

SURVEY POTENSI DAN HAMBATAN PELAKU KONSTRUKSI DALAM PENGUNAAN *ROBOTIC* PADA PROYEK KONSTRUKSI DI SURABAYA DAN BEBERAPA KOTA LAINNYA

Farly Ennarta¹, Alexander Tirta W.², dan Paul Nugraha³

ABSTRAK : Sekarang teknologi di sektor konstruksi semakin berkembang, penggunaan teknologi dapat membantu pekerjaan konstruksi menjadi lebih efektif dan efisien jika dibandingkan dengan pekerjaan manual yang banyak menggunakan tenaga manusia terutama dalam hal mutu dan waktu. Maka, dilakukan survey terhadap potensi dalam penggunaan *robotic* pada proyek konstruksi serta melakukan analisis terhadap faktor-faktor yang menjadi hambatan dalam penggunaan teknologi *robotic*. Penelitian ini dilakukan dengan mencari literatur tentang potensi penggunaan *robotic* pada beberapa jurnal di internet, serta literatur tentang hambatan-hambatan yang terjadi selama penggunaan *robotic*. Selain melakukan studi literatur, penelitian ini juga melakukan survey untuk mengetahui potensi serta hambatan dalam penggunaan *robotic* menurut pelaku konstruksi di Surabaya dan beberapa kota lainnya. Setelah dilakukan survey potensi dan hambatan dalam penggunaan *robotic*, didapatkan hasil bahwa semua *robotic* dalam penelitian berpotensi, tetapi *Building Component Manufacturing (BCM)* menjadi *robotic* yang paling berpotensi, sedangkan biaya investasi tinggi dan membutuhkan pekerja dengan *soft skill* dan *hard skill* yang memadai juga menjadi hambatan utama dalam penelitian.

KATA KUNCI : potensi, hambatan, teknologi, *robotic*

1. LATAR BELAKANG

Konstruksi merupakan salah satu sektor yang ikut terpengaruh revolusi industri 4.0 dilihat dari penggunaan teknologinya. Pada awalnya, konstruksi menggunakan teknologi sederhana, kini telah berkembang dengan pesat, dimana dahulu masih menggunakan tenaga manual dan dioperasikan oleh banyak orang, dan pada saat ini sudah mulai banyak menggunakan bantuan teknologi yang sudah berkembang seperti internet (Alfa, 2018).

Penerapan industri 4.0 di konstruksi adalah dengan menggunakan *Internet of Things (IoT)* untuk integrasi informasi dan pemakaian alat-alat teknologi seperti laser pemindaian, robot dan otomasi, drone dan pencetakan 3D (Maskuriy et al., 2019). Industri konstruksi 4.0 ditandai dengan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dalam setiap aspek pekerjaan. Salah satu penerapan konstruksi 4.0 adalah penggunaan *robotic* yang memiliki potensi untuk dapat membantu pekerjaan konstruksi agar meningkatkan efisiensi dan efektifitas pekerjaan, serta dapat mengurangi resiko terjadinya kecelakaan dan membantu agar pekerja tidak melakukan pekerjaan yang berbahaya (Delgado, 2019).

Seiring berkembangnya teknologi semakin tinggi pula potensi teknologi *robotic* digunakan. Ada pula hambatan-hambatan yang dijumpai pada saat menerapkan teknologi *robotic* di proyek konstruksi seperti biaya, tenaga kerja, lokasi proyek konstruksi yang tidak memiliki masalah yang sama, dan lain - lain. Hambatan-hambatan ini dapat membuat penerapan *robotic* jadi terhalang atau terganggu. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan survey untuk mengetahui sejauh mana potensi dalam penggunaan teknologi *robotic* akan digunakan oleh pelaku konstruksi serta menganalisa apa saja yang menjadi hambatan dari potensi dalam penggunaan *robotic* di Surabaya dan beberapa kota lainnya.

¹Mahasiswa, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Email: m21416183@john.petra.ac.id

²Mahasiswa, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Email: m21416199@john.petra.ac.id

³Dosen, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Email: pnugraha@petra.ac.id

2. LANDASAN TEORI

Robotic dalam Konstruksi

Pengerjaan yang berulang dan terus menerus dapat dilakukan robot, sebagai contoh robot dapat melakukan tugas seperti pemasangan batu bata, pengecatan, pengangkutan dan lainnya. Namun dibandingkan dengan sistem *robotic* yang digunakan di manufaktur, robot konstruksi lebih memiliki situasi yang rumit. Oleh karena itu robot perlu dapat belajar terhadap perubahan karena banyak variabel termasuk bahan yang berbeda, perbedaan urutan pengerjaan dan persyaratan untuk pemasangan. Hal ini mendorong pengembangan dari sistem otomasi pada robot di bidang konstruksi (Xu & Soto, 2020).

Potensi Robotic

Slaughter (1997), melakukan penelitian terhadap penerapan teknologi *robotic* dalam konstruksi, menemukan potensi untuk pemanfaatan *robotic* yaitu :

- Potensi terhadap penggunaan,
- Potensi terhadap keuntungan atau biaya,
- Potensi terhadap pekerjaan yang kompleks

Pemanfaatan Robotic

Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah menggunakan teknologi konstruksi modern seperti *robotic* yang berpotensi meningkatkan produktivitas, keselamatan, dan kualitas di sektor tersebut. Kemampuan untuk menghasilkan lebih banyak output dengan biaya yang lebih rendah sementara juga memproduksi barang-barang berkualitas lebih tinggi dapat meningkatkan daya saing secara global. Lokasi bangunan secara teoritis mungkin tertutup dalam lingkungan yang lebih aman, dengan pelaksanaan kerja yang lebih efisien, keseragaman hasil yang lebih besar, dan kontrol yang lebih besar atas proses manufaktur (Mahbub, 2008).

Bedasarkan potensi penggunaannya, *robotic* memiliki pemanfaatan yang dapat diterapkan di beberapa pekerjaan konstruksi. Pemanfaatan *robotic* dalam konstruksi dapat dibagi menjadi tiga yaitu *Prefabrication Off-Site* atau Prefabrikasi, *On-Site Construction* atau pekerjaan dilapangan, dan *Autonomous Vehicles* atau kendaraan otomatis (Delgado, 2019; Perrier,2020).

Hambatan dalam Pemanfaatan Robotic

Penerapan teknologi *robotic* di bidang konstruksi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas proyek dalam segi kualitas dan waktu, akan tetapi ada beberapa hal yang dapat menjadi penghambat saat teknologi *robotic* diterapkan. Menurut Hewitt dan Gambatese (2002) ada beberapa hambatan dalam penerapan *robotic* di proyek, yaitu:

- Keterbatasan dalam kemampuan menjalankan teknologi *robotic* yang menimbulkan biaya yang besar,
- Perubahan dan kemajuan teknologi yang terjadi dengan cepat dalam teknologi *automation* dan pengguna mengalami kesulitan dalam mengikuti perubahan,
- Menimbulkan biaya yang tinggi untuk memiliki dan mengoperasikan teknologi, dan
- Lokasi konstruksi yang unik serta tidak memiliki masalah yang sama.

Pereira et al. (2002), menyimpulkan pekerjaan konstruksi yang banyak dan tidak repetitif membutuhkan penilaian kognitif, kondisi lapangan yang memiliki permukaan tanah tidak rata, tangga, bentang diatas ruang kosong, dll juga menjadi penghambat bagi robot agar bisa beroperasi di lapangan sehingga penggunaan robot tergantung dari sifatnya yang *portable*, dapat bergerak untuk merasakan lingkungan untuk memproses data dan informasi yang diterima berdasarkan semua informasi yang tersedia untuk melakukan suatu tugas. Lokasi proyek yang cenderung tidak terstruktur merupakan tantangan yang cukup besar untuk mobilitas dan pengenalan lingkungan tempat kerja.

Mahbub (2008) menyimpulkan bahwa hambatan penerapan robot dalam konstruksi dapat diringkas ke dalam beberapa kategori diantaranya adalah

- Ekonomi dan biaya yang dibutuhkan untuk memiliki, memelihara, serta memperbaiki teknologi robot,
- Faktor lingkungan konstruksi yang bersifat dinamis dan tidak terstruktur,
- Tugas dan proses pekerjaan konstruksi yang berbeda,

- Kesulitan teknologi dalam pengembangan serta penggunaan teknologi oleh pekerja, dan
- Faktor manusia dan budaya

3. METODOLOGI PENELITIAN

Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan dalam kuesioner diambil dari beberapa referensi jurnal *robotic* dalam konstruksi dan sumber-sumber lainnya seperti buku skripsi, buku jurnal, makalah, dan berita. Dari referensi-referensi yang didapatkan definisi dari penggunaan *robotic* dalam proyek konstruksi serta teori-teori tentang faktor-faktor yang dapat menghambat kesiapan penerapan *robotic* di proyek konstruksi.

Penentuan Sampel

Pada penelitian ini, sampel yang ingin dicapai adalah pelaku konstruksi yang berdomisili di Surabaya dan beberapa kota lainnya yang juga terkait/bekerja di perusahaan kontraktor, konsultan atau fabrikasi. Sasaran sampel adalah Direktur, *Project Manager*, *Site Manager*, *Staff*, *Owner*, *Team Leader Engineer*, *Engineer*, *Administration Project*, *Fasilitator*. Kemudian data akan dikelompokkan berdasarkan usia, jabatan, bidang pekerjaan dan lokasi perusahaan responden sebagai pelaku konstruksi.

Pembuatan Kuesioner

Kuesioner digunakan sebagai sarana untuk mengumpulkan data sebagai pembuktian hipotesis berdasarkan landasan teori yang dicantumkan dalam Bab dua. Kuesioner dibentuk dengan menggunakan kalimat yang jelas dan sesuai dengan konsep yang ada, agar dapat memudahkan responden dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada dalam kuesioner.

Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dalam tiga bagian:

- Data umum responden
- Potensi dalam penggunaan *robotic* pada proyek konstruksi
- Hambatan-hambatan dalam penggunaan *robotic* pada proyek konstruksi

Alat Pengumpulan Data

Alat ukur untuk penelitian ini berbentuk kuesioner, dengan pengukuran dalam kuesioner ini adalah tingkat pengukuran nominal. Kategori jawaban terdiri atas dua jawaban “ya” dan “tidak” untuk responden kontraktor, “perlu” dan “tidak” untuk responden konsultan atau *owner* fabrikasi. Kemudian kuesioner disebarakan kepada responden yang berada di wilayah Surabaya dan beberapa kota lainnya yang memiliki pemahaman lebih tentang konstruksi. Dalam kuesioner juga terdapat kategori jawaban yang didapat dari studi literatur untuk mengetahui hambatan-hambatan menurut responden dalam penggunaan *robotic*. Kuesioner akan disebarakan secara *offline* dan *online*.

Skala Guttman

Kuesioner akan dibuat menggunakan skala Guttman yang menyediakan dua pilihan jawaban yaitu ya-tidak, perlu-tidak dan lain-lain (Bahrin, Alifah & Mulyono, 2018). Oleh karena itu data yang dihasilkan adalah data nominal, dimana jawaban positif diberi nilai 1 dan negatif diberi nilai 0. Jawaban dari responden dapat dibuat nilai tertinggi “satu” dan nilai terendah “nol”. Dalam penelitian menggunakan skala Guttman dalam bentuk checklist, dengan demikian peneliti berharap akan didapatkan jawaban yang tegas mengenai data yang diperoleh.

Analisa Validitas

Pada penelitian, menggunakan kuesioner dengan skala Guttman maka untuk diperoleh tingkat validitas kuesioner, peneliti menggunakan koefisien Reprodusibilitas dan koefisien Skalabilitas (Usman, 2012). Adapun rumus untuk menghitung koefisien Reprodusibilitas dan koefisien Skalabilitas adalah:

$$Kr = 1 - \frac{e}{n} \quad (3.1)$$

Dimana :

Kr = koefisien Reprodusibilitas
 e = jumlah kesalahan atau *error*
 n = jumlah pertanyaan x jumlah responden

$$Ks = 1 - \frac{e}{c(n)} \quad (3.2)$$

Dimana :

Ks = koefisien Skalabilitas
 e = jumlah kesalahan atau *error*
 k = jumlah kesalahan yang diharapkan = $c(n - Tn)$ dimana c adalah kemungkinan mendapatkan jawaban yang benar. Karena jawaban adalah “Ya” dan “Tidak” maka $c = 0,5$.
 n = jumlah pertanyaan x jumlah responden

Analisa Reliabilitas

Analisa reliabilitas adalah analisa yang menentukan kuesioner yang benar sesuai dengan kondisi dilapangan. Analisa reliabilitas dalam analisa ini adalah dengan menggunakan KR-20 (Kuder Richardson), dengan rumus (Sugiyono, 2013) :

$$ri = \frac{k}{(k-1)} \left\{ \frac{S_t^2 - \sum p_i q_i}{S_t^2} \right\} \quad (3.3)$$

Dimana :

ri = jumlah item dalam kuesioner
 p_i = proporsi banyak subjek yang menjawab pada item 1
 q_i = $1 - p_i$
 S_t^2 = varians total

Analisa Deskriptif Persentase

Data yang diperoleh peneliti bersifat kuantitatif dengan skala Guttman sehingga perlu diolah untuk proses penarikan kesimpulan. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik hitung analisis deskriptif untuk mendeskripsikan variabel penelitian dalam pengukuran. Teknik yang digunakan adalah persentase. Persentase untuk setiap kemungkinan jawaban diperoleh dari membagi frekuensi yang diperoleh dengan jumlah sampel, kemudia dikalikan 100%. (Bungin, 2011). Penilaian sejauh mana persentase pada potensi dan hambatan pelaku konstruksi dalam penggunaan *robotic* menggunakan persentase 1% sampai 100% (0% sampai 1% = tidak ada, 2% sampai 25% = sebagian kecil, 26% sampai 49% = kurang dari setengahnya, 50% = setengahnya, 51% sampai 74% = lebih dari setengahnya, 76% sampai 99% = sebagian besar, 100% = seluruhnya).

$$P = \frac{f}{n} \times 100\% \quad (3.4)$$

Dimana :

P = Persentase
 f = frekuensi dari setiap jawaban yang dipilih
 n = jumlah

Teknik Slovin

Teknik Slovin digunakan untuk menentukan data minimum dari sampel penelitian untuk menggambarkan populasi yang akan diteliti (Siregar, 2013).

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3.5)$$

Dimana :

n = jumlah sampel minimal
 N = jumlah populasi
 e = nilai *margin of error*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Penelitian

Karena keterbatasan pada masa pandemi, peneliti melakukan peninjauan di Surabaya dan terdapat sekitar 60 perusahaan yang bekerja dibidang konstruksi, tiap perusahaan diasumsikan memiliki 5 konsultan atau kontraktor terlepas dari besar atau kecilnya ukuran perusahaan dan digunakan margin of error sebesar 10% untuk membatasi perhitungan sampel. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil minimum sampel sebanyak 75 sampel. Maka dari itu akan dibagikan kuesioner sebanyak dua kali lipat dari jumlah minimum sampel yaitu 150 kuesioner. Berikut perhitungan minimal sampel menggunakan teknik slovin :

$$n = \frac{90 \times 5}{1 + 90 \times 5 \times 0.1^2} = 82 \text{ sampel} \quad (4.1)$$

Pada penelitian ini, penyebaran kuesioner dilakukan secara *offline* dan *online*. Kuesioner yang berhasil dikumpulkan kembali berjumlah 96 kuesioner dan disebarikan total 61 perusahaan dengan jumlah perusahaan kontraktor yaitu 38 perusahaan, perusahaan konsultan berjumlah 19 perusahaan dan pabrik fabrikasi berjumlah 4 pabrik.

Analisa Validitas

Analisa ini digunakan untuk mengukur ketepatan atau ketelitian kuesioner dari butir-butir yang digunakan sebagai pertanyaan. Dengan adanya analisa ini, maka peneliti bisa menentukan tepat atau tidak kuesioner sebagai alat ukur penelitian. Kemudian didapatkan hasil untuk analisa validitas terhadap koesioner potensi pelaku konstruksi dalam penggunaan *robotic* dari jumlah responden sebanyak 96 orang dengan jumlah total pilihan jawaban sebesar 960 dan jumlah *error* sebesar 186, dengan koefisien Reprodusibilitas sebesar 0,81 dan koefisien Skalabilitas sebesar 0,61. Hasil uji validitas dengan menggunakan perhitungan dengan *Microsoft Excel* dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Hasil Analisis Validitas Kuesioner

No	Kuesioner	Jumlah Error	KR	KS	Keterangan KR	Keterangan KS
1	Potensi pelaku konstruksi dalam penggunaan <i>robotic</i>	186	0,81	0,61	Hampir Memenuhi	Baik
2	Hambatan penggunaan <i>Building Component Manufacturing (BCM)</i>	142	0,82	0,63	Hampir Memenuhi	Baik
3	Hambatan penggunaan <i>Large Scale Prefabrication (LSP)</i>	152	0,80	0,60	Hampir Memenuhi	Baik
4	Hambatan penggunaan Robot Pemasangan Bata	138	0,82	0,64	Hampir Memenuhi	Baik
5	Hambatan penggunaan Robot Pengecatan	147	0,81	0,62	Hampir Memenuhi	Baik
6	Hambatan penggunaan Robot Pengelasan	154	0,80	0,60	Hampir Memenuhi	Baik
7	Hambatan penggunaan Robot Pemasangan Fasad	144	0,81	0,63	Hampir Memenuhi	Baik
8	<i>Bulldozer</i> (Dikendalikan dari jauh)	153	0,80	0,60	Hampir Memenuhi	Baik
9	<i>Excavator</i> (Dikendalikan dari jauh)	139	0,82	0,64	Hampir Memenuhi	Baik
10	<i>Dragline</i> (Dikendalikan dari jauh)	151	0,80	0,61	Hampir Memenuhi	Baik
11	<i>Tower Crane</i> (Dikendalikan dari jauh)	148	0,81	0,61	Hampir Memenuhi	Baik

Analisis Reliabilitas

Didapatkan hasil uji reliabilitas sebesar 0,72 kemudian dimasukkan kedalam tabel kriteria reliabilitas. Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa reliabilitas tinggi untuk digunakan dalam penelitian.

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis reliabilitas untuk hambatan pelaku konstruksi dalam penggunaan *robotic* di proyek konstruksi. Pada penelitian ini terdapat 96 sampel, 10 butir pertanyaan untuk potensi pelaku konstruksi dalam penggunaan *robotic* dan 8 butir pertanyaan untuk setiap hambatan penggunaan *robotic*. Untuk memenuhi reliabilitas suatu instrumen, maka nilai perhitungan dengan KR-20 harus berada pada nilai 0,4 – 1,00 yang dapat dilihat pada **Tabel 2**

Tabel 2. Hasil Analisis Reliabilitas Kuesioner

No	Kuesioner	ri	Keterangan
1	Potensi pelaku konstruksi dalam penggunaan <i>robotic</i>	0,72	Baik
2	Hambatan penggunaan <i>Building Component Manufacturing (BCM)</i>	0,70	Cukup
3	Hambatan penggunaan <i>Large Scale Prefabrication (LSP)</i>	0,57	Cukup
4	Hambatan penggunaan Robot Pemasangan Bata	0,68	Cukup
5	Hambatan penggunaan Robot Pengecatan	0,66	Cukup
6	Hambatan penggunaan Robot Pengelasan	0,62	Cukup
7	Hambatan penggunaan Robot Pemasangan Fasad	0,72	Baik
8	Hambatan penggunaan <i>Bulldozer</i> (Dikendalikan dari jauh)	0,74	Baik
9	Hambatan penggunaan <i>Excavator</i> (Dikendalikan dari jauh)	0,74	Baik
10	Hambatan penggunaan <i>Dragline</i> (Dikendalikan dari jauh)	0,74	Baik
11	Hambatan penggunaan <i>Tower Crane</i> (Dikendalikan dari jauh)	0,75	Baik

Analisa Persentase Potensi Pelaku Konstruksi dalam Penggunaan *Robotic*

Distribusi frekuensi digunakan untuk mengetahui tingkat perolehan nilai dari hasil penelitian. Hasil akan dikelompokkan untuk mempermudah pembaca dalam memahami data yang kemudian dilakukan perhitungan persentase dari frekuensi yang diperoleh. Untuk analisa potensi pelaku konstruksi pada **Tabel 3**, pada kolom frekuensi jawaban dan persentase ditunjukkan dengan “Ya berpotensi” = 1 dan “Tidak berpotensi” = 2.

Tabel 3. Hasil Analisis Persentase Potensi Pelaku Konstruksi dalam Penggunaan *Robotic*

No	Item Pertanyaan	Frekuensi Jawaban		Persentase	
		1	2	1	2
1.1	Penggunaan <i>Building Component Manufacturing (BCM)</i>	77	19	80%	20%
1.2	Penggunaan <i>Large-Scale Prefabrication (LSP)</i>	56	40	58%	42%
2.1	Penggunaan Robot Pemasangan Batu Bata	64	32	67%	33%
2.2	Penggunaan Robot pengecatan	69	27	72%	28%
2.3	Penggunaan Robot pengelasan baja	59	37	61%	39%
2.4	Penggunaan Robot pemasangan fasad bangunan	62	34	65%	35%
3.1.1	Penggunaan <i>Bulldozer</i> (dikendalikan dari jauh)	54	42	56%	44%
3.1.2	Penggunaan <i>Excavator</i> (Dikendalikan dari jauh)	48	48	50%	50%
3.1.3	Penggunaan <i>Dragline</i> (Dikendalikan dari jauh)	52	44	54%	46%
3.2.1	Penggunaan <i>Tower Crane</i> (Dikendalikan jarak jauh)	55	41	57%	43%

Analisa Persentase Hambatan Pelaku Konstruksi dalam Penggunaan *Robotic*

Distribusi frekuensi digunakan untuk mengetahui tingkat perolehan nilai dari hasil penelitian. Hasil akan dikelompokkan untuk mempermudah pembaca dalam memahami data yang kemudian dilakukan perhitungan persentase dari frekuensi yang diperoleh. Untuk analisa potensi pelaku konstruksi pada **Tabel 4**, pada kolom frekuensi jawaban dan persentase ditunjukkan dengan “Ya berpotensi” = 1 dan “Tidak berpotensi” = 2.

Tabel 4. Hasil Analisis Persentase Potensi Pelaku Konstruksi dalam Penggunaan *Robotic*

No	Item Pertanyaan	Frekuensi Jawaban		Persentase	
		1	2	1	2
1.1	Penggunaan <i>Building Component Manufacturing</i> (BCM)	77	19	80%	20%
1.2	Penggunaan <i>Large-Scale Prefabrication</i> (LSP)	56	40	58%	42%
2.1	Penggunaan Robot Pemasangan Batu Bata	64	32	67%	33%
2.2	Penggunaan Robot pengecatan	69	27	72%	28%
2.3	Penggunaan Robot pengelasan baja	59	37	61%	39%
2.4	Penggunaan Robot pemasangan fasad bangunan	62	34	65%	35%
3.1.1	Penggunaan Bulldozer (dikendalikan dari jauh)	54	42	56%	44%
3.1.2	Penggunaan Excavator (Dikendalikan dari jauh)	48	48	50%	50%
3.1.3	Penggunaan Dragline (Dikendalikan dari jauh)	52	44	54%	46%
3.2.1	Penggunaan Tower Crane (Dikendalikan jarak jauh)	55	41	57%	43%

Analisa Persentase Hambatan Pelaku Konstruksi dalam Penggunaan *Robotic*

Untuk analisa hambatan pelaku konstruksi pada Tabel 5 yang menunjukkan data pada dua hambatan yang mendapat persentase lebih dari 50% pada beberapa item. Untuk beberapa item hambatan lainnya tidak dimasukkan karena tidak ada yang melebihi persentase 50%.

Tabel 5. Hasil Analisis Persentase Hambatan Pelaku Konstruksi dalam Penggunaan *Robotic*

	Persentase Hambatan									
	BCM	LSP	Robot Pemasangan Bata	Robot Pengecatan	Robot Pengelasan	Robot Pemasangan Fasad	Bulldozer	Excavator	Dragline	Tower Crane
Biaya Investasi Tinggi	69%	61%	58%	60%	54%	61%	65%	64%	61%	73%
Membutuhkan pekerja dengan soft skill dan hard skill yang memadai	49%	46%	44%	39%	55%	46%	64%	59%	63%	61%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Potensi Pelaku Konstruksi dalam Penggunaan *Robotic*

Lebih dari setengah pelaku konstruksi di Surabaya dan kota lainnya merasa bahwa potensi penggunaan *robotic* memiliki potensi akan digunakan di proyek konstruksi. Hal ini ditunjukkan dengan nilai persentase setiap item potensi pelaku konstruksi dalam penggunaan *robotic* memiliki persentase lebih dari 50% dan hanya terdapat satu item yang berada di nilai 50%.

Dari hasil penelitian ini juga dapat ditarik kesimpulan bahwa sebagian besar responden memilih *Building Component Manufacturing* (BCM) sebagai *robotic* yang berpotensi akan digunakan di proyek konstruksi dengan persentase 80% responen memilih BCM dan yang memiliki persentase terendah diantara item lainnya adalah *excavator* (dikendalikan dari jauh) dengan persentase 50%, yang berarti hanya setengah dari responden yang memilih *excavator* (dikendalikan dari jauh) sebagai *robotic* yang berpotensi akan digunakan di proyek konstruksi.

Hambatan Pelaku Konstruksi dalam Penggunaan *Robotic*

Sebagian besar pelaku konstruksi di Surabaya dan kota lainnya merasa biaya investasi tinggi menjadi hambatan dalam penggunaan *robotic* di proyek konstruksi. Hal ini ditunjukkan dengan persentase hambatan karena biaya investasi tinggi hal ini ditunjukkan dari setiap analisis hambatan *robotic* yang

digunakan dalam penelitian ini lebih dari setengah responden selalu memilih biaya investasi tinggi menjadi hambatan pelaku konstruksi dalam penggunaan *robotic*.

Selain hambatan karena biaya investasi tinggi, didapatkan juga membutuhkan pekerja dengan *soft skill* dan *hard skill* yang memadai juga menjadi salah satu hambatan pelaku konstruksi dalam penggunaan *robotic*. Hal ini juga ditunjukkan dari beberapa *robotic* pada penelitian ini menunjukkan lebih dari setengah responden memilih membutuhkan pekerja dengan *soft skill* dan *hard skill* yang memadai juga menjadi salah satu hambatan selain biaya investasi yang tinggi.

Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, ada beberapa saran yang penulis dapat berikan untuk perkembangan penelitian selanjutnya:

- Penelitian dapat dilanjutkan ke arah pengamatan di lapangan terhadap pemahaman penggunaan *robotic* sehingga dapat menambah informasi agar meningkatkan potensi dan mengurangi hambatan dalam penggunaan *robotic* pada proyek konstruksi.
- Penelitian dapat dilanjutkan dengan menambah jenis responden yang bekerja di sektor swasta ataupun pemerintahan.
- Untuk peneliti selanjutnya diharapkan bisa membantu mengembangkan dan memperluas wawasan tentang *robotic* yang masih jarang dipakai di Surabaya dan kota lainnya.

6. DAFTAR REFERENSI

- Alfa, A. (2018). "Industri Konstruksi Di Era Industri 4.0." *Jurnal Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir*, 4(3), 166-173.
- Bahrin, S., Alifah, S., & Mulyono, S. (2018). "Rancang Bangun Sistem Informasi Survey Pemasaran dan Penjualan Berbasis Object-Oriented Programming". *Transistor Elektro dan Informatika*, 2(2), 81-88.
- Bungin, B. (2011). *Metodologi Penelitian Kuantitatif* (Komunikasi, Ekonomi, dan Kebijakan Publik serta Ilmu-Ilmu Sosial Lainnya). Perpustakaan Pusat UNSIMAR.
- 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(100868), 1-11.
- Hewitt, M., & Gambatese, J. (2003). "Automation Consideration during Project Design." *Proceedings of the 19th ISARC*, 197-204.
- Mahbub, R. (2008). *An Investigation into the Barriers to the Implementation of Automation and Robotics Technologies In The Construction Industry*. Dissertation, Queensland University of Technology.
- Maskuriy, R., Selamat, A., Maresova, P., Krejcar, O., & David, O. O. (2019). "Industry 4.0 for the Construction Industry: Review of Management Perspective." *Economies*, 7(3), 68.
- Pereira, T., Santos, C. C. & Pires, N. (2002). *The Use of Robots in the Construction Industry*. In XXX IAHS World Congress on Housing Construction. University of Coimbra Faculty of Sciences and Technology Department of Civil Engineering Constructions Laboratory Portugal.
- 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, 416-437.
- Siregar, S. (2013). "Metode Penelitian Kuantitatif: Dilengkapi dengan Perbandingan Perhitungan Manual & SPSS. Kencana.
- Slaughter, E. S. (1997). Characteristics of Existing Construction Automation and Robotics Technologies, *Automation in Construction*, 6(2), 109-120.
- Usman, R. & Abdi, A. (2012). *Metodologi Penelitian Sosial dan Ekonomi: Teori dan Aplikasi*. Alfabeta.
- Xu, X., & Soto, B. G. de. (2020). On-Site Autonomous Construction Robots: A Review of Research Areas, Technologies, and Suggestions for Advancement. In *Proceedings of the 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*, (pp. 385-392).