

STUDI AWAL PENGARUH COVID-19 TERHADAP PEKERJAAN KONSTRUKSI TRADISIONAL DAN KONSTRUKSI 4.0

Bryan Sangtania¹, Ivan Wimar Astanto² and Paul Nugraha³

ABSTRAK : Pekerjaan konstruksi untuk saat ini terbagi atas dua yaitu pekerjaan konstruksi tradisional dan konstruksi 4.0. Pada era pandemi COVID-19 saat ini, sektor konstruksi juga terkena dampak akibat COVID-19. Sehingga pada penelitian ini ingin mengetahui tentang pengaruh COVID-19 terhadap pekerjaan konstruksi tradisional dan konstruksi 4.0. Penelitian dilakukan dengan cara studi literatur dan survei. Studi literatur digunakan untuk mengumpulkan data untuk menjabarkan aktivitas dari pekerjaan konstruksi, kemudian mengumpulkan data tentang level resiko COVID-19 terhadap pekerjaan konstruksi. Hasil dari data level resiko menunjukkan bahwa pekerjaan konstruksi tradisional terpengaruh oleh COVID-19 sedangkan pekerjaan konstruksi 4.0 kurang terpengaruh COVID-19. Setelah itu, survei dilakukan kepada para pelaku konstruksi di Indonesia agar dapat mengetahui seberapa terpengaruhnya pekerjaan konstruksi tradisional terhadap COVID-19 dari pandangan responden. Hasil penelitian secara umum menunjukkan bahwa pekerjaan konstruksi tradisional dinilai terpengaruh oleh COVID-19. Saat hasil penelitian dibandingkan dengan level resiko pekerjaan, hasilnya secara umum keduanya memiliki kecocokan. Sehingga pekerjaan konstruksi tradisional terpengaruh oleh COVID-19 dan konstruksi 4.0 kurang terpengaruh oleh COVID-19.

KATA KUNCI: pekerjaan konstruksi tradisional, konstruksi 4.0, COVID-19, pengaruh.

1. PENDAHULUAN

Pada akhir tahun 2019 seluruh dunia di gemparkan dengan munculnya wabah terbaru virus corona yang bermula di Wuhan, Provinsi Hubei, China. Pada 11 Maret 2020, *World Health Organization* (WHO) menetapkan COVID-19 sebagai pandemi global. Penyebaran COVID-19 dapat diminimalisasi dengan cara menggunakan masker, *eye protection*, rajin mencuci tangan, dan *physical distancing*.

COVID-19 tidak hanya berdampak pada sektor kesehatan tetapi sangat berdampak juga pada berbagai sektor, mulai dari sektor pariwisata, ekonomi, manufaktur, sosial, hingga konstruksi. Dapat diketahui dalam dekade ini bahwa perkembangan di sektor konstruksi terjadi sangat pesat di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Perkembangan tersebut bisa dilihat dari perubahan sistem kerja dari konstruksi tradisional hingga saat ini memasuki era industri konstruksi 4.0. Di Indonesia sistem kerja atau pekerjaan konstruksi tradisional masih lebih banyak digunakan dalam pekerjaan proyek konstruksi dibandingkan dengan konstruksi 4.0.

Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Menganalisa seberapa besar pengaruh pandemi COVID-19 kepada pekerjaan konstruksi tradisional, (2) Menganalisa seberapa besar pengaruh pandemi COVID-19 kepada pekerjaan konstruksi 4.0, (3) Menganalisa aktifitas pekerjaan konstruksi tradisional mana yang paling terpengaruh oleh pandemi COVID-19.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21415189@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21415202@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, pnugraha@petra.ac.id

Ruang lingkup dan batasan masalah dari penelitian ini adalah: (1) Pekerjaan konstruksi pada situs konstruksi, (2) Tidak termasuk faktor ekonomi, (3) Survei dilakukan pada proyek di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pekerjaan Konstruksi

Pekerjaan konstruksi yang umum digunakan saat ini adalah (1) Pekerjaan konstruksi tradisional, dan (2) Pekerjaan konstruksi 4.0. Pekerjaan konstruksi tradisional adalah pekerjaan konstruksi yang mengacu pada metode dan teknik yang digunakan selama berabad-abad untuk membangun suatu konstruksi maupun infrastruktur. Mengacu pada fakta bahwa pekerjaan konstruksi tradisional dari awal proses pembangunan dilakukan secara langsung oleh para pekerja konstruksi secara manual (Ajugiyi et al., 2017); (Kadir et al., 2006). Sedangkan pada era industri 4.0 saat ini, bidang konstruksi juga beradaptasi menjadi era digitalisasi. Sehingga pengaruh industri 4.0 pada bidang konstruksi dikenal dengan istilah konstruksi 4.0. Konstruksi 4.0 adalah sebuah inovasi di sektor manufaktur yang memungkinkan penggabungan dunia fisik dan virtual menggunakan *Internet of Things* (IoT), simulasi, dan virtualisasi (Osunsanmi et al., 2018).

2.2. Teknologi pada Pekerjaan Konstruksi

Pada era industri 4.0 ini sudah terdapat banyak teknologi yang dapat membantu pekerjaan konstruksi sehingga dapat meningkatkan efisiensi, efektifitas, dan meminimalisasi biaya pada pekerjaan konstruksi. Hal ini membuat para profesional yang bekerja di bidang konstruksi sadar betapa bergunanya penggunaan teknologi untuk menunjang kinerjanya. Terdapat 3 kategori untuk mengelompokkan teknologi-teknologi yang dapat membantu pekerjaan konstruksi, yaitu (1) Bagian luar situs (prefabrikasi), (2) Bagian dalam situs dan robotik, dan (3) *Drone* dan kendaraan otonom (Perrier, 2020); (Delgado., 2019).

Kategori Bagian Luar Situs (Prefabrikasi) mencakup berbagai teknologi yang memproduksi komponen bangunan di luar situs konstruksi. Teknologi yang termasuk dalam kategori ini adalah *Building Component Manufacturing* (BCM) dan *Large-Scale Prefabrication* (LSP). BCM adalah teknologi yang mengubah bahan dasar bangunan seperti beton, baja, kayu, dan bata menjadi komponen siap pakai. Sedangkan LSP adalah teknologi yang menggabungkan hasil BCM dan menjadikannya sebuah kesatuan ruangan.

Kategori Bagian Dalam Situs dan Robotik merupakan teknologi yang digunakan di dalam situs konstruksi. Teknologi ini memanfaatkan robot untuk bekerja menggantikan tenaga manusia sehingga memiliki efektifitas dan efisiensi yang tinggi. Robot yang digunakan pada situs konstruksi disebut *single task construction robots* (STCRs). STCRs memiliki sangat banyak tipe yang dapat membantu pekerjaan konstruksi. STCRs yang sekarang banyak digunakan adalah robot pencetak dinding, robot pemasang batu bata, robot pengelasan baja, robot pengecatan, robot pemasang fasad bangunan.

Teknologi *drone* dapat digunakan untuk membantu menyurvei, menginspeksi, dan memonitori kondisi secara keseluruhan di situs konstruksi termasuk tempat yang sulit dijangkau dan berbahaya. Teknologi kendaraan otonom mampu mengebor, menggali, dan memindahkan tanah sendiri tanpa pengemudi dengan bantuan GPS.

2.3. Perbedaan Pekerjaan Konstruksi Tradisional dan 4.0

Pada pekerjaan konstruksi tradisional dan 4.0 terdapat perbedaan yang sangat menonjol yaitu penggunaan sumber daya manusia. Pada konstruksi tradisional semua pekerjaannya dilakukan secara manual, akan tetapi pada konstruksi 4.0 sudah terdapat banyak teknologi yang dapat membantu mengerjakan pekerjaan konstruksi. Penulis meninjau beberapa aktivitas pekerjaan konstruksi, kemudian untuk pelaksanaan pada pekerjaan konstruksi tradisional dan pekerjaan konstruksi 4.0. Penulis menggunakan jurnal dan laporan pelaksanaan di proyek untuk menentukan aktivitas

pelaksanaan yang di gunakan pada pekerjaan tersebut. Dari data di atas, penulis membuat tabel aktivitas pekerjaan konstruksi untuk konstruksi tradisional dan konstruksi 4.0 seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tabel Aktivitas Pekerjaan Konstruksi untuk Konstruksi Tradisional dan Konstruksi 4.0

Aktivitas/Kegiatan	Pekerjaan Konstruksi	
	Tradisional	4.0
Pembuatan pagar sementara	Dibuat secara manual	Dibuat secara manual
Galian tanah	Menggunakan ekskavator	Menggunakan kendaraan otomatis
Urugan tanah	Menggunakan ekskavator	Menggunakan kendaraan otomatis
Pemadatan tanah	Menggunakan bulldozer	Menggunakan kendaraan otomatis
Pemasangan pondasi	Menggunakan mesin pancang	Menggunakan mesin pancang
Pembuatan struktur beton bertulang	Membuat bekisting, Membuat pembersian, Pengecoran	Menggunakan beton pre-cast
Pembuatan struktur baja	Dikerjakan secara manual	Menggunakan BCM
Pembuatan dinding	Memasang bata secara manual	Menggunakan robot pemasang bata
Plesteran dinding	Plester secara manual	Menggunakan robot plester
Instalasi listrik	Dikerjakan secara manual	Dikerjakan secara manual
Instalasi saluran air	Dikerjakan secara manual	Dikerjakan secara manual
Pekerjaan lantai	Dikerjakan secara manual	Menggunakan BCM
Pemasangan fasad	Memasang secara manual	Menggunakan robot pemasang fasad bangunan
Pekerjaan plafon	Dikerjakan secara manual	Menggunakan BCM
Pengecatan	Mengecat secara manual	Menggunakan robot pengecat
Pekerjaan atap	Pembuatan kuda-kuda, nok, gording, usuk dan reng, balok tembok, dan lisplank	Menggunakan BCM
Kontrol (menyurvei, menginspeksi, dan memonitori)	Mengecek sendiri setiap lokasi yang butuh dikontrol	Menggunakan <i>drone</i>

2.4. Dampak COVID-19 terhadap Pekerjaan Konstruksi

Dampak dari COVID-19 terhadap pekerjaan konstruksi dibuktikan oleh survei yang dilakukan Gamil (2020). Yang hasil surveinya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Tabel Hasil Survei Dampak COVID-19 terhadap Pekerjaan Konstruksi

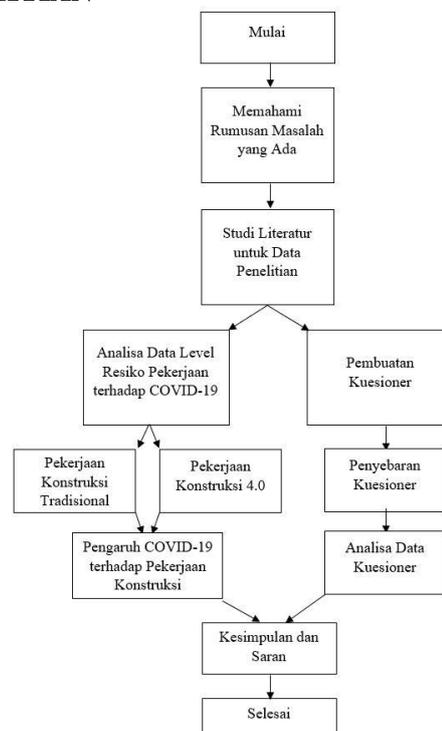
Identified Impacts from exploratory interviews	Frequency of the Level of Impact					AI
	Not impacted (1)	Slightly impacted (2)	Neutral (3)	Very impacted (4)	Extremely impacted (5)	
1. Suspension of projects	2	3	11	37	76	4.411
2. Labor impact and job losing (workforce shortage)	7	5	2	41	74	4.318
3. Time overrun	2	7	10	44	66	4.279
4. Cost overrun	7	3	11	56	52	4.109
5. Financial impact	7	3	8	81	30	3.961
6. Supply shortage	9	12	9	51	48	3.907
7. Interruption of Planning and scheduling	8	13	28	68	12	3.488
8. Restriction of movement on the work and travel bans	15	17	31	29	37	3.434
9. Shortage of materials to support running projects and sudden fluctuation of material price	27	6	14	56	26	3.372
10. Interruption of contractual terms (legal issues)	12	16	34	49	18	3.349
11. Socioeconomics impact	14	28	21	36	30	3.310
12. Impact on the existing accomplished activities	33	12	7	45	32	3.240
13. Uncertainty of survival	22	19	44	18	26	3.054
14. Impact on Research and technology	23	47	48	9	2	2.380

Hasil dari survei pada **Tabel 2** menunjukkan bahwa yang paling berdampak adalah permasalahan banyak proyek yang harus dihentikan sementara, para pekerja yang berkurang dikarenakan pengurangan pekerja agar tidak terlalu banyak orang pada suatu lokasi yang sama, kekurangan pasokan, dan akhirnya menyebabkan jadwal terlambat. Kemudian dari beberapa sumber lain juga menjelaskan dampak utama dari COVID-19. Menurut Al Amri (2020), Alenezi (2020), Kabiru (2020), Sukaesih. (2020), dan Jallow (2020) *Critical delay* merupakan dampak utama dari COVID-19. Menurut Bsisu (2020), Hansen (2020), Nyathi (2020), Sihombing (2020), dan Santoso (2020) pengurangan pekerja menjadi dampak utama dari COVID-19

Salah satu penyebab dari dampak yang besar terhadap pekerjaan konstruksi adalah dikeluarkannya peraturan oleh *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA). Peraturan yang dikeluarkan adalah untuk menjalankan pekerjaan konstruksi wajib memperhatikan potensi resiko terkena paparan virus corona. Langkah yang harus dilakukan dalam pengendalian dan pencegahan COVID-19 di sektor konstruksi, adalah menganalisis risiko bahaya dengan memetakan potensi risiko paparan pada setiap aktivitas pekerjaan diberlakukan ke dalam 3 (tiga) level risiko (Fitriani, 2020), yaitu: (1) Rendah: Pekerjaan yang dapat dilakukan dengan jarak antar pekerja tidak dekat, minimal 6 feet (2 meter), dan melibatkan sedikit kontak dengan masyarakat, tamu, atau pengguna jasa, (2) Sedang: Pekerjaan yang menuntut para pekerjanya saling berdekatan (2 meter antar pekerja) dan juga menuntut pekerja melakukan kontak jarak dekat dengan pengguna, tamu, atau masyarakat, (3) Tinggi: Pekerjaan yang berada di dalam ruangan, dimana terdapat *suspect* COVID-19 diantara mereka.

Dengan melakukan analisis resiko bahaya ini maka dapat terlihat mana aktifitas yang masuk ke dalam resiko tinggi, sedang, dan rendah sehingga dapat ditindak sesuai dengan resikonya. Jika resikonya tinggi maka pekerjaan tersebut harus ditunda atau bahkan dihentikan sementara sampai dapat dilakukan dengan level resiko yang maksimalnya adalah level sedang. Untuk menghindari resiko tinggi, para pekerja yang merupakan *suspect* COVID-19 akan dilarang memasuki lapangan. Dan untuk dapat meminimalisasi level resiko sedang, harus dilakukan pengurangan pekerja pada suatu waktu pada lokasi yang sama, yang mana akan mengurangi produktivas pekerjaan konstruksi.

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Penelitian

Pada penelitian kali ini, kami mengumpulkan beberapa jurnal dan artikel yang mendukung penelitian kami tentang pengaruh COVID-19 terhadap pekerjaan konstruksi tradisional dan konstruksi 4.0. Data yang kami dapatkan dari jurnal dan artikel, kami olah menjadi suatu data untuk mengetahui pengaruh COVID-19 terhadap item – item pekerjaan dari pekerjaan konstruksi tradisional dan konstruksi 4.0. Serta dilakukan survei pengaruh COVID-19 terhadap pekerjaan konstruksi tradisional. Sehingga kami dapat mengetahui pekerjaan konstruksi mana yang lebih terpengaruh akibat COVID-19.

4.2. Perbandingan Pengaruh COVID-19 antara Pekerjaan Konstruksi Tradisional dan Pekerjaan Konstruksi 4.0

Berdasarkan data dari **Tabel 1**, penulis mengklasifikasikan setiap aktivitas pada pekerjaan konstruksi tradisional dan 4.0 terhadap level resiko pekerjaannya dan membuat skor pengaruhnya seperti yang terlihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Level Resiko COVID-19 terhadap Pekerjaan Konstruksi Tradisional dan Pekerjaan Konstruksi 4.0

Aktivitas/Kegiatan	Pekerjaan Konstruksi			
	Tradisional		4.0	
	Rendah	Sedang	Rendah	Sedang
Pembuatan pagar sementara	v	-	v	-
Galian tanah	v	-	v	-
Urugan tanah	v	-	v	-
Pemadatan tanah	v	-	v	-
Pemasangan pondasi	-	v	-	v
Pembuatan struktur beton bertulang	-	v	v	-
Pembuatan struktur baja	-	v	v	-
Pembuatan dinding	-	v	v	-
Plesteran dinding	-	v	v	-
Instalasi listrik	v	-	v	-
Instalasi saluran air	v	-	v	-
Pekerjaan lantai	-	v	v	-
Pemasangan fasad	-	v	v	-
Pekerjaan plafon	-	v	v	-
Pengecatan	-	v	v	-
Pekerjaan atap	-	v	v	-
Kontrol (menyurvei, menginspeksi, dan memonitori)	v	-	v	-
Total	7	10	16	1

4.3. Hasil Data Survei

Survei dibagikan kepada para pelaku konstruksi. Dengan sampel responden adalah mereka yang terlibat langsung pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan saat pandemi COVID-19, sehingga data yang didapat bisa menggambarkan pengaruh dan dampak yang dirasakan oleh para pelaku konstruksi ini. Kuesioner dibagikan via online kepada para pelaku konstruksi, total kuesioner yang terkumpul sebanyak 22 kuesioner.

Pada **Tabel 4** terdapat hasil dari survei ini, hasil ini menunjukkan bahwa nilai *mean* tertinggi terdapat pada aktivitas/kegiatan pembuatan struktur beton bertulang dengan nilai 4.455, hal ini menunjukkan bahwa pembuatan struktur beton bertulang yang paling terpengaruh COVID-19 dibandingkan dengan aktivitas/pekerjaan yang lain. Serta nilai *mean* terendah terdapat pada aktivitas/kegiatan pembuatan pagar sementara dengan nilai 2.545, sehingga pembuatan sementara menjadi aktivitas yang paling kurang terpengaruh oleh COVID-19 atau masuk dalam kategori antara kurang berpengaruh dan cukup berpengaruh.

Tabel 4. Hasil Mean dan Standar Deviasi Pengaruh COVID-19 terhadap Pekerjaan Konstruksi

Aktivitas/Kegiatan	Nilai	
	Mean	Standar Deviasi
Pembuatan pagar sementara	2.545	0.656
Galian tanah	3.409	0.651
Urugan tanah	3.136	0.757
Pemadatan tanah	2.727	0.808
Pemasangan pondasi	4.227	0.670
Pembuatan struktur beton bertulang	4.455	0.582
Pembuatan struktur baja	4.045	0.562
Pembuatan dinding	3.545	0.656
Plesteran dinding	3.227	0.516
Instalasi listrik	2.636	0.643
Instalasi saluran air	2.773	0.734
Pekerjaan lantai	3.455	0.656
Pemasangan fasad	3.773	0.734
Pekerjaan plafon	3.409	0.577
Pengecatan	3.273	0.617
Pekerjaan atap	4.136	0.547
Kontrol (menyurvei, menginspeksi, dan memonitori)	3.409	0.577

4.3. Perbandingan Level Resiko Pekerjaan dengan Hasil Survei Pengaruh COVID-19 terhadap Pekerjaan Konstruksi Tradisional

Setelah melakukan analisa mengenai level resiko pekerjaan dan membuat survei. Dapat diketahui bahwa hasil *mean* dari setiap aktivitas jika dibandingkan dengan level resiko memiliki sebuah kesamaan seperti yang terlihat pada **Tabel 5**. Pada aktivitas yang memiliki level resiko rendah memiliki nilai *mean* yang juga rendah yaitu di bawah 3, yang berarti tingkat pengaruhnya dinilai kurang berpengaruh sampai cukup berpengaruh. Sedangkan pada aktivitas yang memiliki level resiko sedang memiliki nilai *mean* di atas 3, yang berarti tingkat pengaruhnya dinilai cukup berpengaruh sampai sangat berpengaruh.

Tabel 5. Hasil Mean Pengaruh COVID-19 Terhadap Pekerjaan Konstruksi Berdasarkan Survei dan Level Resiko Pekerjaan Konstruksi

Aktivitas/Kegiatan	Mean	Level Resiko
Pembuatan struktur beton bertulang	4.455	Sedang
Pemasangan pondasi	4.227	Sedang
Pekerjaan atap	4.136	Sedang
Pembuatan struktur baja	4.045	Sedang
Pemasangan fasad	3.773	Sedang
Pembuatan dinding	3.545	Sedang
Pekerjaan lantai	3.455	Sedang
Galian tanah	3.409	Rendah
Pekerjaan plafon	3.409	Sedang
Kontrol (menyurvei, menginspeksi, dan memonitori)	3.409	Rendah
Pengecatan	3.273	Sedang
Plesteran dinding	3.227	Sedang
Urugan tanah	3.136	Rendah
Instalasi saluran air	2.773	Rendah
Pemadatan tanah	2.727	Rendah
Instalasi listrik	2.636	Rendah
Pembuatan pagar sementara	2.545	Rendah

Akan tetapi ada juga beberapa aktivitas yang level risikonya rendah tetapi memiliki nilai *mean* yang lebih dari 3, hal ini dikarenakan setiap proyek memiliki permasalahannya sendiri-sendiri yang tidak bisa disatukan. Seperti ada beberapa proyek yang masih mengerjakan pekerjaan galian dan urugan menggunakan pekerja dengan cara menggali dan mengurug menggunakan sekop, dan ada juga yang menjawab dikarenakan akses jalan yang sulit untuk yang berada di perbatasan kota. Kemudian untuk kontrol, dikarenakan kontrol merupakan aktivitas yang sangat luas dan mencakup aktivitas-aktivitas yang lainnya juga, sehingga para pelaku konstruksi merasa bahwa akibat kurangnya pekerja menyebabkan penurunan produktivitas pada setiap aktivitas yang dikontrol, sehingga kontrol dianggap cukup berpengaruh sampai berpengaruh. Sedangkan pada level resiko kontrol masuk di kategori rendah dikarenakan tidak membutuhkan jarak yang cukup dekat untuk dilakukan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Pengaruh COVID-19 terhadap Pekerjaan Konstruksi Tradisional

Meninjau dari hasil data **Tabel 3**, bisa dilihat bahwa dari 17 aktivitas pekerjaan yang ada, 10 diantaranya masuk dalam level resiko sedang, 7 diantaranya masuk dalam level resiko rendah. Dan dari hasil survei pada **Tabel 4** terdapat 13 aktivitas yang dinilai terpengaruh, dan hanya 4 aktivitas yang kurang terpengaruh. Hal ini menunjukkan bahwa pekerjaan konstruksi tradisional sangat terpengaruh oleh COVID-19. Dan pengaruh COVID-19 terhadap pekerjaan konstruksi, seperti penurunan produktivitas akibat berkurangnya tenaga kerja, dikarenakan aturan protokol kesehatan, sehingga durasi proyek menjadi lebih lama dari yang direncanakan.

5.2. Pengaruh COVID-19 terhadap Pekerjaan Konstruksi 4.0

Meninjau dari hasil data **Tabel 3**, bisa dilihat bahwa dari 17 aktivitas pekerjaan yang ada, hanya 1 diantaranya masuk dalam level resiko sedang, 16 diantaranya masuk dalam level resiko rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pekerjaan konstruksi 4.0 kurang terpengaruh oleh COVID-19. Hal ini dikarenakan teknologi pada konstruksi 4.0 dapat mengatasi sebagian besar permasalahan yang timbul seperti kurangnya pekerja yang dapat digantikan dengan robot. Hanya saja meski sudah memiliki banyak teknologi, pada konstruksi 4.0 masih tetap membutuhkan pekerja manusia sehingga masih sedikit terpengaruh oleh COVID-19.

5.3. Aktivitas Pekerjaan Konstruksi Tradisional yang Paling Terpengaruh Saat Pandemi COVID-19

Meninjau dari hasil survei pada **Tabel 4**, bisa dilihat bahwa aktivitas pembuatan beton bertulang merupakan aktivitas yang paling terpengaruh, kemudian disusul oleh pemasangan pondasi dan pekerjaan atap. Yang menjadi penyebab utama terpengaruhnya aktivitas-aktivitas tersebut adalah hal sama yaitu permasalahan pengurangan pekerja dan keterlambatan waktu.

5.4 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian mengenai analisa pengaruh COVID-19 terhadap pekerjaan konstruksi tradisional dan pekerjaan konstruksi 4.0, penulis dapat memberikan beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Dari hasil penelitian yang didapat, diharapkan para pelaku konstruksi lebih memanfaatkan teknologi yang ada agar dapat lebih beradaptasi pada situasi COVID-19. Sehingga produktivitas lebih terjaga atau bahkan dapat meningkat
2. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan bisa membantu mengembangkan dan memperluas wawasan tentang pengaruh COVID-19 terhadap pekerjaan konstruksi tradisional dan pekerjaan konstruksi 4.0.

6. DAFTAR REFERENSI

- Ajugiya, P., Pitroda, J., & Bhavsar, J. J. (2017). "Comparison of Modern Construction Techniques with Conventional Construction Techniques". *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 7(6), 166-169.
- Al Amri, T., & Marey-Perez, M. (2020). "Impact of Covid-19 Oman's Construction Industry". *Technium Social Sciences Journal*, 9(1), 661-670.
- Alenezi, T. A. N. (2020). "The Impact of Covid-19 on Construction Projects In Kuwait". *International Journal of Engineering Research and General Science*, 8(4), 6-9.
- Bsisu, K. A. (2020). "The Impact of COVID-19 Pandemic on Jordanian Civil Engineers and Construction Industry". *International Journal of Engineering Research and Technology*, 13(5), 828-830.
- Delgado, J. M. D., Oyedele, L., Ajayi, A., Akanbi, L., Akinade, O., Bilal, M., & Owolabi, H. (2019). "Robotics And Automated Systems In Construction: Understanding Industry Specific Challenges For Adoption". *Journal of Building Engineering* 26. Diakses dari <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100868>
- Fitriani. R. (2020). "Mengintip Panduan Pengendalian COVID-19 Sektor Konstruksi oleh OSHA". *Buletin Konstruksi Edisi 4 Tahun 2020*. Direktorat Jenderal Bina Konstruksi Kementerian PUPR. Diakses dari <http://binakonstruksi.pu.go.id/publikasi/buletin/1067-buletin-edisi-4-tahun-2020>
- Gamil, Y., Alhagar, A. (2020). "The Impact of Pandemic Crisis on the Survival of Construction Industry: A Case of COVID-19". *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 11(4), 122-128.
- Hansen, S. (2020). "Does the COVID-19 Outbreak Constitute a Force Majeure Event? A Pandemic Impact on Construction Contracts". *Journal of Civil Engineering Forum*, 6(2), 201-214.
- Jallow, H., Renukappa, S., & Suresh, S. (2020). *The Impact of COVID-19 Outbreak on United Kingdom Infrastructure Sector*. Diakses dari <https://www.emerald.com/insight/2046-6099.htm>
- Kabiru, J. M., & Yahaya, B. H. (2020). "Can Covid-19 Considered as Force Majeure Event in the Nigeria Construction Industry?". *International Journal of Scientific Engineering and Science*, 4(6), 34-39.
- Kadir, M. R. A., Lee, W. P., Jaafar, M. S., Sapuan, S. M., & Ali, A. A. A. (2006). "Construction Performance Comparison between Conventional and Industrialised Building Systems in Malaysia". *Structural Survey*, 24(5), 412-424.
- Nyathi, M., Taylor, S., & Proches, C. G. (2020). *The Impact of COVID-19 on Project Managers in the Construction Industry*. Diakses dari ndabaonline.ukzn.ac.za/StoryPrinter.aspx?id=10267
- Osunsanmi, T. O., Aigbavboa, C., & Oke, A. (2018). "Construction 4.0: The Future of the Construction Industry in South Africa". *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 12(3), 150-156.
- Perrier, N., Bled, A., Bourgault, M., Cousin, N., Danjou, C., Pellerin, R., & Roland, T. (2020). "Construction 4.0: A Survey of Research Trends". *Journal of Information Technology in Construction*, 25(1), 416-437.
- Santoso, A., & Riyanto, S. (2020). "Risk Management Strategies at PT X Construction Company during Pandemic COVID-19". *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 4(6), 601-605.
- Sihombing, L. (2020). "Dampak COVID-19 pada Industri Konstruksi dan Tantangannya Pasca COVID-19 di Indonesia: Tinjauan dari sisi Manajemen Resiko Proyek, Program dan Portofolio". *International Project Management Association*. Diakses dari <https://www.researchgate.net/publication/341510498>
- Sukaesih, M. (2020). *Analysis: COVID-19 Impact on Construction Sector*. Jakarta.
- U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration. (2020). *Guidance on Preparing Workplaces for COVID-19*. Diakses dari [Osha.Gov](https://www.osha.gov)