JIUBJ

Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 22(2), Juli 2022, 1256-1263
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat universitas Batanghari Jambi
ISSN 1411-8939 (Online), ISSN 2549-4236 (Print)
DOI 10.33087/jiubj.v22i2.2465

Pemodelan Shift Kerja dalam Proyek Konstruksi menggunakan NetLogo dalam meminimalkan Penyebaran Covid-19

Sandi Wahyudiono*, Azhar Adi Darmawan, M. Shochibul Burhan
Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang
*Correspondence email: sandi@umm.ac.id

Abstrak. Terjadi pergeseran kebiasaan dari tatap muka ke kegiatan virtual, pandemi Covid-19 di Indonesia telah mempengaruhi bagaimana kita berinteraksi dengan orang lain dan lingkungan kita. Namun, kegiatan lain, seperti di industri konstruksi, tidak mungkin dilakukan secara digital. Di Indonesia, wabah tersebut berdampak signifikan pada proyek konstruksi. Adanya pandemi, proyek konstruksi mungkin melibatkan pekerja lokal bercampur dengan pekerja pendatang, yang berpotensi menghasilkan klaster baru penyebaran Covid-19. Studi ini menyajikan pendekatan Agent Based Modeling (ABM) dengan menggunakan NetLogo untuk menilai dampak penggunaan beberapa shift untuk mengurangi penyebaran Covid-19. NetLogo adalah sebuah program simulasi yang menggambarkan individu-individu (agen) dalam sebuah sistem yang kompleks serta dinamis. Model ini didasarkan pada data literatur untuk mereplikasi perilaku pekerja di seluruh shift dan mensimulasikan scenario menggunakan berbagai alternatif ketika pandemi. Oleh karena itu, diperlukan perkiraan dan skenario untuk merealisasikan simulasi Covid-19 di antara proyek konstruksi. Dari hasil pemodelan menggunakan Netlogo dapat diketahui ketika dilakukan pembagian shift dengan beberapa skenario maka jumlah pekerja sehat dapat meningkat dibanding dilakukan hanya satu shift. Skenario terbaik adalah mendistribusikan 30% pekerja proyek kedalam shif malam. Dengan mengimplementasikan berbagai alternatif shift kerja tersebut diharapkan dapat berkontribusi untuk meminimalkan penyebaran Covid-19 diantara pekerja konstruksi yang dapat diimplementasikan oleh Manager Proyek.

Kata kunci: Covid-19; Konstruksi; NetLogo; Shift kerja

Abstract. *Due to a shift in habits from face-to-face to virtual activities, the Covid-19 pandemic in Indonesia has affected the way people interact with each other and the environment. However, other activities, such as in the construction industry, are not digital. In Indonesia, the outbreak has had a significant impact on construction projects. Due to the pandemic, construction projects may involve local workers mixed with migrant workers, which could potentially result in new clusters of Covid-19 spread. This study presents an Agent Based Modeling (ABM) by using NetLogo approach to assess the impact of using multiple shifts to reduce the spread of Covid-19. ABM is a simulation model that describes individuals (agents) in a complex and dynamic system. This model is based on literature data to replicate worker behavior across shifts and simulate scenarios using various alternatives during a pandemic. Therefore, estimates and scenarios are needed to realize the Covid-19 simulation among construction projects. From the results of modeling using Netlogo, it can be seen that when shifts are divided into several scenarios, the number of hecalthy workers can increase compared to only one shift. The best scenario is to distribute 30% of project workers into night shift. By implementing various alternative work shifts, it is expected that they can contribute to minimizing the spread of Covid-19 among construction workers which can be implemented by the Project Manager.*

Keywords**:** *Construction; Covid-19; NetLogo; Working shift*

PENDAHULUAN

Sejak dimulainya Pandemi di Indonesia bulan Maret 2020 akibat penyeebaran Covid-19, telah menimbulkan dampak pada masyarakat kita dalam segala hal. Pandemi ini telah merubah cara berhubungan manusia satu sama lain seperti menjaga jarak, hubungan sosial dan interaksi dengan lingkungan sekitar. Adanya pandemi juga membuat proses interaksi manusia berubah secara drastis seperti pembelajaran daring (online), bekerja dari rumah (WFH), dan aktivitas virtual lainnya. Dampak pandemi juga membuat penyesuaian pekerjaan di proyek konstruksi dengan persyaratan protokol kesehatan seperti pembentukan satgas Covid-19 di lingkungan konstruksi dan penyediaan fasiltas Kesehatan di lapangan (Kementerian PU, 2020). Salah satu peraturan yang diterapkan dalam jasa konstruksi berkaitan dengan pencegahan Covid-19 adalah dalam memantau status kesehatan pekerja dan mengontrol pengiriman/pemulangan karyawan.Industri konstruksi telah sangat terganggu karena penyebaran Covid-19, misalnya dengan tertundanya dan terhentinya proyek konstruksi yang sedang dikerjakan sebelumnya. (Menteri PUPR, 2020).

Total pendapatan pelaku konstruksi, biasanya 60 persen diperoleh dari proyek APBN atau APBD (Suryowati, 2020). Selama pandemi, aktifitas online tidak dapat menggantikan kegiatan konstruksi di lokasi proyek dikarenakan pekerja konstruksi akan saling berinteraksi dengan yang lain dan berkerumun sehingga berpotensi terkena Covid-19. Namun seiring makin turunnya penyebaran covid-19 maka pemerintah tetap mengeluarkan kebijakan Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM) dalam rangka untuk meningkatkan ekonomi lokal termasuk di Kota Malang. Pemerintah Kota Malang juga melanjutkan kebijakan ditengah Pandemi dengan mengeluarkan Surat Edaran

yang memuat acuan bagi penduduk kota dan para pelaku usaha dalam melaksanakan pencegahan terkait penyebaran Covid-19 di Kota Malang. Salah satu poin di kegiatan sektor kritikal yang salah satunya memuat bidang konstruksi adalah membatasi kegiatan masyarakat atau pekerja konstruksi (SE Walikota Malang No 40/2021). Untuk melanjutkan proyek konstruksi diperlukan adaptasi yang tepat di lingkungan proyek atau lapangan. Alternatif dalam meminimalkan penyebaran Covid-19 samgat diperlukan diantara pekerja konstruksi.

Ketika penyebaran Covid-19 terus berlanjut di seluruh dunia termasuk di Indonesia, banyak penelitian telah melaporkan tantangan yang mungkin dihadapi pekerja saat melakukan pekerjaan konstruksi selama pandemi. Dalam sebuah penelitian dihasilkan kesimpulan tentang perlunya fasilitas kesehatan yang disediakan oleh kontraktor di lokasi proyek sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR selama pandemi, salah satu isu penting dalam penelitian ini adalah ketaatan pekerja dalam mentaati prokokol Kesehatan yang masih kurang (Stephanie et al., 2020). Dalam penelitian lain terkait kesehatan pekerja konstruksi, prosedur kunci pencegahan Covid-19 antara lain; membentuk satgas Covid-19, mengidentifikasi potensi bahaya Covid-19 di TKP, menyediakan peralatan kebersihan di TKP, dan melaksanakan kerja pencegahan Covid-19 di TKP. Serangkaian kegiatan sosialisasi dalam memberikan edukasi kepada tenaga kerja konstruksi dengan tujuan meningkatkan kesadaran kesehatan dalam sebuah proyek konstruksi. Tujuan dari sosialisasi adalah agartenaga kerja konstruksi tetap produktif tanpa mengorbankan kesehatan dan keselamatan (Ratnasari et al., 2020).

Sebagai alternatif untuk meminimalkan penyebaran Covid-19 di antara pekerja konstruksi harus meningkatkan jarak sosial dan menghindari konstruksi padat pekerja. Salah satu alternatif yang ditemukan dalam literatur yang berkontribusi untuk meningkatkan jarak sosial di antara pekerja konstruksi adalah menggunakan banyak tenaga kerja. Beberapa shift sangat efektif dan efisien untuk mencapai percepatan jadwal saat terjadi krisis sumber daya di dalam aktivitas proyek konstruksi. Dengan adanya pembagian shif pekerja tersebut diharapkan dapat mengoptimalkan pemanfaatan peralatan untuk proyek konstruksi (Jun et al., 2016). Pemerintah belum memutuskan bahwa pandemi Covid-19 berakhir dan secara faktual masih terjadi pada Indonesia menurut Keppres No. 24/2021, pada 31 Desember 2021 lalu. Keputusan Presiden ini juga merujuk dalam pernyataan World Health Organizalion (WHO) yang menyebutkan bahwa Pandemi Covid-19 yang merupakan Global Pandemi masih belum berakhir. Proyek konstruksi nasional juga menghadapi tantangan karena Kementrian PUPR menyatakan masih dalam kondisi pandemi Covid19, namun jasa konstruksi harus tetap beroperasi sesuai dengan Pedoman Kementerian PUPR Nomor 2/2020. Hal ini membuat sektor konstruksi harus siap dengan berbagai perubahan dalam beradaptasi di masa pandemi termasuk proses pelaksanaannya. (Maelissa et al., 2021). Dengan adanya pandemi yang melanda seluruh dunia, maka dibutuhkan langkah-langkah protokol kesehatan yang ketat dalam mengurangi penyebaran Covid-19 termasuk di Indonesia, proyek-proyek konstruksi membuat kebijakan penurunan jumlah pekerja proyek yang diizinkan berada di lokasi konstruksi. Terbatasnya jumlah pekerja yang masuk ke proyek konstruksi membuat proyek melambat hingga selesai tepat waktu.

Penelitian lain mengatakan Covid-19 telah berdampak pada industri konstruksi di tingkat lain. Dampak tersebut antara lain pada waktu, biaya dan mutu dengan dampak terhadap waktu memberikan pengaruh paling besar. Dampak lainnya adalah penerapan prokes yang ketat, pemanfaatan teknologi, pembuatan regulasi baru. Dampak lain pada industri konstruksi didominasi oleh tahap pelaksanaan sebesar 97,5 % dan proses perencanaan 2,5% (Ghuzdewan, 2021). Studi lain menunjukkan dampak yang ditimbulkan oleh pandemi terhadap industri konstruksi, yakni lebih dari 78% proyek konstruksi tertunda. Penyebab utama keterlambatan adalah keterbatasan dana dan pemberlakuan PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar). Selain itu, dampak pada pekerja adalah terbatasnya aktivitas dan komunikasi yang tidak lancer (Sari & Suryan, 2021). Dampak lain dari Covid-19 terhadap proyek konstruksi antara lain pendanaan proyek, pembatasan, pekerja, material dan peralatan, ketidakpastian proyek, serta ancaman mogok kerja (Maelissa et al., 2021). Pentingnya manajemen resiko selama pandemi dalam proyek konstruksi didasarkan pada Instruksi Menteri PUPR No. 02/2020. Jenis risiko yang dapat diterima dan diterima dapat dikendalikan melalui pengawasan yang disiplin terhadap kewajiban pekerja tentang penggunaan APD untuk perlindungan diri dan peningkatan kesadaran tenaga kerja untuk hati-hati dan penuh pertimbangan. Keberhasilan penerapan manajemen risiko khususnya selama pandemi tidak terlepas dari kerjasama semua pihak proyek konstruksi (Hikmah & Sari, 2021).

Sebuah kajian tentang kebijakan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) negara-negara iklim tropis serta negara-negara maju menunjukkan bahwa kebijakan menjaga keseimbangan fisik adalah hanya berupa kebijakan tertulis, namun dalam prakteknya sangat sulit untuk diterapkan, terutama pada pekerjaan berat. Diperlukan kepatuhan pekerja terhadap peraturan agar dapat membantu mencapai sasaran K3 dalam proyek (Jonathan et al., 2021). Beberapa strategi alternatif dalam rangka meminimalkan penyebaran Covid-19 diantara, pekerja konstruksi sangat penting, karena strategi seperti itu dapat membantu sector konstruksi untuk pulih dari dampak ekonomi akibat Covid-19 (Denny-smith et al., 2021). Dalam paparan literatur diatas dapat di identifikasi berbagai dampak Covid-19

pada proyek konstruksi dan beberapa strategi alternatif untuk meminimalkan dampak tersebut. Shift kerja mempunyai dasar hukum, yang tercantum pada UU No.13/2003 tentang Ketenagakerjan. Berdasarkan UU tersebut, jika perusahaan mempunyai 3 shift dalam 1 hari dengan jam kerja maksimal 8 jam/shift, maka total jam kerja setiap karyawan selama seminggu tidak boleh lebih dari 40 jam setiap minggunya. Dan jika melebihi maka pekerja akan dihitung lembur. Dalam UU tersebut juga disebutkan, perusahaan wajib membuat perjanjian tertulis tentang shift kerja yg sudah disepakati kedua belah pihak (Glints.com, 2021)

Dalam proyek konstruksi menerapkan shif malam sudah berlaku jamak demi mengejar target penyelesaian. Shift malam bertujuan untuk kepentingan perusahaan dan bermanfaat bagi tenaga kerja itu sendiri yang punya kegiatan di siang hari. Namun shift malam punya dampak terhadap Kesehatan tenaga kerja. Sleep Foundation menyebutkan, sebanyak 25-30% tenaga kerja menderita gangguan tidur, kelelahan tubuh sampai gangguan mental akibat dampak bekerja di shif malam (Glints.com, 2021). Dengan gambaran latar belakang diatas,studi ini bertujuan dalam memodelkan dampak penggunaan shif pekerja selama proyek konstruksi pada kondisi pademi dengan menggunakan pendekatan pemodelan berbasis agen (ABM) menggunakan NetLogo. Perhitungan pengaruh dalam menggunakan beberapa shift dalam proyek konstruksi dalam mengurangi penyebaran Covid-19 di kalangan pekerja konstruksi diharapkan dapat membantu seorang manajer proyek dalam merencanakan tenaga kerja yang dibutuhkan dalam mengoptimalkan proyek konstruksi sekaligus dapat meminimalisir paparan pekerja proyek terhadap Covid-19 (Araya, 2021).

METODE

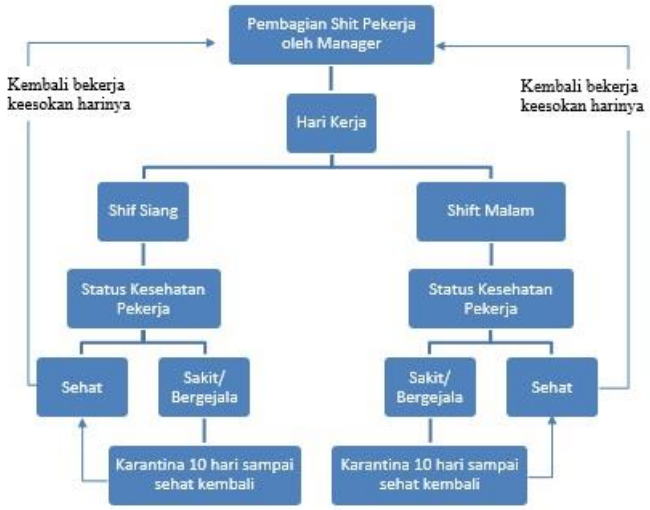
NetLogo yang merupakan bagian dari ABM adalah sebuah metode komputasi yang memungkinkan peneliti untuk membuat, menganalisis, dan menjalankan eksperimen menggunakan model yang terdiri dari sekumpulan agen yang berinteraksi dengan lingkungan. Dengan cara ini, kita bisa mendapatkan simulasi mikro dengan ABM, data mikropopulasi, penjelasan fenomena sosial, serta prediksi dan perkiraan kebutuhan di lapangan. ABM memiliki potensi besar untuk menyelidiki model wabah Covid-19 dengan menunjukkan potensi ABM dalam perencanaan demografi termasuk di dalam bidang kesehatan (Siagian & Prasojo, 2021). Agent Based Modeling (ABM) merupakan konsep simulasi yang memakai agen (individu) dan interaksinya dalam memunculkan fenomena baru (Bata, 2012). ABM dapat digunakan dalam menganalisia dinamika/perilaku gerakan individu. Analisis tersebut juga dapat menjawab pertanyaan mengenai strategi pengendalian pola evakuasi yang berbeda (Pratama et al., 2020)

ABM dalam sebuah penelitian lain dianggap sebuah versi simulasi yang mewakili aktor atau individu didalam sistem sosial yang tidak statis. Dalam gagasan ABM, sistem dimodelkan sebagai seperangkat entitas yang dapat membuat keputusan sendiri, yang biasanya disebut sebagai agen. Sementara GIS adalah perangkat yang sepenuhnya berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengontrol dan menunjukkan catatan referensi informasi spasial, yang dalam hal ini digunakan untuk membantu pembuatan seleksi dalam berbagai konteks, seperti rencana pembuatan spasial dan tata Kelola lingkungan (Khair, 2018). Dalam penelitian ini simulasi penggunaan ABM akan menggunakan NetLogo sebagai tool dalam implementasinya. Menurut Nugroho (2013) NetLogo adalah merupakan sebuah aplikasi yang diciptakan dan dikembangkan oleh Uri Wilensky, Direktur Northwestern University pada tahun 1999. NetLogo merupakan sebuah bahasa pemodelan yang bisa diprogram untuk mensimulasikan fenomena sosial dan alam. Bahasa pemodelan NetLogo memberi peneliti lingkungan yang dapat disesuaikan untuk membuat model mereka sendiri, termasuk bidang manajemen konstruksi (Nugroho, 2013). Nantinya penggunaan NetLogo sebagai metode ABM difokuskan untuk mensimulasikan beberapa skenario yang paling sesuai dalam melihat pengaruh pengunaan beberapa shift dalam proyek konstruksi untuk meminimalkan penyebaran Covid-19.

Saat pandemi, penyebaran Covid-19 sebagian besar melalui interaksi antar orang dan lingkungannya. Peran pekerja akan sangat penting dalam meminimalkan penyebaran Covid-19 pada proyek konstruksi, sehingga diharapkan dengan menjaga jarak pekerja dapat dengan aman melakukan pekerjaannya. Selain itu, karena pandemi, proses pengumpulan data dengan survey ke proyek konstruksi untuk mengamati dan interview dengan perilaku pekerja terbatas, sehingga teknik pemodelan menjadi alternatif yang paling sesuai dan aman. ABM dapat menjadi sebuah tools untuk mengetahui bagaimana penyebaran Covid-19 dapat berdampak pada pekerja konstruksi tanpa harus bertatap muka langsung. Dalam konteks ini ABM dapat digunakan untuk mempelajari bagaimana Covid-19 dapat menyebar di antara pekerja konstruksi. Penelitian ini mencoba menggunakan ABM dalam memahami pengaruh beberapa shift tenaga kerja untuk meminimalkan penyebaran Covid-19 di kalangan pekerja konstruksi. Untuk melakukannya, pemodelan ini memperhitungkan status kesehatan tenaga kerja dalam memimalkan penyebaran Covid-19 serta tanda-tanda kesehatan pekerja ketika masuk shif siang atau shif malam. Namun seiring dengan adanya penurunan penyebaran Covid-19 maka tetap akan dilakukan survey lapangan dengan prokes ketat untuk mengumpulkan data aktual yang mengatur kembali cara mencegah penularan Covid-19 di antara para pekerja. Dalam penelitian ini

akan ada 6 skenario yang akan dijalankan dengan model yang bertujuan untuk mengatasi kurangnya data aktual dari persebaran pekerja di lokasi proyek, untuk meverivikasi berbagai hasil model yang mungkin mewakili berbagai skenario di kondisi sebenarnya di proyek konstruksi selama pandemi.

Dalam penelitian ini jenis agen dalam model akan mewakili pekerja proyek konstruksi serta perilakunya. Para agen disimulasikan akan bekerja sesuai shift masing-masing dalam mengerjakan proyek dan meninggalkan proyek untuk keesokan harinya. Simulasi dimulai setiap hari kerja, dengan manager menugaskan pekerja konstruksi sesuai jadwal, baik shif siang maupun shif malam. Setelah agen pekerja konstruksi menyelesaikan shift kerja, status kesehatan pekerja akan disimulasikan, dan hasilnya dibagi dalam dua kemungkinan, sehat atau sakit (bergejala) karena Covid-19. Pekerja konstruksi yang diklasifikasikan sebagai sakit/bergejala harus menjalani masa karantina atau perawatan selama 10 hari (SE Menkes 18/2022, 2022), dan setelah status pekerja sehat kembali, maka dapat kembali ke proyek pada hari kerja berikutnya.



Sumber: data olahan

Gambar 1. Diagram Alir Pemodelan

Ketika Covid-19 menyebar melalui kerumunan orang termasuk di proyek konstruksi, dapat diasumsikan bahwa dengan menambahkan shift baru (shift malam), maka distribusi pekerja konstruksi di proyek bisa tersebar serta tingkat penularan di antara pekerja bisa menurun, karena jumlah pekerja yang melakukan kegiatan mereka selama proyek terbagi dalam dua shift bukan hanya satu shift. Assumsi ini selaras dengan kebijakan pemerintah yang bertujuan untuk mengurangi Covid-19 dengan memberlakukan jaga jarak di antara orang-orang. Dengan demikian karena jumlah pekerja yang ditugaskan untuk shift malam meningkat, maka tingkat penularan pekerja konstruksi yang ditugaskan untuk shift siang hari menurun seiring adanya pengurangan kepadatan atau kerumunan pekerja. Mengenai penerapan skenario beberapa shift, dalam penelitian ini hanya memakai dua shift yang digunakan dalam model yakni shift siang dan malam, berdasarkan proyek secara umum dalam masa pandemi ada protokol kesehatan dalam proyek pihak kontraktor mempunyai prosedur pembersihan dan disinfektan untuk memastikan bahwa Covid-19 tidak menyebar di antara pekerja dari berbagai daerah maupun vendor (Araya, 2021b).

Tabel 1. Parameter dan Variabel Pemodelan

Fungsi	Paramater dan Variabel	Aturan Terkait
Simulasi dari status kesehatan pekerja selama proyek konstruksi terkait dalam penyebaran Covid-19 dengan menggunakan beberapa shift	- Persentase dari pekerja yang ditugaskan untuk setiap shift. - Waktu ketika shift dimulai dan diakhiri. - Persentase pekerja yang dikategorikan sehat. - Tingkat penularan di antara pekerja konstruksi pada shift yang sama	- Tingkat penularan di antara pekerja konstruksi tergantung dari jumlah pekerja pada shift tersebut. - Semakin banyak pekerja dalam shift, semakin tinggi kemungkinan untuk terkena Covid-19

Sumber (Araya, 2021)

Tingkat penularan di antara pekerja konstruksi tergantung dari jumlah pekerja yang ditugaskan pada shift masing-masing. Semakin banyak pekerja dalam shift, semakin tinggi kemungkinan untuk terkena Covid-19. Untuk variabel dibuat bervariasi yang bertujuan untuk menjadi perwakilan dari kondisi proyek konstruksi dalam dunia nyata. Dalam penelitian ini 6 skenario dengan nilai yang berbeda disajikan untuk variabel-variabel. Untuk pembagian jenis objek, fungsi, variable dan aturan terkait dapat dilihat pada Tabel 1. Output penelitian ini akan dimodelkan menggunakan alat pemrograman NetLogo, yang merupakan perangkat lunak untuk mensimulasikan pemodelan studi kasus dari sistem yang kompleks dan berkembang dari waktu ke waktu. Bahasa pemrograman NetLogo berbasis Java bersifat terbuka, dengan maksud untuk agar terus bisa berkembang seiring dengan kebutuhan akan model yang sejalan dengan kemajuan teknologi sistem informasi dan perkembangan di Indonesia (Nugroho, 2013). NetLogo memiliki potensi besar untuk digunakan dalam penelitian sensus penduduk untuk menilai potensi dan tantangan di bidang kesehatan terkait model wabah Covid-19 menggunakan skema Susceptible Exposed Infectious Removed (SEIR). Selain itu NetLogo dalam dunia Pendidikan juga dapat dimanfaatkan dalam mendukung proses belajar mengajar sekaligus menampilkan fenomena yang terjadi di dalamnya tanpa perlu didefinisikan (Bata, 2012).

Implementasi Pemodelan

Dalam penelitian ini jenis agen dalam model akan mewakili pekerja proyek konstruksi serta perilakunya. Para agen disimulasikan akan bekerja sesuai shift masing-masing dalam mengerjakan proyek dan meninggalkan proyek untuk keesokan harinya. Simulasi dimulai setiap hari kerja, dengan manager menugaskan pekerja konstruksi sesuai jadwal, baik shif siang maupun shif malam. Setelah agen pekerja konstruksi menyelesaikan shift kerja, status kesehatan pekerja akan disimulasikan, dan hasilnya dibagi dalam dua kemungkinan, sehat atau sakit (bergejala) karena Covid-19. Proses pemodelan mensimulasikan 100 agen pekerja konstruksi yang terlibat dalam satu proyek konstruksi di seluruh hari kerja. Model ini mensimulasikan hari kerja, jadi 1 bulan waktu simulasi adalah 24 jam dengan 25 hari kerja, yaitu 600 jam. Kedua shift (siang dan malam) diasumsikan berlangsung untuk jumlah jam yang sama, yakni adalah antara 8 sampai 9 jam kerja dari Senin hingga Sabtu.

Tabel 2. Justifikasi Parameter dan Variabel

Paramater dan Variabel	Nilai	Justifikasi
Populasi dari pekerja	100	Umumnya digunakan dalam penelitian perilaku pekerja konstruksi (Araya, 2021a)
Distribusi dari pekerja diantara beberapa shift	0 – 100%	Jarak variasi tergantung kebutuhan spesifik dari proyek konstruksi (Jun et al., 2016)
Tingkat infeksi (penularan) pekerja di setiap shift	0 – 10 %	Diasumsikan bahwa semakin banyak pekerja yang masuk shift, semakin tinggi kemungkinan pekerja terinfeksi karena kepadatan pekerja meningkat (Araya, 2021a)
Durasi waktu shift	8 – 9 jam	Durasi waktu normal pekerja kosntruksi (Jun et al., 2016)
Durasi waktu karantina	10 hari	Masa karantina pekerja yang sakit atau bergejala (SE Menkes 18/2022, 2022)

Sumber Araya (2021)

Studi ini akan mensimulasikan total waktu pekerjaan renovasi selama 3 bulan atau 1800 jam serta total jumlah pekerja yang sehat. Semua pekerja yang bekerja untuk kedua shift dalam proyek akan dilaporkan status kesehatannya. Tabel 3 menunjukkan pembagian skenario pemodelan. Asumsi ini dibuat untuk mengetahui tren dan perilaku yang muncul dari para pekerja konstruksi terkait dalam penyebaran Covid-19. Perilaku agen (pekerja) dinilai dengan menggunakan tiga variabel kunci, yakni distribusi pekerja untuk setiap shift (siang dan malam), tingkat penularan di antara pekerja di shift yang sama, dan jumlah pekerja yang sehat di tingkat proyek.

Tabel 3. Pembagian Skenario Pemodelan

Skenario	Distribusi pekerja		Tingkat penularan diantara pekerja	
	Shift Siang	Shift Malam	Shift Siang	Shift Malam
Skenario 1	100%	0%	10%	T/A
Skenario 2	90%	10%	9%	1%
Skenario 3	80%	20%	8%	2%
Skenario 4	70%	30%	7%	3%
Skenario 5	60%	40%	6%	4%
Skenario 6	50%	50%	5%	5%

Sumber (Araya, 2021)

Variabel-variabel ini memungkinkan perumusan model melalui simulasi model dan menafsirkan hasil yang seuai dengan yang diharapkanDalam pemodelan nantinya verifikasi dan validasi model melibatkan proses berulang. Verifikasi dan validasi merupakan tahapan dalam melakukan pendekatan pemodelan dan memberikan pembatasan masalah di mana informasi yang didapatkan nantinya adalah merupakan kondisi dari Covid-19 pada proyek konstruksi dan pada akhirnya digunakan untuk menentukan alternatif apa yang paling sesuai dan pada akhirnya dapat digunakan untuk meminimalisir dampak penularan Covid-19 di antara pekerja konstruksi. Validasi model akan terkomputerisasi serta dilakukan dengan menerapkan analisis sensitivitas pada parameter model tersebut (Araya, 2021b).

HASIL DAN PEMBAHASAN

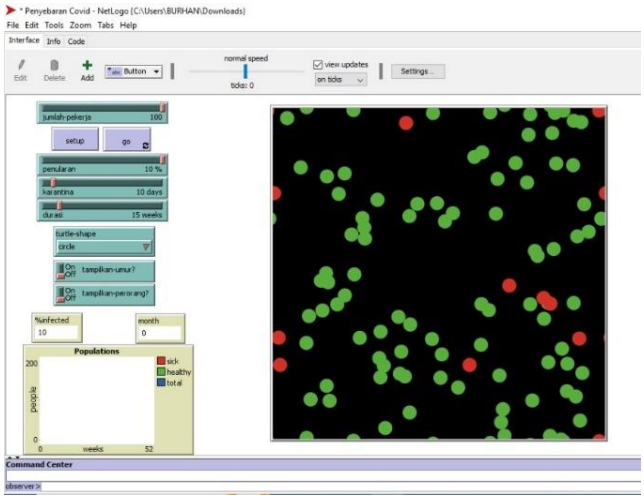
Merancang suatu sistem pemodelan dengan ABM untuk shift pekerja diperlukan analisis kebutuhan untuk menentukan perilaku, parameter, waktu sampai pengukuran populasi yang terlibat dan berhubungan dengan proyek konstruksi yang disesuikan dengan program NetLogo. Untuk analsisa kebutuhan dibutuhkan daftar pertanyaan Bagaimana para pekerja konstruksi (dengan beberapa shift) tetap dapat produktif ditengah lingkungan (kondisi) pandemi yang terbatas. Tabel 4 menunjukkan jenis dan luaran pemodelan.

Tabel 4. Pembagian Skenario Pemodelan

Jenis	Justifikasi
Tipe Agen	Pekerja Konstruksi, Shif, penularan Covid-19
Properti Agen	Populasi dari pekerja, Distribusi dari pekerja diantara beberapa shift, Tingkat infeksi (penularan) pekerja di setiap shift dan Durasi waktu karantina
Perilaku Agen	Bekerja (Shitf siang dan malan), Status Kesehatan (Sehat atau sakit/bergejala), Karantina (Sakit/bergejala)
Parameter	Jumlah pekerja, jumlah shift, status Kesehatan, infeksi (tingkat penularan)
Urutan waktu	Pekerja bekerja, Pekerja Sehat dan Sakit

Sumber: data olahan

Proses pemodelan shif konstruksi ini menggunakan program NetLogo yang bertujuan untuk mengetahui fenomena pekerja konstruksi ketika diperlakukan beberapa skenario jadwal bekerja. Pemodelan ini akan memperhitungkan jumlah pekerja, tingkat penularan, karantina jika dinyatakan sakit atau bergejala dan durasi waktu karantina selama 10 hari. Gambar 2 menunjukkan tampilan awal program NetLogo.



Sumber: data olahan

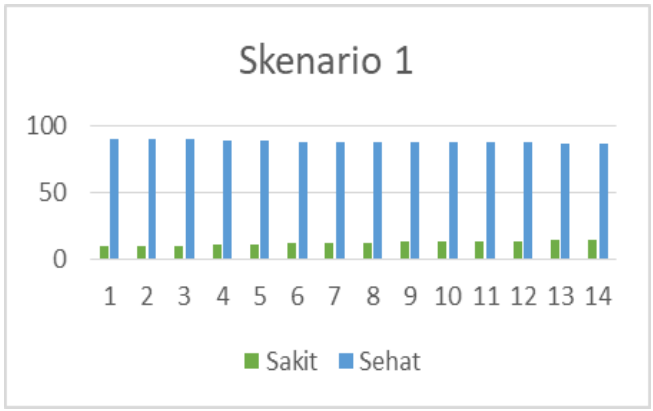
Gambar 2. Pemodelan Shift Pekerja

Hasil pemodelan dapat diketahui jika untuk skenario 1, dimana semua pekerja ditugaskan untuk satu shift (shift siang 100%), terdapat 14 pekerja sakit, sedangkan pekerja sehat adalah sebanyak 76 orang atau dengan kata lain lebih dari 14 % pekerja sakit. Scenario 1 adalah scenario yang umum dilakukan oleh proyek konstruksi dimana 100% pekerja bekerja dari pagi sampai sore hari. Tabel 5 dan gambar 3 menunjukkan hasil pemodelan skenario 1

Tabel 5. Hasil Pemodelan Skenario 1

Pekan	Jumlah Sakit	Jumlah Sehat
1.	10	90
2.	10	90
3.	10	90
4.	11	89
5.	11	89
6.	12	88
7.	12	88
8.	12	88
9.	13	87
10.	13	87
11.	13	87
12.	13	87
13.	14	86
14.	14	86
15.	14	86

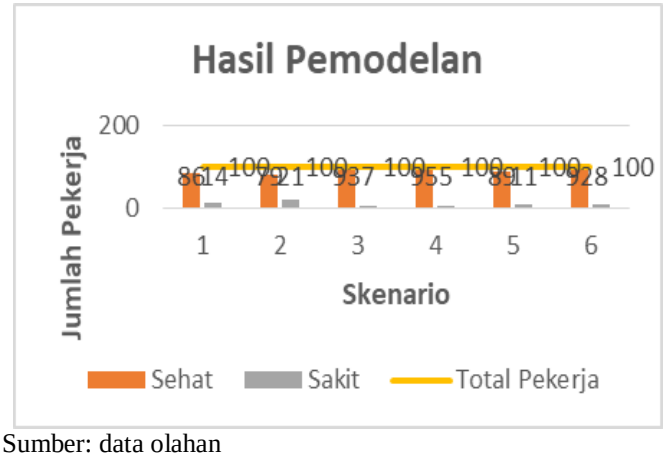
Sumber: data olahan



Sumber: data olahan

Gambar 3. Hasil Pemodelan Skenario 1

Skenario 1 bisa diketahui di masa pandemi skenario tersebut akan sangat riskan dilakukan karena potensi untuk tertular virus Covid-19 cukup besar dan dapat mengurangi ketersediaan tenaga kerja dalam suatu proyek konstruksi. Hasil ini memberikan tantangan bagi manajer konstruksi, karena proyek konstruksi yang umumnya berorientasi bisnis dapat mengalami penundaan jadwal dan mengaikbatkan pembengkakan biaya, sehingga disinilah pentingnya manager proyek dituntut untuk bisa menjaga tenaga kerja mereka. Untuk Skenario 2 dapat diketahui dari hasil pemodelan bahwa jumlah pekerja sehat adalah 79 orang dan pekerja sakit sebanyak 21 orang. Kemudian pada skenario 3 jumlah pekerja sakit adalah sebanyak 7 orang, dan berikutnya untuk skenario 4 jumlah pekerja yang sakit sebanyak 5 orang. Untuk skenario 5 jumlah pekerja yang sakit sebanyak 11 orang dan terakhir untuk skenario 6 jumlah pekerja yang sakit adalah sebanyak 8 orang. Gambar 4 menunjukkan jumlah pekerja sehat dan sakit pada pemodelan shif pekerja dengan 6 skenario.



Sumber: data olahan

Gambar 4. Hasil Pemodelan seluruh Skenario

Gambar 4 dapat diketahui bahwa skenario nomor 4 adalah skenario terbaik dalam hal pendistribusian komposisi pekerja dengan jumlah pekerja shif siang sebanyak 70% dan shift malam sebanyak 30% atau sekitar sepertiga pekerja dimasukan dalam shift malam.

Faktor yang mempengaruhi fenomena ini adalah adanya durasi proyek selama 15 minggu (3 bulan) serta adanya masa karantina 10 hari jika ada pekerja yang sakit atau bergejala. Dengan hasil tersebut pemanfatan beberapa shift menjadi solusi terbaik bagi manajer proyek untuk mengurangi penyebaran Covid-19 di antara pekerja konstruksi. Pemodelan ini dapat dijadikan acuan dalam sebuah proyek konstruksi jika terjadi pandemi, karena menyajikan alternatif pembagian shif dalam mengurangi kepadatan pekerja, dan hasil optimal adalah dengan membagi pekerja konstruksi dengan komposisi 70% shif siang dan 30% shift malam. Komposisi 30% pekerja dimasukan shift malam juga untuk menjaga produktifitas pekerja secara keseluruhan, karena pekerja konstruksi shift malam cenderung mengalami penurunan produktifitas (Leangso, 2018). Dengan demikian suatu proyek konstruksi yang dilaksanakan selama pandemi dengan tetap mempertimbangkan produktifitas dan distribusi shift pekerja diharapkan dapat meningkatkan kemungkinan proyek konstruksi dapat diselesaikan tepat waktu, sesuai anggaran, dan pekerja konstruksi dalam kondisi sehat.

SIMPULAN

NetLogo merupakan Bahasa pemodelan simulasi yang menggambarkan individu-individu (agen) dalam sebuah pola sistem yang dinamis dan kompleks, yang dalam hal ini menyajikan pendekatan dampak penggunaan beberapa shift untuk mengurangi penyebaran Covid-19 diantara pekerja konstruksi. Dalam studi ini dilakukan pemodelan beberapa alternatif shif pekerja yang terdiri dari 6 skenario yang menunjukkan distribusi pekerja untuk shift siang dan malam serta tingkat penularan di antara pekerja. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat Kesehatan pekerja ikut dimasukan sebagai bagian fenomena yang terjadi jika di implementasikan di lapangan yakni durasi kerja harian, lama proyek dan masa karantina. Penelitian ini menunjukan skenario terbaik dalam meminimalkan risiko penyebaran Covid-19 di antara pekerja konstruksi adalah komposisi pekerja untuk shif siang dibanding shif malam adalah 1:3 dimana shift siang jumlah pekerja adalah 70% dan shift malam sebanyak 30%. Studi ini menekankan bahwa menggunakan beberapa shift adalah alternatif yang layak untuk mengembangkan proyek konstruksi sambil. Untuk penelitian di masa depan disarankan dapat menambahkan variable vaksinasi karena tingkat vaksinasi di Indonesia pada umumnya dan Kota Malang pada khususnya sudah cukup tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Araya, F. 2021a. Modeling the spread of COVID-19 on construction workers: An agent-based approach. *Safety Science*, *133*(September 2020), 105022. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105022

Araya, F. 2021b. Modeling working shifts in construction projects using an agent-based approach to minimize the spread of COVID-19. *Journal of Building Engineering*, *41*(February). https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102413

Bata, J. 2012. Simulasi Berbasis Agen-Based Modeling (Abm) Menggunakan Netlogo. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, *2012*(Sentika), 2089–9815.

Denny-smith, G., Sunindijo, R. Y., Loosemore, M., Williams, M., & Piggott, L. 2021. How construction employment can create social value and assist recovery from covid-19. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(2), 1–20. https://doi.org/10.3390/su13020988

Ghuzdewan, T. A. 2021. *Dampak Pandemi COVID-19 pada Proyek Konstruksi ATILLA FAMEGA M, Toriq Arif Ghuzdewan, S.T., M.Sc.E. 2019*, 2019–2021.

Glints.com. 2021. Pengertian, Jenis-jenis, dan Regulasi Shift Kerja. *12 Agustus*, 1–7. https://employers.glints.id/resources/jenis-dan-regulasi-shift-kerja/#:~:text=Shift kerja merupakan suatu penetapan,shift malam%2C atau shift bergilir.

Hikmah, M., & Sari, S. T. 2021. Manajemen Risiko Keselamatan Kesehatan Kerja Pada Penyelenggaraan Proyek Konstruksi Dalam Masa Pandemi Covid-19. *Universitas Tridharma Research Lembaran Publikasi Ilmiah*, *4*(2)

Jonathan, J., Oktovallen Candra, A., & Alifen, R. S. 2021. Studi Banding K3 Normal Baru Pada Proyek Konstruksi Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, *10*(1), 26–34. http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/11008

Jun, D. H., Han, C. H., & Kim, D. J. 2016. Optimizing the utilization of shareable equipment in multiple shifts for construction projects. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, *15*(3), 597–604. https://doi.org/10.3130/jaabe.15.597

Kementerian PU. 2020. *Pencegahan Covid-19 Di Proyek Konstruksi*. *4*(i), 3–6.

SE Menkes 18/2022, Surat Edaran Menteri Kesehatan Nomor HK.02.01/MENKES/18/2022.

Khair, F. 2018. Perancangan Sistem Koordinasi Relawan dalam Penanggulangan Bencana Menggunakan GIS dan Agent Based Modeling (ABM). *Jurnal Pasti*, *XII*(2), 249–261.

Leangso, A. S. 2018. *Pengaruh kerja lembur terhadap produktivitas tenaga kerja konstruksi pada pekerjaan balok dan plat lantai (studi kasus proyek pembangunan parsley bakery & resto jalan laksda adisutjipto yogyakarta)*.

Maelissa, N., Gaspersz, W., & Metekohy, S. 2021. Dampak Pandemi Covid-19 Bagi Pelaksanaan Proyek Konstruksi Di Kota Ambon. *Jurnal Simetrik*, *11*(1), 411. https://doi.org/10.31959/js.v11i1.21

Menteri Pekerja Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2020. Instruksi Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat No.02/IN/M/2020 Tentang Protokol Pencegahan Penyebaran Corona Virus Disease 2019 (Covid-19) Dalam Penyelenggaraan Jasa Konstruksi. *Konstruksi*, *Protokol Covid-19*, 1–21. https://sitaba.pu.go.id/covid19/uploads/Inmen_PUPR_No__02_Tahun_2020_Tentang_Pencegahan_Penyeberan.pdf

Nugroho, F. 2013. *Pemrograman Multimedia menggunakan NetLogo* (H. Cahyo (Ed.)). UIN-Maliki Press.

Pratama, D. P., Hardiansyah, Afrizal, Y., & Mase, L. Z. 2020. Implementasi Metode Agent Based Modelling untuk Evakuasi Bencana Tsunami pada Gedung J Universitas Bengkulu, Indonesia. *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*, *22*(2), 114–122. https://doi.org/10.35313/potensi.v22i2.1843

Ratnasari, A., Sari, M. G., & Asharhani, I. S. 2020. Peningkatan Kualitas Kesehatan Pada Manajemen Konstruksi Saat Pandemi Melalui Sosialisasi Pekerja Proyek. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, *3*, 414–421. https://doi.org/10.37695/pkmcsr.v3i0.931

Sari, A. N., & Suryan, V. 2021. Pandemi Covid-19: Dampak terhadap Pekerjaan Konstruksi. *Jurnal Talenta Sipil*, *4*(2), 214. https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i2.77

Siagian, T. H., & Prasojo, A. P. S. 2021. Agent-Based Modelling Pada Studi Kependudukan: Potensi Dan Tantangan. *Seminar Nasional Official Statistics*, *2020*(1), 1032–1040. https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.591

Stephanie, Kriwangko, & Nugraha, D. 2020. *Dalam Penerapan K3 Selama Masa Pandemi Pada*. 22–29.

surat_edaran_wali_kota_malang_nomor_40_tahun_2021-1.pdf. (n.d.).

Suryowati, E. 2020. *Sektor Konstruksi Cemaskan Wacana Perpanjangan PPKM Darurat*. 20–23.