang lebih besar untuk menyimpan data mereka di cloud yang pusat data dapat diakses melalui internet. IDC mengatakan bahwa pada tahun 2019 lebih banyak data akan disimpan di inti perusahaan kemungkinan banyak di cloud daripada di semua titik akhir yang ada di dunia[7].

#### a) Karakteristik *Big Data*

##### • *Volume*

Dengan digitalisasi dan adanya internet of thing (IoT) maka volume data terus tumbuh secara eksponensial. jumlah data digital yang dihasilkan (yang disebut IDC sebagai Datasphere) akan tumbuh dari 33 ZB pada tahun 2018 menjadi 175 ZB pada tahun 2025 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini [7]:



Gbr 1. Pertumbuhan data digital antara 2010 dan 2025 dalam exabyte. Angka ini menunjukkan peningkatan eksponensial dalam volume data menurut IDC[7]

##### • *Variety*

Tersedia dalam tiga jenis: terstruktur, semi terstruktur, dan tidak terstruktur. Analisis terhadap data yang tidak terstruktur akan memerlukan algoritma yang agak berbeda, seperti data teks,

gambar, suara, dan video. Untuk data-data semacam itu akan memerlukan waktu lebih untuk memprosesnya, karena bisa jadi di dalam data yang tidak terstruktur tersebut masih ada data lain atau data baru yang bisa di analisa[8].

##### • *Velocity*

Data dapat diakses dengan kecepatan yang sangat cepat sehingga dapat langsung digunakan secara *real time*. Karena perkembangan teknologi sehingga kecepatan telah meningkat secara signifikan. Kecepatan yang tinggi ini mengharuskan data yang besar dapat diproses dan dianalisis dengan kecepatan tinggi.

##### • *Veracity*

Memiliki kerentanan dari sisi keakuratan dan kevaliditasan sehingga memerlukan kedalaman untuk menganalisis *Big Data* agar bisa menghasilkan keputusan yang tepat. Karakter veracity mengarah kepada seberapa akurat dan dapat dipercaya suatu data.

##### • *Value*

memiliki nilai yang sangat tinggi apabila diolah dengan cara yang tepat guna atau dapat juga dikatakan seberapa bernilainya atau bermaknanya suatu data.

#### b) Tantangan *Big Data*

Penerapan *Big Data* membawa tantangan besar seperti akuisisi data, manajemen, proses, penyimpanan, dan analisis. Sistem manajemen Pelabuhan di Indonesia menghasilkan sejumlah *Big Data* dari sumber yang berbeda dan dalam format yang berbeda, termasuk: Data lalu lintas, Data kargo, Data cuaca, Data mesin dan lain-lain. Data umumnya dikumpulkan dan diproses jarak jauh dengan tingkat transmisi yang tinggi. Jadi sistem pelabuhan sekarang semakin terbiasa dengan banyak tantangan *Big Data*[9]. Analisis *Big Data* merupakan hal baru pada pelabuhan dalam menangani banyak masalah seperti kemampuan beradaptasi dan integrasi.

Banyak tantangan yang terkait dengan penerapan *Big Data* pada pelabuhan di Indonesia :

- 1. Pengiriman Data** : Pelabuhan biasanya memiliki jumlah sumber data yang sangat banyak. Penyebab utama ketidakpastian berasal dari pengiriman data kepada sumber data tersebut. Setiap sumber data memiliki format yang tertentu, sehingga penting untuk memiliki komunikasi data yang sesuai untuk mengirimkan informasi ke basis data[10].
- 2. Keamanan siber** : keamanan jaringan data dan data manajemen akan menjadi penting untuk pengiriman masa depan. Ini perlu dilindungi dari intervensi eksternal seperti pembajakan, virus atau serangan teroris[11]. Keamanan siber akan menjadi masalah utama yang harus dicegah oleh sistem manajemen di pelabuhan.
- 3. Kualitas Data** : Data berkualitas rendah berpotensi menyebabkan kesalahan dalam interpretasi. Basis

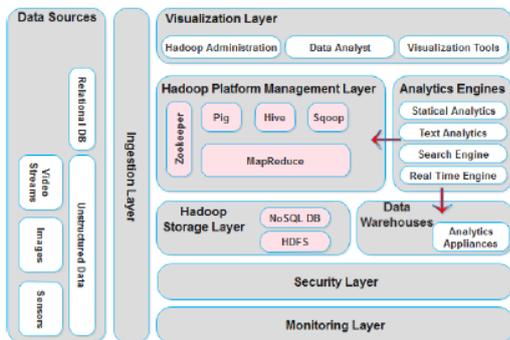
data tidak akan bisa untuk monitoring pada semua data baru yang dimasukkan. Jadi idealnya data harus bebas dari kesalahan. Kualitas data akan menjadi perhatian besar bagi sistem manajemen informasi pada pelabuhan.

4. **Perlindungan Data:** Data akan berpindah antara pihak individu karena kepentingan yang berbeda. Data sensitif akan mungkin perlu dibagikan secara eksternal dengan memprioritaskan keamanan dan privasi untuk perlindungan dan pemeliharaan data kualitas datanya.
5. **Adopsi dan Manajemen Standar:** mengadopsi analitik data besar untuk memahami fitur dan manfaat dari penggunaan data yang tersedia. Perlu menciptakan lingkungan dan kesadaran di seluruh pemangku kepentingan untuk mengadopsi teknologi, alat, dan proses baru dan juga untuk mengatur standar.
6. **Model Bisnis:** Model yang akan memungkinkan pengembangan yang transparan yang terkait dengan transfer pengetahuan dan sistem berbasis data[10].

c) **Arsitektur Big Data**

Sebelum memulai dengan *Big Data* harus memastikan bahwa semua komponen penting dari arsitektur untuk menganalisis semua aspek dari sejumlah *Big Data* yang telah tersedia. Tanpa konfigurasi yang benar akan mengalami kesulitan menangani data yang begitu banyak.

Arsitektur sistem *Big Data* harus dapat mengkonsumsi banyak sekali sumber data dengan cara yang cepat dan murah[12]. Itu juga harus memiliki lapisan berikut: Sumber data, Lapisan Ingesti, Lapisan Visualisasi, Lapisan manajemen Platform Hadoop, Lapisan Penyimpanan Hadoop, Lapisan Infrastruktur Hadoop, Lapisan Keamanan dan Lapisan Pemantauan[9].



Gbr 2. Arsitektur Big Data[9]

Pada Gambar 2 menjelaskan komponen yang diperlukan dari arsitektur yang harus menjadi bagian dari sistem *Big Data* sehingga untuk memilih kerangka kerja open source atau berlisensi untuk memanfaatkan

sepenuhnya semua fitur dari berbagai komponen sistem *Big Data*[12].

Arsitektur sistem *Big Data* terdiri dari lapisan-lapisan berikut:

1. **Lapisan Visualisasi** Merupakan analisis data untuk memahami lebih baik dan lebih cepat, dan karenanya semakin mampu memeriksa berbagai aspek data dalam mode visual yang berbeda.
2. **Manajemen Platform Hadoop** adalah Lapisan ini untuk memproses MapReduce serta bahasa *Query* untuk mengakses database NoSQL dengan menggunakan sistem file penyimpanan HDFS terdistribusi (*PIG, HIVE, Sqoop*, dan lain-lain)
3. **Penyimpanan Hadoop** merupakan Lapisan ini didedikasikan untuk menyimpan data dengan menggunakan penyimpanan dan pemrosesan yang didistribusikan secara besar-besaran yang merupakan perubahan dalam cara perusahaan mengelola data.
4. **Lapisan Ingestion** adalah Lapisan ini memungkinkan untuk memisahkan kebisingan dari informasi yang relevan.
5. **Sumber Data** adalah Lapisan ini mendefinisikan berbagai jenis sumber data di dalam dan di luar perusahaan yang perlu dianalisis dalam solusi *Big Data*.
6. **Mesin Analisis** merupakan sistem internal yang komprehensif untuk menganalisis data dengan cepat.
7. **Data Warehouse** – Lapisan ini membuat ringkasan informasi yang penting dengan tujuan membuat keputusan bisnis, tanpa harus menjelajahi keseluruhan data. Dengan menggunakan data warehouse segala laporan telah diringkas dan dapat pula mengetahui segala rinciannya secara lengkap, sehingga mempermudah proses pengambilan keputusan[13].
8. **Lapisan Keamanan** adalah Lapisan ini dirancang untuk perlindungan data karena keamanan data ini menjadi perhatian utama.
9. **Lapisan pemantauan** merupakan cluster penyimpanan data terdistribusi dan beberapa titik penyerapan sumber data, penting untuk mendapatkan gambaran lengkap tentang sistem *Big Data* dengan sistem pemantauan.

2. **Sistem Pendukung Keputusan**

Sistem manajemen di pelabuhan dan rantai pasokan maritim telah mencapai tingkat kompleksitas, bahwa manajemen operasi rantai pasokan memerlukan metode analitis untuk mendukung objektivitas proses pengambilan keputusan. Sistem Pendukung keputusan adalah solusi terkomputerisasi yang digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan yang kompleks dan untuk memecahkan masalah tertentu.

Metode analisa ini perlu dimasukkan ke dalam platform teknologi dalam bentuk Sistem Pendukung Keputusan, untuk memfasilitasi perhitungan yang diperlukan[14]. Beberapa

sistem pendukung keputusan telah dikembangkan untuk mengatasi berbagai masalah di industri Pelabuhan.

Terkait dengan desain, Ada dua elemen mendasar yang perlu dipertimbangkan:

1. Komponen Sistem Pendukung Keputusan
  - Komponen data
  - Komponen model
  - Komponen keputusan
  - Komponen antarmuka
2. Jenis atau kategori Sistem Pendukung Keputusan
  - Sistem berbasis komunikasi
  - Sistem berbasis data
  - Sistem berbasis dokumen
  - Sistem berbasis pengetahuan
  - Sistem berbasis model

### III. METODE PENELITIAN

Sebagai dasar untuk penelitian ini menggunakan analisis konten yang dapat didefinisikan dengan mengumpulkan bahan seperti publikasi yang relevan mengenai desain dan implementasi *Big Data* dalam sistem pendukung keputusan. Ini merupakan penting untuk memiliki jenis penelitian sehingga dapat mendorong pemahaman yang mendalam serta pengetahuan pada penerapan teknologi *Big Data* pada Pelabuhan di Indonesia.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada dasarnya *Big Data* menjadi perubahan secara signifikan, peluang *Big Data* di berbagai perspektif khususnya pada manajemen informasi sistem di Pelabuhan harus meningkatkan kemampuannya dalam mengumpulkan data yang sangat besar untuk menghasilkan perubahan yang transformatif.

Bagian ini membahas secara rinci penerapan teknologi *Big Data* pada Pelabuhan di Indonesia :

#### 1. *Big Data* dalam pembangunan di Pelabuhan

Otoritas pelabuhan dan regulator mungkin tidak memiliki semua sarana yang diperlukan untuk mengembangkan inovasi teknologi sendiri. Maka dari itu pentingnya bahwa ada kebutuhan untuk menciptakan ekosistem yang memungkinkan, di mana pemerintah, pemangku kepentingan, peneliti, industri, pengguna, pembuat undang-undang, dan lembaga internasional akan diakui dalam transformasi dalam proses inovatif.

Kemajuan dalam infrastruktur komputer dan rekayasa data *science* dalam beberapa tahun terakhir telah berhasil memungkinkan untuk memproses dan menganalisis data besar secara real-time[15]. Data *real time* yang bertujuan untuk membantu meningkatkan pemeriksaan kapal yang berlabuh dan menganalisa kondisi pelabuhan yang sering kali memakan waktu lebih lama dari yang diperkirakan.

Pelabuhan di seluruh dunia telah bermitra dengan perusahaan teknologi untuk meningkatkan efisiensi pelabuhan.

Teknologi ini menghasilkan data dalam jumlah besar, yang datang dalam berbagai bentuk dan harus dibagikan dengan banyak pemangku kepentingan pelabuhan yang berbeda.

Dalam konteks *Big Data*, cakupan informasi ini dapat meningkatkan throughput semua jenis kargo, mengurangi penggunaan sumber daya yang langka, meningkatkan efisiensi, memperlancar pergerakan, *clearance*, dan pengeluaran barang di Pelabuhan, memonitoring kegiatan bea cukai yang tidak efisien. Selain itu, dapat meningkatkan keamanan, kualitas pengalaman pada pemangku kepentingan dan pengguna di pelabuhan dalam platform pemantauan jarak jauh.

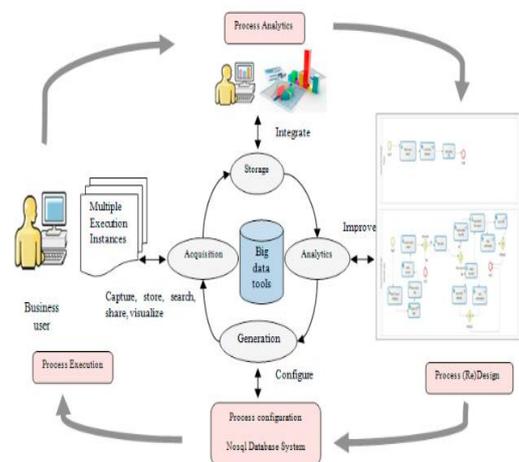
#### 2. *Big Data* untuk peningkatan bisnis pada Pelabuhan

*Big Data* merupakan istilah relatif sehubungan dengan ukuran data yang menjadi besar dan sulit dikelola. Dengan *Big Data*, pelabuhan mulai meningkatkan dan mentransformasi untuk memperkenalkan model bisnis layanan bersama sehingga dapat menyediakan pendekatan yang lebih baik, memberikan business intelligence dan dapat mengubah ekologi teknologi informasi dan komunikasi (TIK) serta industri lainnya[16]. Sifat dari model bisnis adalah alat untuk mengetahui data, memproses data dan mengetraksi nilai dari data tersebut.

Peningkatan model bisnis yang sudah baik dengan cara peningkatan digitalisasi dan *Big Data* analitik yang dapat menggantikan lebih sedikit model bisnis yang efisien dalam jangka panjang[17]. Pendekatan ini menunjukkan bahwa pelabuhan dapat mengambil keuntungan dari *Big Data* secara umum terus berfungsi dengan cara yang sama, hanya lebih efektif dan efisien.

Proses bisnis merupakan suatu langkah awal yang sangat penting dalam menghasilkan system informasi enterprise yang terintegrasi[18]. Hal ini sering dapat dilihat sebagai urutan kegiatan dengan poin keputusan berdasarkan data dalam proses. Proses bisnis tidak dapat dipisahkan dari data eksekusi, artefak dan data yang dihasilkan atau dipertukarkan selama pelaksanaan proses.

Menurut Gambar 3 arsitektur kerangka kerja untuk menggabungkan dua perspektif proses bisnis dan *Big Data*.



Gbr 3. Kerangka kerja *Big Data*[12]

Pemodelan proses melibatkan penataan dan mewakili skenario pelaksanaan kegiatan organisasi menggunakan notasi grafis, konfigurasi proses mengacu pada penyesuaian proses dengan sistem informasi eksternal yang akan dihasilkan dari berbagai sumber data setelah proses telah di rancang harus di monitoring. Analisis proses membutuhkan data masukan untuk melakukan analisis yang diperlukan sehingga kumpulan data harus terintegrasi untuk membantu pengambil keputusan untuk mengarah pada analisis yang komprehensif.

**3. Big Data untuk memprediksi masa depan lebih baik**

Pelabuhan menghadapi persaingan ketat untuk pangsa pasar dan memberikan arus barang yang lebih efektif dan aman di seluruh dunia. Pelabuhan berperforma tinggi menerapkan teknologi cerdas untuk mengelola operasi dengan lebih baik, memenuhi tantangan baru dalam memelihara fasilitas yang aman, terjamin, dan hemat energi yang mengurangi dampak lingkungan.

Big Data memiliki potensi untuk mengubah pelabuhan melalui aplikasi yang menciptakan peluang baru untuk mendorong inovasi dan memberikan hasil yang nyata bagi efisiensi operasional di seluruh pengiriman dunia<sup>[19]</sup>. Dengan menggunakan machine learning teknologi dapat membantu peneliti dan organisasi untuk melihat ke masa depan dengan cara yang lebih akurat dan dapat diandalkan dan membuat prediksi tentang tren masa depan dengan menganalisis pola.

Menurut Sandra Khvoynitskaya memprediksi Big Data tahun 2020 – 2025<sup>[20]</sup>:

- Volume data akan terus meningkat dan bermigrasi ke cloud
- Machine Learning akan terus mengubah landscape
- Ilmuwan data dan CDO akan sangat diminati
- Privasi akan menjadi permasalahan yang besar
- Data cepat dan data yang dapat ditindaklanjuti akan menjadi yang terdepan

**4. Big Data sebagai sistem pendukung keputusan**

Sistem pendukung keputusan merupakan konsep yang lebih kompleks terhadap permasalahannya tetapi akan dapat dipecahkan dan membantu dalam membuat keputusan dalam lingkungan. Ada banyak jenis keputusan, yang perlu diambil secara rutin atau secara berkala. Keputusan tradisional dibuat oleh beberapa orang terpilih seperti manajemen tingkat atas untuk menghadapi pertemuan dan mendiskusikan keputusan dengan pengetahuan.

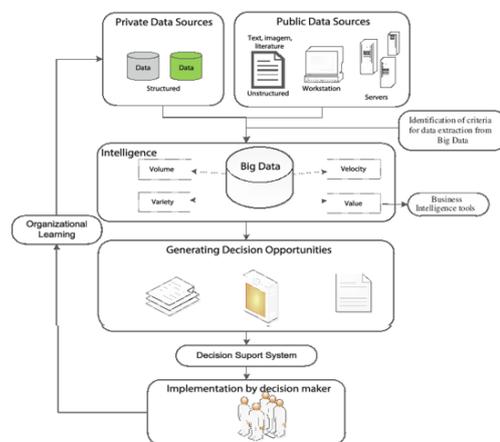
Ada beberapa yang harus di pertimbangkan pada pengambilan keputusan dalam penerapan Big Data:

- Ketepatan Waktu
- Privasi dan keamanan data
- Ukuran
- Mengakses data
- Tantangan teknis

• Sumber daya manusia  
 Kemudian beberapa manfaat dalam penerapan Big Data pada sistem pendukung keputusan :

- Meningkatkan kapasitas penyimpanan
- Mengurangi biaya
- Waktu lebih berkurang
- Meningkatkan efisiensi proses

Proses pengambilan keputusan ditandai oleh dua jenis elemen: organisasi dan teknis. Elemen organisasi adalah yang terkait dengan fungsi kegiatan Pelabuhan harian, di mana keputusan harus dibuat dan diselaraskan dengan strategi pada manajemen Pelabuhan di Indonesia. Elemen teknis termasuk perangkat yang digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan seperti sistem informasi, penyimpanan data, pemodelan formal, dan analisis keputusan. Pada gambar 4. tiap elemen yang digabungkan untuk menentukan model pengambilan keputusan yang terintegrasi menggunakan data besar, intelijen bisnis, sistem pendukung keputusan, dan pembelajaran organisasi, semuanya bekerja bersama untuk memberikan visualisasi yang baik kepada pembuat keputusan tentang peluang terkait keputusan.



Gbr 4. Model integrasi dari proses pengambilan keputusan [21]

V. PENUTUP

Perkembangan dalam dekade terakhir akan memberikan arahan dalam memahami evolusi yang akan datang dari teknologi Big Data. Dengan pertumbuhan data yang eksplosif, Big Data telah membuat dampak yang kuat di hampir setiap Pelabuhan. Penelitian ini mendorong pemahaman yang mendalam serta pengetahuan pada penerapan teknologi Big Data pada Pelabuhan di Indonesia.

Oleh karena itu, Kajian literatur akan diperiksa untuk memberikan wawasan tentang konsep Big Data, karakteristik, tantangan Big Data, arsitektur Big Data serta pentingnya manajemen pelabuhan untuk membuat keputusan yang tepat. Dengan mengimplementasikan Big Data, pengetahuan yang berharga dapat ditemukan dan diteliti untuk meningkatkan

informasi dan kognitif untuk pengambilan keputusan yang dapat membawa perbaikan yang signifikan dalam hal efisiensi, produktivitas, profitabilitas dan kepatuhan.

## REFERENSI

- [1] "Smart ports are needed for shipping to recover from the pandemic." <https://blogs.adb.org/blog/smart-ports-are-needed-shipping-recover-pandemic>.
- [2] W. S. Shen and C. M. Khoong, "A DSS for empty container distribution planning," *Decis. Support Syst.*, vol. 15, no. 1, pp. 75–82, 1995, doi: 10.1016/0167-9236(94)00037-S.
- [3] W. I. Report, *World Investment Report 2010: Investing in a low-carbon economy (overview)*, vol. 19, no. 2, 2010.
- [4] P. Kementerian, "PM 23 Tahun 2015." 2015.
- [5] Tom Coughlin, "175 Zettabytes By 2025," *Forbes*.
- [6] M. P. Fanti, G. Iacobellis, W. Ukovich, V. Boschian, G. Georgoulas, and C. Stylios, "A simulation based Decision Support System for logistics management," *J. Comput. Sci.*, vol. 10, pp. 86–96, 2015, doi: 10.1016/j.jocs.2014.10.003.
- [7] D. Reinsel, J. Gantz, and J. Rydning, "The Digitization of the World - From Edge to Core," *Fram. Int. Data Corp.*, no. November, p. US44413318, 2018, [Online]. Available: <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>.
- [8] S. Biswas and J. Sen, "A Proposed Architecture for *Big Data* Driven Supply Chain Analytics."
- [9] A. Erraissi, A. Belangour, and A. Tragma, "A *Big Data Hadoop* building blocks comparative study," *Int. J. Comput. Trends Technol.*, vol. 48, no. 1, pp. 36–40, 2017, doi: 10.14445/22312803/ijctt-v48p109.
- [10] I. Zaman, K. Pazouki, R. Norman, S. Younessi, and S. Coleman, "Challenges and opportunities of *Big Data* analytics for upcoming regulations and future transformation of the shipping industry," *Procedia Eng.*, vol. 194, pp. 537–544, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.08.182.
- [11] ISO, "*Big Data*: Preliminary Report 2014," *Int. Organ. Stand.*, pp. 1–36, 2014, [Online]. Available: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/develo>
- [12] ping\_standards/docs/en/big\_data\_report-jtc1.pdf. A. Hassani and S. A. Gahnouchi, "A framework for Business Process Data Management based on *Big Data* Approach," in *Procedia Computer Science*, 2017, vol. 121, pp. 740–747, doi: 10.1016/j.procs.2017.11.096.
- [13] F. C. Daeng Bani, Suharjito, Diana, and A. S. Girsang, "Implementation of Database Massively Parallel Processing System to Build Scalability on Process Data Warehouse," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 135, pp. 68–79, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.08.151.
- [14] D. J. Power, "Understanding data-driven decision support systems," *Inf. Syst. Manag.*, vol. 25, no. 2, pp. 149–154, 2008, doi: 10.1080/10580530801941124.
- [15] D. Sarabia-Jacome, C. E. Palau, M. Esteve, and F. Boronat, "Seaport Data Space for Improving Logistic Maritime Operations," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 4372–4382, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2963283.
- [16] M. Q. Shabbir and S. B. W. Gardezi, "Application of *Big Data* analytics and organizational performance: the mediating role of knowledge management practices," *J. Big Data*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.1186/s40537-020-00317-6.
- [17] W. A. Günther, M. H. Rezazade Mehrizi, M. Huysman, and F. Feldberg, "Debating *Big Data*: A literature review on realizing value from *Big Data*," *J. Strateg. Inf. Syst.*, vol. 26, no. 3, pp. 191–209, 2017, doi: 10.1016/j.jsis.2017.07.003.
- [18] R. Yunis, "Arsitektur Bisnis: Pemodelan Proses Bisnis Dengan Object Oriented," *Seminar*, vol. 2010, no. semnasIF, pp. 167–173, 2010.
- [19] Nayab Naseer, "The Use of *Big Data* in Ports and Terminals," 2015. <https://suyati.com/blog/uses-of-big-data-in-ports-and-terminals/>.
- [20] Sandra Khvoynitskaya, "The future of *Big Data*: 5 predictions from experts for 2020-2025." <https://www.itransition.com/blog/the-future-of-big-data>.
- [21] T. Poletto, V. D. H. De Carvalho, and A. P. C. Seixas Costa, "The roles of *Big Data* in the decision-support process: An empirical investigation," *Lect. Notes Bus. Inf. Process.*, vol. 216, no. December 2018, pp. 10–21, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-18533-0\_2.