

PENERAPAN *DIGITAL TWIN* UNTUK MENGURANGI DAMPAK BENCANA

Maraya Abisurya Patandianan dan Fuad Mahfud Assidiq

Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin

Email: abisuryap31@gmail.com

Abstrak

Suatu negara tidak bisa terhindar dari yang namanya bencana, baik itu bencana alam maupun bencana karena kecerobohan manusia. Bencana kian kemari kian mengalami peningkatan. Kerusakan dan korban jiwa tidak bisa terhindari. Di era industri 4.0 sudah saatnya untuk melakukan penerapan teknologi terbaru pada fokus infrastruktur, yaitu perancangan konstruksi dan pencegahan bencana untuk dapat mengurangi jumlah kerusakan dan korban jiwa. *Digital Twin* (DT) adalah salah satu dari teknologi yang menjanjikan untuk menaklukkan tantangan tersebut. Tersebar luasnya *Building Information Modeling* (BIM) dan hadirnya *Internet of Things* (IoT) penerapannya DT digunakan untuk memprediksi bencana dengan mengandalkan riwayat data sebelumnya. Studi ini mengusulkan untuk di pakaikannya teknologi DT karena masih kurangnya referensi, pengetahuan dan penerapan teknologi ini pada bangunan atau model nyata untuk mencegah serta mengurangi dampak bencana.

Kata Kunci: Bencana, *Digital Twin*, Teknologi, Pencegahan, Pengetahuan

Abstract

A country cannot avoid disasters, be it natural disasters or disasters caused by human carelessness. Disasters are increasing day by day. Damage and casualties are inevitable. In the industrial era 4.0, it is time to apply the latest technology to the focus of infrastructure, namely construction design and disaster prevention to reduce the amount of damage and casualties. Digital Twin (DT) is one of the promising technologies to conquer these challenges. The widespread use of Building Information Modeling (BIM) and the advent of the Internet of Things (IoT) apply DT to predict disasters by relying on historical data. This study proposes the use of DT technology due to the lack of reference, knowledge and application of this technology on real buildings or models to prevent and reduce the impact of disasters.

Keywords: Disaster, Digital Twin, Technology, Prevention, Knowledge

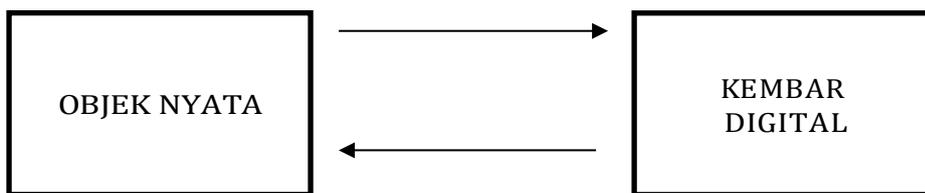
PENDAHULUAN

Bencana alam kian kemari kian mengalami peningkatan yang dilihat perkembangannya sejak awal tahun 2000an dan tidak bisa terhindarkan dari kerugian besar serta kerusakan (GOFF 2021). Bencana alam adalah kejadian yang kompleks dan tidak dapat dipastikan terjadinya yang berimbas pada perekonomian, lingkungan dan kehidupan manusia (Wattenhall 2009). Banyak dari negara-negara telah mendirikan badan penanggulangan bencana alam seperti di Indonesia BNPB, *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) dari Amerika Serikat, *the Ministry of Emergency Management of China and United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNDRR), *Japan's Climate Change and Disaster Prevention Strategy in the Era of Climate Crisis* (Cabinet Office, Government of Japan 2020) *China's 14th Five-Year Plan* (General Office of the State Council 2021), and *the United States National Disaster Preparedness Goals* (FAMA 2015).

Belakangan ini berbagai tim peneliti dari berbagai disiplin ilmu seperti ilmu informasi, ilmu komputer dan ilmu sosial terus berusaha untuk mengembangkan, mengumpulkan informasi dan teknologi komunikasi serta kecerdasan buatan (AI) yang bertujuan untuk meningkatkan penanggulangan bencana. (Chao Fan dan Mostafavi, 2019). Mengintegrasikan teknik TIK dan AI dari penelitian yang dilakukan diberbagai disiplin ilmu. *Digital Twin* adalah teknologi baru yang mengalami lonjakan baru-baru ini yang berfokus pada siklus hidup dan analisis prediktif untuk berbagai industri dan domain. *Digital twin* adalah alat yang digunakan untuk menghubungkan manusia yang berada pada model asli dan nyata dengan dunia model virtual. DT memiliki banyak kegunaan, tidak hanya bisa memberikan informasi kerusakan pada alat atau sistem tetapi dapat juga memberikan informasi suatu kondisi terbaru, memberikan cara optimum untuk menyelesaikan masalah, berfungsi untuk melakukan pengawasan dan merekomendasikan beberapa tindakan yang dapat dilakukan jika terdapat kerusakan. Empat kerangka utama DT adalah: (1) multi-data penginderaan untuk pengumpulan data, (2) integrasi dan analitik data, (3) teori pengambilan keputusan, dan (4) analisis jaringan dinamis. Kemajuan AI telah membawa peluang untuk mengatasi tantangan ini dalam mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis berbagai jenis data yang terkait dengan bencana.



DT secara umum dapat didefinisikan sebagai alat untuk merepresentasikan virtual dari suatu sistem/objek nyata, representasi kondisi objek sebetulnya, dan merupakan jalur nyata objek sesungguhnya dengan model virtual yang dilakukan sesuai dengan apa yang diperlukan



Gambar 1. DT Berdasarkan Publikasi Jurnal (Singh. 2021)

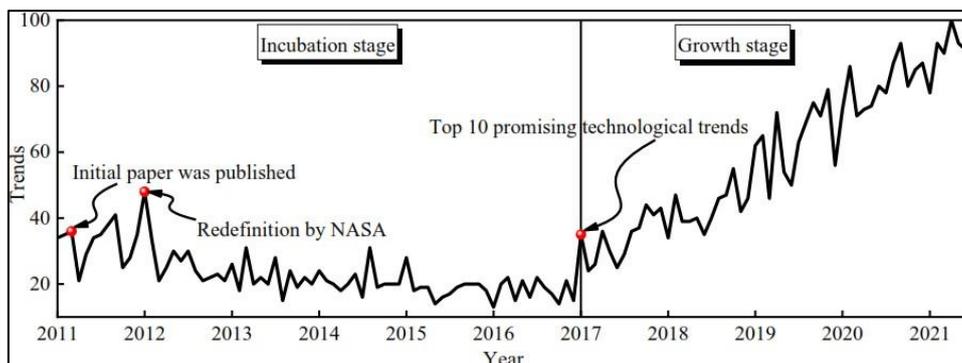
Digital Twin adalah salah satu yang teknologi populer untuk mengelola lingkungan dan memfasilitasi konektivitas yang diperlukan untuk mitigasi dan mengurangi kerusakan infrastruktur akibat bencana. Digital Twin didefinisikan secara luas sebagai integrasi data yang mudah antara objek fisik dan virtual (Grieves 2014). DT berasal dari teknologi simulasi; interoperabilitas, ketepatan waktu dan prediktibilitas antara objek fisik dan virtual telah diperdalam belakangan ini, termasuk model simulasi digital (Chao Fan.2021). Kembar Digital dilengkapi dengan simulasi dan visualisasi yang memudahkan dengan penggunaan virtual reality atau augmented reality.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada pemuatan makalah ini adalah dengan study pustaka. Metode dilakukan dengan membaca, mengumpulkan dan merangkum data referensi dari berbagai jurnal dan artikel terkait seperti Researchgate, Google Scholar, dan web pendukung lainnya.

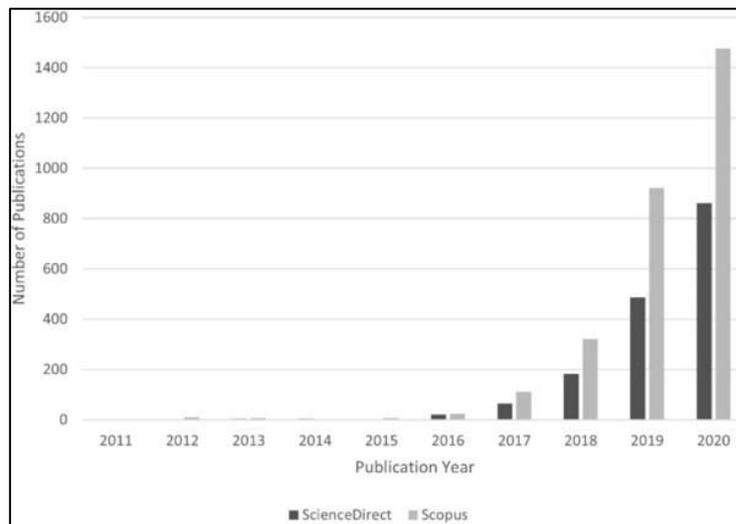
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep dari kembar digital sebetulnya bukanlah teknologi baru. Konsep ini pertama kali digunakan pada tahun 1960 oleh badan luar angkasa Amerika (NASA). Ketika itu NASA menggunakan itu untuk membuat kembaran sistem untuk misi luar angkasa untuk menguji perlengkapan dan untuk merencanakan biaya yang diperlukan ketika berada di luar angkasa. Untuk kembar digital sendiri diperkenalkan secara resmi pada tahun 2002 oleh penasihat NASA Dr. Michael Grieves. Itu juga dikembangkan pada dunia pesawat tempur Amerika dan diterapkan pada model badan pesawat terbang pada tahun 2013. Teknologi kembar digital menjadi teknologi yang menjanjikan karena saat ini sudah tersebar luas pengguna dari IoT (Internet of things). IoT sendiri memerlukan transmisi berkecepatan tinggi dan dengan kecepatan internet yang memadai karena merupakan faktor utama yang harus diutamakan untuk mengoptimalkan kemampuan IoT dalam mengontrol objek sesungguhnya. IoT sendiri memiliki kekurangan karena dapat memberikan celah ketika terjadi peretasan melalui internet. Terkhusus ketika melakukan pengelolaan bencana karena mencakup data privasi dan mengakibatkan tingkat keamanan menjadi rentan terhadap peretasan. Pada banyak studi dapat menyatakan bahwa DT tidak hanya dapat mendukung pengelolaan terhadap bencana pada infrastruktur dan daerah perkotaan, namun juga dapat menuntun dalam bidang kesehatan salah satunya pada jenis epidemic (Ivanov and Das.2020). Hampir seluruh penjuru dunia sedang dalam masa transisi menuju penggunaan DT sebagai Complex Engineering Object (CEoO). Untuk sejauh ini penggunaan DT masih belum jelas interaksinya dengan dunia industri, kemungkinan karena DT dibuat oleh berbagai organisasi dan belum jelas standar regulasinya (Zhabitskii. 2021). Perkembangan DT di dunia melihat dari laporan jurnal yang beredar dapat disimpulkan mengalami tren pertumbuhan pada tahun 2017 berdasarkan paper yang diterbitkan.



Gambar 2. Grafik Berdasarkan Publikasi Jurnal (Dianyou Yu. 2022)





Gambar 3. Grafik Berdasarkan Publikasi Jurnal (Singh. 2021)

Berdasarkan pada jurnal yang telah dirangkum dari berbagai sumber penerapan *digital twin* pada objek nyata adalah sebagai berikut dengan beberapa aspek yang diperhatikan yaitu penggunaan sensor, fungsi utama kembar digital, dan dampak penggunaan kembar digital pada objek nyata. Alat yang diperlukan untuk menerapkan T pada model: Dalam perawatan dan penanggulangan bencana, DT juga memerlukan bagian data yang penting, yaitu dari pengumpulan data pribadi; data yang diperoleh dari sensor, UAVs, laser *Scanner*, satelit, dan robot: dan data dari beberapa responden yang merasakan dari model tersebut. Kembar Digital sendiri saat ini sudah terintegrasi dengan pertanian, perkeretaapian, kota cerdas, kesehatan, *aerospace*, transportasi dan *automotive*.

Tipe-tipe *digital twin* adalah sebagai berikut :

1. DTI : digunakan untuk memvalidasi perilaku dan kinerja yang diharapkan dari produk tersebut.
2. DTP : mencatat informasi dan karakteristik mengenai kembarannya, ketika kedua prototype digabungkan dan informasi nilai penyimpanan.
3. PDT : digunakan untuk memonitor, agrgate dan anaslisa produk. PDT dapat memproses informasi desain dan dapat digunakan untuk pengoptiamlan, perawatan dan kesimpulan penggambaran hasil dari performa produk.

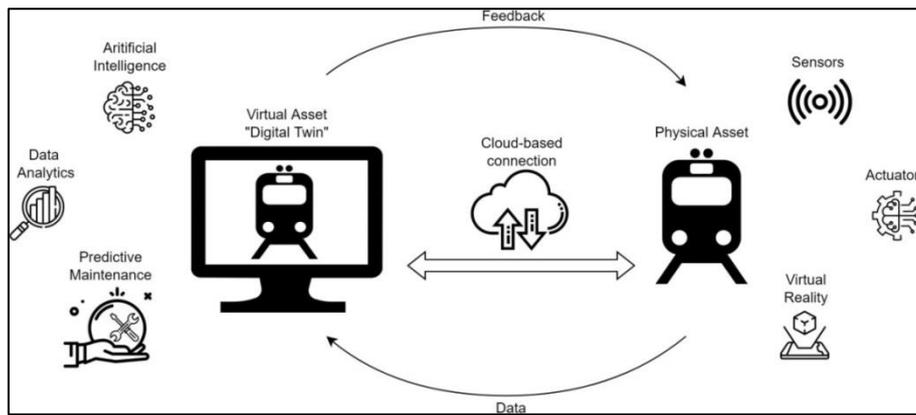
DIGITAL TWIN PADA PERTANIAN

Pertanian memiliki tingkat kesulitan tinggi, kompleks dan dinamis disebabkan sangat mengandalkan kondisi alam seperti cuaca, hama, kondisi tanah, musim dan iklim (Fountas et al. 2013). Penerapan DT dapat dilihat pada perkebunan pintar dengan berbasis pada teknologi terkhusus untuk pernanaman yang presisi, dengan menerapkan IoT dan simulasi. *Digital Twin* pada Kota PintarSalah satu penerapan *Digital Twin* adalah pada kota pintar untuk mengevaluasi dan menganalisa data untuk menentukan keputusan akhir. Beberapa contoh solusi pada ruang kota, mobilitas dan konsep penduduk *Digital Twin* adalah sebagai berikut:

1. Memprediksi *real time* untuk melakukan perawatan bangunan = 91% (dengan menggunakan kecerdasan buatan)
2. Penggunaan drone untuk inspeksi lokasi = 88% (penerapan dengan penggunaan kamera, LIDAR dan sensor)
3. Lapran langsung keadaan lalulintas dan tranportasi publik = 96% (dengan penerapan smart sensing) (Botin.2022)

DIGITAL TWIN PADA PERKERETAAPIAN

Penerapan DT pada sektor perkeretaapian digunakan untuk melakukan monitor fisik (kereta api dan infrastruktur), pengawasan pada pergerakan kereta api, memberikan informasi kepada penumpang di dalam kereta dan mendeteksi kerusakan baik infrastruktur maupun dari kereta api itu sendiri (Ruth.2022). Pada suatu studi didalam suatu proyektesis, penulis melakukan penelitian yang berfokus pada *machine learning* (ML) dan mempelajari data tersebut dan membandingkan data dari alat dan sensor lain diharapkan dengan banyaknya data dapat mengurangi risiko terjadinya kerusakan.



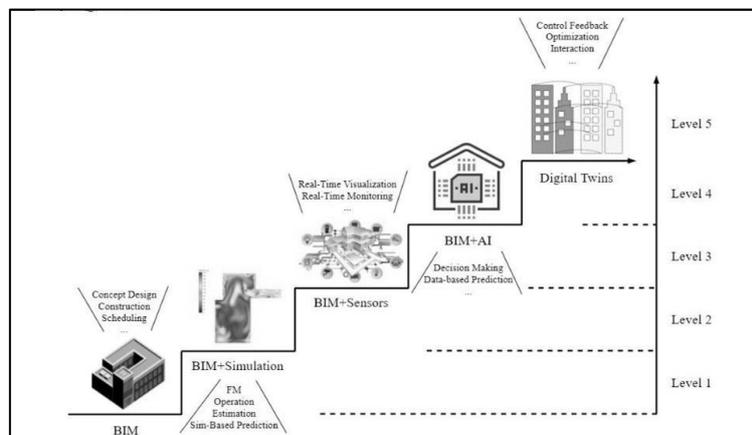
Gambar 4. fitur DT (G. Bhatti.2021)

Penerapan DT pada perkertaapian memiliki peran penting untuk meningkatkan sistem dalam dunia perkeretaapian. Terutama pada algoritma kepintaran buatan, metode dan Teknik DT dalam memprediksi perawatan di dalam dunia perkeretaapian untuk mengurangi komunikasi yang tidak sinkron antara manusia dan komputer.

DIGITAL TWIN PADA BANGUNAN

Pada suatu bangunan secara umum terdiri dari disain, kontruksi, dan perawatan (vanlande et al. 2008). Selain daripada itu suatu bangunan juga mengetahui reaksi dari bangunan terhadap isinya yaitu fasilitas dan penghuninya (Das et al. 2015, Tang et al. 2020). Infrastruktur bangunan telah mengalami perkembangan teknologi yaitu evolusi yang diawali dari penggunaan CAD pada tahun 1992 kemudian lahirnya BIM yang menjadi pusat perhatian yang berkembang luas dan menjadi primadona di 10 tahun terakhir(Li et al. 2017). Konsep DT sendiri awalnya berasal dari lingkup *aerospace* dan merembak ke dunia industri produksi(Negri et al. 2017, Zhang et al.2019).

Berdasarkan dari berbagai studi yang berkaitan dengan BIM, IoT dan DT yang berhubungan dengan bangunan mencakup jurnal, buku dan tesis. Kemudian dilanjutkan dengan Analisa terhadap penggunaan dengan teknologi yang digunakan dan didapatkan 123 artikel terkait. (Min et al. 2021).



Gambar 5. Evaluasi BIM ke DT pada bangunan (Min et al. 2021)

Tabel 1. Jumlah paper yang digunakan(Min et al. 2021)

Level	Jumlah Artikel
Level 1(BIM review)	23
Level 2(BIM-supported Simulation)	40
Level 3(BIM dengan sensor terintegrasi)	45
Level 4(BIM terintegrasi dengan AI)	9
Level 5(Konsep DT Ideal)	6
Jumlah	123

Berdasarkan hasil ulasan dari artikel, studi dan hasil dari mengumpulkan data didapatkan bahwa DT digunakan dalam berbagai aspek termasuk dalam pengawasan, memperkirakan dan dalam tugas peningkatan. Penggunaan DT



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

dinilai masih minim dalam penerapannya (Min et al. 2021).

KESIMPULAN

Banyak tantangan dalam menerapkan *Digital Twin* dalam usaha untuk mengurangi dampak dan mencegah kerusakan akibat bencana. Teknologi yang bisa dianggap baru dan masih sedikitnya referensi mengenai standar regulasi *Digital Twin* dalam kebencanaan dan masih kurangnya pengetahuan serta informasi yang dapat diterima oleh umum mengenai penerapan teknologi yang menjanjikan ini untuk kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Botín-Sanabria, D. M., Et al. (2022). Digital Twin Technology Challenges and Applications: A Comprehensive Review. In *Remote Sensing* (Vol. 14, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/rs14061335>
- [2] Deng, M., Menassa, C. C., & Kamat, V. R. (2021). From BIM to digital twins: A systematic review of the evolution of intelligent building representations in the AEC-FM industry. *Journal of Information Technology in Construction*, 26, 58–83. <https://doi.org/10.36680/J.ITCON.2021.005>
- [3] Doğan, Ö. Et al. (2021). Digital Twin Based Disaster Management System Proposal: DT-DMS. Muğla, Turkey. Emerging Computer Technologies Research Article.
- [4] Eramo, R., Et al. (2022). Conceptualizing Digital Twins. *IEEE Software*, 39(2), 39–46. <https://doi.org/10.1109/MS.2021.3130755>
- [5] Fan, C., Zhang, C., Yahja, A., & Mostafavi, A. (2019). Disaster City Digital Twin: A Vision for Integrating Artificial and Human Intelligence for Disaster Management.
- [6] Ford, D. N., & Wolf, C. M. (2020). Smart Cities with Digital Twin Systems for Disaster Management.
- [7] *Journal of Management in Engineering*, 36(4). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000779](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000779)
- [8] Ghaith, M., Yosri, A., & El-Dakhkhni, W. (2021). Digital Twin: A City-Scale Flood Imitation Framework. <https://www.researchgate.net/publication/352055849>
- [9] <https://www.plmportal.org>. (2019). The Digital Twin Theory - A New View on a Buzzword. <https://www.hs-owl.de/fb7/en/laboratorien/www.bigdata-owl.de>
- [10] Singh, M., Et al (2021). Digital twin: Origin to future. In *Applied System Innovation* (Vol. 4, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/asi4020036>
- [11] Verdouw, C., Tekinerdogan, B., Beulens, A., & Wolfert, S. (2021). Digital twins in smart farming. *Agricultural Systems*, 189. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103046>
- [12] You, Y., Chen, C., Hu, F., Liu, Y., & Ji, Z. (2022). Advances of Digital Twins for Predictive Maintenance. *Procedia Computer Science*, 200, 1471–1480. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.348>
- [13] Yu, D., & He, Z. (2022). Digital twin-driven intelligence disaster prevention and mitigation for infrastructure: advances, challenges, and opportunities. In *Natural Hazards* (Vol. 112, Issue 1, pp. 1– 36). Springer Science and Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05190-x>
- [14] Yun, S. J., Kwon, J. W., & Kim, W. T. (2022). A Novel Digital Twin Architecture with Similarity-Based Hybrid Modeling for Supporting Dependable Disaster Management Systems. *Sensors*, 22(13). <https://doi.org/10.3390/s22134774>
- [15] Zhabitskii, M., Melnikov, V., & Boyko, O. (2021). Actual problems of the full-scale digital twins technology for the complex engineering object life cycle management. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 808(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/808/1/012020>.