



Kapabilitas Dinamik pada Akselerasi Produksi *Precast Girder* Tipe- U pada Proyek LRT Jabodebek

***Ferry Hermawan¹, Tri Susanto², Bambang Purwanggono³, Bagus Hario Setiadji¹,
Anik Nurul Pratiwi⁴**

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang,

²Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Semarang,

³Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

³Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta

*ferry.hermawan@live.undip.ac.id

Received: 2 Maret 2024 Revised: 3 September 2024 Accepted: 9 September 2024

Abstract

LRT Jabodebek as the first LRT infrastructure project in Indonesia has provided lessons on the implementation of dynamic capabilities on manufacturing aspects for the construction industry. In order to meet the requirements 2900 units of U-Shape Girder, production under normal conditions is expected to be completed by 2020. The acceleration of completion led to a significant increase in project requirements, accelerated completion of construction led to production shortages. Meeting the need for acceleration requires factories to be able to increase their production capacity by using steam curing methods. This case study uses a qualitative approach and focuses on dynamic capabilities in the production process. As a role model of application of manufacturing dynamic capability, the project has demonstrated the role of technology in increasing productivity. The integration of methods, asset positioning, and management processes are the most dominant productivity factors in accelerating the production of U-Shape precast girder. Optimum production performance can be achieved by integrating factory roles, project sites and management supported by adequate resources and staff experience.

Keywords: *Capabilities, production, project, U-Shape, acceleration*

Abstrak

LRT Jabodebek sebagai proyek infrastruktur LRT pertama di Indonesia telah memberikan pembelajaran tentang implementasi kapabilitas dinamik pada aspek manufaktur bagi industri konstruksi. Dalam rangka memenuhi kebutuhan 2900 unit girder precast tipe-U, produksi dalam kondisi normal diharapkan selesai pada tahun 2020. Akselerasi penyelesaiannya menyebabkan kebutuhan proyek meningkat signifikan, penyelesaian konstruksi yang dipercepat menyebabkan kendala kekurangan produksi. Pemenuhan kebutuhan akselerasi tersebut menuntut pabrik harus dapat meningkatkan kapasitas produksinya dengan menggunakan metode steam curing. Studi kasus ini menggunakan pendekatan kualitatif dan berfokus pada kapabilitas dinamik dalam proses produksi. Sebagai role model penerapan kapabilitas dinamik manufaktur, proyek ini telah mendemonstrasikan peran teknologi dalam peningkatan produktivitas. Integrasi metode, posisi aset, dan proses manajemen adalah faktor produktivitas yang paling dominan dalam mempercepat produksi precast girder tipe-U. Performa produksi yang optimal dapat dicapai dengan mengintegrasikan peran pabrik, site proyek, dan manajemen yang didukung oleh sumber daya dan pengalaman personil yang memadai.

Kata kunci: *Kapabilitas, produksi, proyek, u-shape, percepatan*

Pendahuluan

Salah satu proyek strategis nasional dengan konstruksi girder tipe-U (*U-Shape Girder/USG*) yang pertama di Indonesia adalah *Light Rail Transit*

Jakarta, Bogor, Depok, dan Bekasi (LRT Jabodebek). USG adalah sistem *precast* dengan panjang standar 30 meter. Kebutuhan total 2900 unit *precast* USG LRT Jabodebek disuplai dari pabrik khusus untuk memproduksinya. Menurut

perencanaan awal, produksi USG dalam kondisi normal diperkirakan akan selesai pada tahun 2020. Akibat kebutuhan proyek yang meningkat, konstruksi LRT Jabodebek dipercepat yang menyebabkan kekurangan produksi USG. Karena kekurangan pasokan, pabrik harus menggunakan metode percepatan produksi. Untuk mempercepat produksi, metode *steam curing* digunakan. Manajemen sumber daya alat, metode, modal, material, dan tenaga kerja diperlukan untuk mempercepat produksi dengan sumber daya yang terbatas. Kemampuan tertentu diperlukan dalam manajemen sumber daya kompleks untuk mengoptimalkan kinerja bisnis mencapai target.

Tenaga kerja yang dibutuhkan memiliki kompetensi khusus dalam produksi precast, tenaga kerja yang tidak sesuai kompetensi akan berisiko terhadap produk baru dengan spesifikasi tinggi. Dalam proses produksi digunakan metode kerja yang mempengaruhi peningkatan produktivitas. Tenaga kerja merupakan salah satu faktor kunci dalam produktivitas konstruksi (Sumarningsih *et al.*, 2016). Tenaga kerja harus memiliki kompetensi khusus serta pengalaman perusahaan yang terbatas terhadap jenis proyek LRT tentunya memerlukan proses adaptasi dalam proses produksi *precast*. Pelaksanaan yang kurang optimal menimbulkan peningkatan biaya produksi. Strategi dalam pencapaian target produksi pada kondisi percepatan merupakan kasus yang kompleks.

Proyek LRT Jabodebek menggunakan metode kontrak *design and built*, jenis proyek tersebut akan optimal dalam penyelesaian apabila menggunakan metode kerja sistem non-konvensional karena *design* akan berjalan hampir bersamaan dengan proses konstruksi. Sehingga perlu adanya inovasi serta integrasi baik di pabrik maupun di proyek. Salah satu inovasi tersebut menggunakan girder sistem *pretension* dan menggunakan metode *steam curing* dalam percepatan produksi. Metode *steam curing* dapat mereduksi *cycle time* produksi U-Shape Girder pada item pekerjaan waktu *curing*. *Cycle time* yang berkurang akan berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas produksi (Assaad & El-adaway, 2021). Proses percepatan produksi akan mempengaruhi performa proyek di lapangan, semakin cepat proses produksi akan memangkas salah satu kendala dalam pelaksanaan proyek. Sebagai contoh apabila produksi precast meningkat maka kemajuan pelaksanaan proyek di lapangan akan lebih tinggi karena suplai material *precast* tercukupi.

Proses percepatan produksi memerlukan perencanaan serta implementasi yang baik, sehingga metode kerja yang disusun akan terlihat dampaknya pada hasil produksi. Kurangnya strategi

bisnis, teknologi serta metode pada perusahaan konstruksi akan menurunkan produktivitas konstruksi (Snyman & Smallwood, 2017). Proses percepatan dengan metode *steam curing* merupakan salah satu implementasi dari strategi bisnis, teknologi serta metode kerja yang diterapkan pada proyek LRT Jabodebek. Dalam manajemen percepatan tersebut tidak mudah terlebih merupakan *precast* yang pertama digunakan di Indonesia. Sehingga, untuk meminimalisir potensi tersebut perusahaan memaksimalkan sumber daya perusahaan yang sudah berpengalaman dalam bidang tersebut. Sumberdaya serta kapabilitas yang relevan akan mengarah pada kinerja perusahaan serta meningkatkan daya saing (Dombrowski *et al.*, 2016). Perusahaan bisa bersaing apabila mampu secara tepat dengan inovasi yang cepat menghadapi suatu perubahan didukung dengan kemampuan manajemen dalam mengkoordinasikan kemampuan internal dan eksternal (Teece, 1997).

Kapabilitas berpengaruh positif terhadap produktivitas yang menjadi dasar dalam peningkatan produktivitas (Yu *et al.*, 2018). Apabila dapat mengimplementasikan metode percepatan metode *steam curing* dengan maksimal maka akan menjadi salah satu *role model* perusahaan konstruksi di masa mendatang. Maksud penelitian ini adalah untuk mengevaluasi proses akselerasi produksi *precast girder* dengan metode *steam curing* pada Proyek LRT Jabodebek. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Menganalisis efektifitas dan kendala proses produksi *precast U Shape Girder* menggunakan *steam curing*, (2) Menganalisis faktor produktivitas dari manajemen produksi U-Shape Girder pada Pabrik *Precast LRT*, dan (3) Mengukur kapabilitas dinamik pada kegiatan manufaktur dan manajemen proyek LRT.

Metode

Kajian di bidang manajemen konstruksi melibatkan multi disiplin dan sekaligus multi metode. Dalam riset-riset multi disiplin seperti ini, satu metode tidak akan mampu menggambarkan persoalan secara komprehensif. Peran dari para pemangku kepentingan tidak bisa dilihat sebagai subjek tunggal. Dinamika dari interaksi sosial harus dilihat sebagai bentuk interaksi. Penelitian tentang kapabilitas dinamik proses percepatan produksi dalam perspektif manufaktur berbasis proyek merupakan *role model* industri konstruksi di masa mendatang karena melibatkan manufaktur serta proyek.

Sebagai objek penelitian adalah Pabrik *Precast Sentul*, di Jalan Raya Sirkuit Sentul, Desa Babakan Madang, Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor. Studi kasus kualitatif yang berpusat pada

kapabilitas dinamik dalam proses produksi digunakan sebagai metodologi penelitian. Data dikumpulkan melalui analisis dokumen sejarah produksi dan wawancara semi-terstruktur tentang topik pertanyaan tematik. Dokumen yang dianalisis antara lain: data spesifikasi produk, *schedule* produksi, *layout* produksi pabrik, spesifikasi alat *steam curing*, data *cycle time* produksi dan data produksi serta data *job mix formula*.

Wawancara semi terstruktur dilakukan untuk memperoleh persepsi manager proyek, *project engineering manager* dan *project control* terhadap proses percepatan menggunakan *steam curing*. Daftar pertanyaan wawancara dibangun dari topik-topik utama pertanyaan. Topik pertanyaan tersebut dikembangkan dari proses wawancara itu sendiri, dan dijadikan acuan untuk mengeksplorasi permasalahan yang mendasar dari pertanyaan penelitian. Penyempurnaan pertanyaan dibangun berdasarkan pengalaman responden yang dipetakan dari bahan diskusi selama wawancara. Eksplorasi permasalahan dari responden menggunakan pendekatan kualitatif, dimana responden yang akan diwawancara dipilih berdasarkan pengalaman dan kompetensi yang dimiliki. Kriteria responden terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria responden

Variabel	Kriteria
Kualifikasi Pendidikan	Sarjana bidang Teknik Sipil
Pengalaman kerja	Lebih dari tiga tahun
Jabatan dalam struktur proyek	<i>Deputy / Project Manager / Project Engineering Manager / Project Control</i>
Jumlah Responden	3 orang

Responden merupakan pelaku yang terlibat langsung dalam proses percepatan produksi sehingga bisa memberikan gambaran bagaimana proses percepatan itu dilakukan. Sebelum dilakukan wawancara, responden diminta mengisi formulir kesediaan (*consent form*). Hasil wawancara dengan narasumber dibuat transkripsi untuk diolah dengan metode koding sesuai *template* analisis yang sudah dibuat. Eksplorasi *framework* kapabilitas dinamik digunakan untuk elaborasi faktor produktivitas (5M: *Man, Money, Machine, Method, Material*) Analisis dari hasil *coding* dilakukan dengan pendekatan kualitatif dengan pendekatan *interpretive* dari data teknis dan hasil wawancara dari narasumber penelitian.

Proses analisis data kualitatif menggunakan *thematic coding* kapabilitas dinamik untuk memetakan implementasi setiap komponen *framework* pada studi kasus penelitian ini.

Justifikasi argumentasi dari hasil wawancara menggunakan data teknis manufaktur *U-Shape Girder* (USG) di Lokasi studi dan perubahan-perubahan yang dilakukan oleh manajer proyek dari pabrik atau workshop USG.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh teknologi terhadap produktivitas konstruksi

Pemerataan, efisiensi dan lingkungan menjadi semakin signifikan dalam industri konstruksi, pertimbangan situasi bisnis, komunitas yang beragam dan lingkungan harus dilibatkan untuk membentuk dasar dari setiap rencana pembangunan berkelanjutan (Aureliano *et al.*, 2019). Efisiensi dalam produktivitas berarti memaksimalkan proses produksi yang meminimalkan input, meningkatkan tingkat pertumbuhan sambil mengurangi sumber daya yang digunakan. Peningkatan produktivitas akan diperoleh keuntungan melalui harga yang kompetitif dan kualitas produk dibandingkan dengan kompetitor. Hal ini terjadi ketika *output* meningkat lebih cepat daripada *input* atau ketika ada lebih banyak *output* dari *input* yang sama.

Konsep peningkatan produktivitas dalam industri konstruksi telah diabaikan selama beberapa dekade, sehingga industri konstruksi tertinggal karena inovasi teknologi yang tidak memadai untuk meningkatkan produktivitas. Mengidentifikasi kendala peningkatan produktivitas dan mengembangkan solusi dengan metode untuk meningkatkan produktivitas konstruksi. Terlepas dari fakta bahwa produktivitas menguntungkan dalam beberapa hal, seperti proyek diselesaikan lebih cepat, reduksi biaya proyek, penawaran harga yang lebih kompetitif, dan proyek lebih menguntungkan. Profitabilitas, pemulihan *overhead*, dan pengembalian modal yang digunakan pada dasarnya adalah ukuran produktivitas yaitu *output* relatif terhadap input. Mengamankan proyek sangat penting dalam hal pemulihan *overhead*, arus kas dan *profitability*.

Produktivitas merupakan masalah penting dalam industri konstruksi, karena terkait langsung dengan biaya konstruksi dan durasi pelaksanaan. Produktivitas konstruksi dipengaruhi oleh lima faktor 5M. Tenaga kerja adalah faktor terpenting karena menentukan bagaimana pekerjaan dilakukan (Sumarningsih *et al.*, 2016). Seharusnya kelima faktor yang mempengaruhi produktivitas sama pentingnya dalam kelancaran suatu proyek konstruksi. Tetapi, hasil tersebut tidak sejalan dengan sebagian besar hasil penelitian tentang produktivitas.

Hasil penelitian sebagian besar menempatkan faktor *method* yang paling mempengaruhi produktivitas. Dari hasil penelitian di atas, *method* merupakan faktor dominan dalam mempengaruhi produktivitas. Pengaruh metode kerja bisa berupa peningkatan teknologi pada proses produksi, kurangnya inovasi teknologi dan metode kerja akan menurunkan tingkat produktivitas (Snyman & Smallwood, 2017). Inovasi teknologi merupakan bagian dari metode kerja yang kecil digunakan pada sektor konstruksi. Konstruksi masih sering menggunakan metode konvensional. Inovasi teknologi dalam konstruksi memang dapat meningkatkan produktivitas, disisi lain juga memerlukan *skill* serta sumberdaya manusia yang sudah kompeten. Hal ini merupakan salah satu kendala penggunaan inovasi teknologi dalam metode kerja untuk diterapkan pada sektor konstruksi karena sebagian besar sumber daya manusia sektor konstruksi merupakan *non-skill*.

Teknologi berpengaruh terhadap efisiensi dan produktivitas serta meningkatkan pertumbuhan perusahaan (Dombrowski *et al.*, 2016; Misrudin & Fong, 2019). Peningkatan terhadap efisiensi dan produktivitas pada industri konstruksi dapat dilakukan dengan penyelarasan sumberdaya yang ada dimana dapat mereduksi biaya dan waktu pelaksanaan (Aureliano *et al.*, 2019). Ketika perusahaan dapat mengadopsi teknologi dan mengembangkan inovasi, secara otomatis mengubah manajemen serta *flow* produksi perusahaan. Hubungan antara teknologi serta implementasi dapat memperkuat pengaruhnya terhadap keberlanjutan perusahaan. Salah satu contoh inovasi teknologi yang sudah digunakan pada sektor konstruksi adalah penggunaan teknologi pracetak dalam metode pelaksanaan dimana dapat mempercepat proses konstruksi. Tetapi tidak semua sektor konstruksi menggunakannya, masih terbatas pada perusahaan konstruksi berskala besar. Pada proyek LRT Jabodebek juga menggunakan material *precast* jenis *pre-tension*. *Precast* diproduksi pada pabrik dengan menggunakan teknologi terkini. Teknologi atau inovasi digunakan untuk meningkatkan efisiensi, sebagai contoh teknologi *moulding* otomatis dalam produksi *precast* USG mampu mereduksi *cycle time* produksi pada kondisi normal. Pada kondisi percepatan, penambahan peralatan *steam curing* mampu memangkas waktu curing. *Cycle time* yang menurun akan berimplikasi pada *flow* produksi *precast*. Faktor produktivitas dapat mendorong peningkatan kapasitas serta *cycle time* dalam produksi (Antunes *et al.*, 2018).

Steam curing merupakan intervensi teknologi pada material beton, dimana beton dipaksa untuk berhidrasi secara cepat sehingga mutu beton dapat

dicapai dengan waktu yang diinginkan. Beton memiliki sifat yang alami seperti susut dan tarik. Penyusutan atau pengeringan biasanya terjadi karena pengeringan alami atau kehilangan air selama proses pengerasan dan pengeringan. Kondisi tersebut menyebabkan struktur beton dapat retak dan rusak pada kondisi tersebut. Retak pada beton berdampak negatif pada kemampuan layan dan daya tahan struktur, sehingga mengendalikan susut beton adalah faktor kunci. Metode yang paling umum adalah perawatan beton melalui peningkatan suhu dan kelembaban. Berbagai macam metode telah digunakan diantaranya pemberian uap pada tekanan rendah lazim digunakan untuk produksi pracetak skala besar. Metode perawatan beton dengan memberi uap terhadap beton disebut *steam curing*. Metode tersebut mempercepat hidrasi beton dengan proses penguapan sehingga beton lebih cepat mencapai kuat tekan tertentu.

Siklus *steam curing* terdiri dari lima tahapan yaitu tahap *pre-curing*, *temperature rise*, *isothermal curing*, *temperature decline*, dan *post curing*. Secara umum, durasi total maksimum atau *cycle time* dari *steam curing* dibatasi sesuai target produksi yang ingin dicapai. Mengurangi durasi *curing time* sangat penting dalam produksi beton pracetak skala besar, karena mengarah pada biaya produksi rendah dan juga produktivitas yang lebih tinggi. *Steam curing* bisa meningkatkan perawatan beton dan mereduksi waktu siklus sehingga menyebabkan *early strength* lebih tinggi (Ramezaniapour *et al.*, 2013). *Early strength* merupakan spesifikasi mutu beton minimal yang wajib dicapai agar produk *precast* bisa dipindahkan dari lokasi produksi ke *stockyard*. Kunci dari produksi *precast* adalah kecepatan waktu dalam mencapai *early strength*. *Steam curing* merupakan contoh intervensi teknologi untuk peningkatan produktivitas pada manufaktur berbasis proyek, dengan adanya intervensi teknologi akan mempercepat proses produksi. Implementasi inovasi teknologi pada produksi *precast* USG dimana produk dengan spesifikasi tinggi merupakan hal yang kompleks. Sehingga membutuhkan manajemen sumberdaya yang kompeten di bidangnya.

Framework kapabilitas dinamik pada bangunan publik

Keunggulan kompetitif perusahaan bergantung pada kemampuan mereka dengan cara yang selalu berubah dan lebih kompetitif dalam lingkungan bisnis global. Kemampuan statis tidak lagi mencukupi untuk mempertahankan keunggulan kompetitif perusahaan dari waktu ke waktu. Kapabilitas dinamik memungkinkan perusahaan untuk terus memperbarui dan meningkatkan

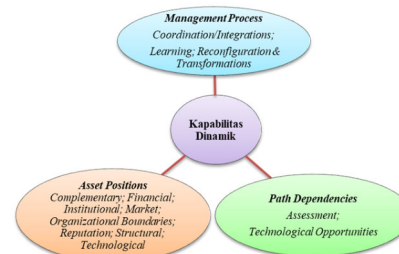
kemampuan yang ada untuk membuat inovasi untuk memenuhi kebutuhan mereka yang terus berubah (Teece *et al.*, 1997). Oleh karena itu, banyak literatur tentang operasi dan manajemen strategi telah meneliti tentang masalah pada keunggulan kompetitif perusahaan dari perspektif kemampuan dinamis. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada manufaktur.

Pandangan berbasis sumber daya dan penelitian yang dibangun di atas konsep eksplorasi atau eksploitasi mewakili dua aliran literatur tentang kemampuan dinamis. Kedua aliran berpendapat bahwa perusahaan belajar dan beradaptasi dengan konteks lingkungan yang berubah (Teece, 2010). Kapabilitas dinamik sebagai beberapa proses dan mekanisme yang digunakan organisasi untuk mengatasi perubahan dalam lingkungan bisnis. Hasilnya hanya berfokus pada pengembangan kemampuan dan aset jangka panjang, oleh karena itu lebih bersandar pada pandangan yang berbasis sumber daya. Konsep kapabilitas dinamik digambarkan sebagai kemampuan perusahaan untuk mengintegrasikan, membangun, dan menyusun kembali kompetensi internal dan eksternal dalam merespon perubahan lingkungan yang cepat (Teece, 2007).

Pada persaingan global, perusahaan bersaing dalam hal mutu maupun biaya disamping itu ada juga faktor kecepatan waktu dalam pelaksanaan. Perusahaan yang dapat mengintegrasikan ketiga hal tersebut akan mampu bersaing (Mahmood *et al.*, 2017). Kemampuan yang terintegrasi antara sumber daya perusahaan serta inovasi akan meningkatkan kinerja perusahaan (Zhou *et al.*, 2019). Perusahaan yang dapat mengimplementasikan kapabilitas dinamik dengan maksimal akan mampu meningkatkan kinerja perusahaan (Winter, 2003). Perubahan strategi membutuhkan keselarasan baik sumberdaya serta kemampuan manajemen agar dihasilkan produktivitas yang maksimal (Eldridge & Hutton, 2019). Kapabilitas dinamik merupakan salah satu kunci dalam mengatasi masalah manufaktur dalam hal strategi di masa mendatang (Größler, 2007). Konsep kapabilitas dinamik disajikan dalam *framework* pada Gambar 1 yang dikembangkan oleh Teece.

Secara garis besar kapabilitas dinamik memiliki tiga kerangka utama. Pertama, *path dependencies*. Bagian dari kerangka kapabilitas dinamik dimana rekam jejak perusahaan dapat mempengaruhi atau meningkatkan kemampuan perusahaan dalam merespon suatu perubahan dalam proses bisnisnya. Rekam jejak yang baik akan mempermudah dalam hal *supply chain* yang dibutuhkan apabila terjadi perubahan strategi perusahaan. Kedua, *management process*. Struktur organisasi

manajemen berdampak pada pengambilan keputusan dalam merespon suatu perubahan. Ketepatan dan kecepatan dalam pengambilan keputusan dalam menentukan strategi berpengaruh pada hasil yang dicapai. Proses pengambilan keputusan berjalan maksimal apabila dalam proses manajemen terjadi koordinasi atau integrasi dari seluruh aspek. Ketiga, *asset positions*. Sumberdaya yang dimiliki akan menentukan tingkat keberhasilan kapabilitas dinamik yang bisa dilakukan suatu perusahaan. Sumberdaya bisa berupa modal, teknologi, pasar ataupun sumberdaya lain yang bisa mendukung dalam proses kapabilitas dinamik. Sumberdaya yang kuat akan berpengaruh langsung dalam mendukung implementasi dari strategi perusahaan.



Gambar 1. *Framework* kapabilitas dinamik (Teece *et al.*, 1997)

Ketiga kerangka tersebut merupakan satu kesatuan dalam mendukung implementasi kapabilitas dinamik. Ketiga faktor tersebut wajib dimiliki oleh perusahaan untuk bersaing pada kompetisi di masa sekarang. Dengan dasar yang kuat maka perusahaan akan mampu merespon segala macam perubahan yang terus terjadi.

Penelitian yang sudah ada banyak mengulas bagaimana kapabilitas dinamik diterapkan oleh perusahaan manufaktur, sedangkan kapabilitas dinamik tidak hanya dilakukan manufaktur tetapi juga pada sektor konstruksi. Sektor konstruksi masa kini banyak yang menerapkan konsep kapabilitas dinamik. Secara garis besar penelitian yang telah dilakukan berfokus pada industri manufaktur. Kapabilitas dinamik pada manufaktur dilihat dari berbagai sisi sehingga mendapatkan perspektif yang berbeda. Penelitian kapabilitas dinamik pada industri konstruksi ada pada penelitian Choi *et al.* (2018), meneliti tentang bagaimana implementasi kapabilitas dinamik pada konstruksi di Eropa. Penelitian tersebut mengulas tentang implementasi yang sudah dilakukan pada sektor konstruksi, hasilnya mengidentifikasi tiga set strategi manajemen yang secara teoritis dan empiris yaitu diversifikasi, desentralisasi dan integrasi nilai yang dapat membantu organisasi berbasis proyek mengoptimalkan sumber daya agar berhasil

beradaptasi dengan lingkungan bisnis yang dinamis. Pada penelitian tersebut berfokus bagaimana sumberdaya dapat menjadi modal untuk bersaing pada lingkungan bisnis. Sedangkan pada penelitian ini, konsep kapabilitas dinamik diterapkan pada manufaktur yang berbasis atau berhubungan dengan proyek dengan contoh kasus pada percepatan produksi *precast*. Kapabilitas dinamik manufaktur berbasis proyek dilihat pada perspektif yang berbeda, dimana manufaktur dan proyek menjadi satu kesatuan yang saling mendukung. Sehingga implementasi kapabilitas dinamik menjadi kompleks karena ada dua hal yang saling mempengaruhi. Implementasi kapabilitas dinamik penelitian ini ditinjau pada proses percepatan produksi *precast*.

Adanya *update schedule* penyelesaian Proyek LRT Jabodebek, perusahaan merespon dengan percepatan produksi *U-Shape Girder*. Perubahan terjadi pada *flow* produksi yaitu pekerjaan tunggu umur beton dari awalnya menggunakan normal curing menjadi *steam curing*. Perubahan berdampak pada rencana *cycle time* pada item pekerjaan tunggu umur beton, dari awalnya 20 jam menjadi 12 jam. Perubahan tersebut memangkas total *cycle time* produksi dari 48 jam menjadi 40 jam. Perubahan *flow* produksi tersebut berdampak pada penyesuaian produksi baik dari proses produksi, tenaga kerja serta manajemen dalam menghadapi perubahan tersebut. Perubahan sangat kompleks sehingga membutuhkan sumberdaya yang sudah berpengalaman dalam hal percepatan. Proses percepatan produksi tersebut dapat menjadi *role model* kapabilitas dinamis dalam perspektif manufaktur berbasis proyek dimana fokus utamanya adalah percepatan produksi *precast*. Konsep kapabilitas dinamik mampu menjawab masalah yang dihadapi oleh industri konstruksi. Implementasi konsep tersebut menjadi kompleks karena manufaktur merupakan industri yang statis sedangkan industri konstruksi dinamis.

Banyak terobosan telah dilakukan tentang manajemen produksi dari proses konstruksi, lebih banyak penelitian perlu dilakukan terkait pengembangan persamaan untuk mengukur sistem produksi dalam industri konstruksi. Pengaruh teknologi dapat meningkatkan produktivitas, akan tetapi perlu peningkatan terhadap kualitas sumber daya manusia (Misrudin & Fong, 2019), sehingga dibutuhkan pendetailan metode kerja agar teknologi tersebut dapat diimplementasikan secara maksimal. Hal tersebut masih terdapat celah yang harus ditutup. Metode *steam curing* pada produksi *U-Shape Girder* merupakan contoh kasus intervensi teknologi dalam percepatan produksi dalam upaya peningkatan produktivitas produksi *precast*. Dalam implementasinya dibutuhkan hubungan serta

koordinasi yang baik antara pabrik dan proyek agar dicapai hasil maksimal. Maka proposisi atau hipotesis penelitian ini adalah bahwa intervensi teknologi dapat mempercepat produksi, yang berdampak pada faktor produktivitas. Faktor metode, kapabilitas dinamik yang terdiri dari posisi aset, *path dependencies*, dan proses manajemen adalah faktor produktivitas yang paling dominan dalam percepatan produksi. Ketiga faktor tersebut dapat berjalan baik apabila pabrik, proyek, dan manajemen didukung oleh sumber daya dan pengalaman.

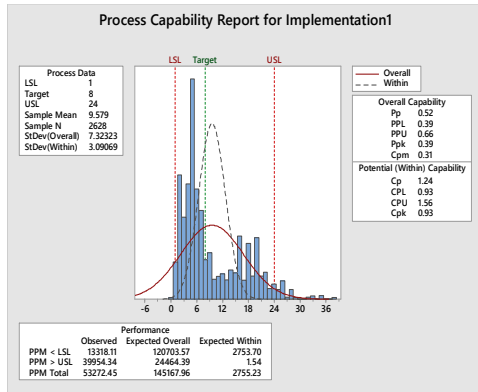
Produktivitas *U-Shape Girder* pada akselerasi produksi

Penelitian ini menggunakan data produksi pabrik, data yang digunakan merupakan data aktual produksi *U-Shape Girder* dimana data dipakai adalah data yang terdokumentasi oleh pabrik. Salah satu data yang dipakai adalah data *cycle time* realisasi produksi. Berikut ditampilkan hasil *cycle time* produksi menggunakan metode *steam curing* dan metode *normal curing*. *Cycle time* produksi menggunakan metode *steam curing* lebih cepat daripada metode *normal curing* dengan selisih 1 jam 55 menit.

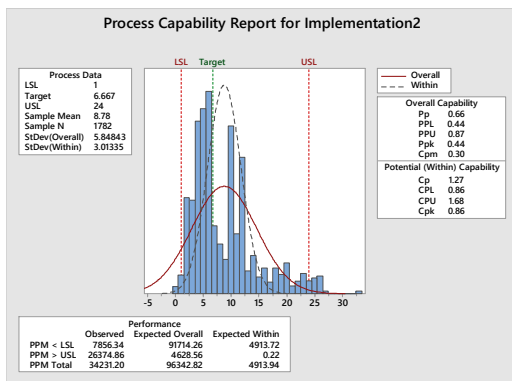
Apabila dilihat perbandingan *cycle time* pada setiap *item* pekerjaan yaitu *item* pekerjaan persiapan dan pekerjaan handling produk memiliki hasil yang sebaliknya dari total durasi. Pada item pekerjaan tersebut *cycle time steam curing* lebih lama daripada *normal curing*. Perbandingan *cycle time* pada item pekerjaan *stressing* dan pekerjaan pengecoran hampir memiliki *total cycle time* yang setara. Sedangkan untuk pekerjaan tunggu umur beton dan pekerjaan *release*, *cycle time steam curing* lebih cepat dari *normal curing* dengan perbedaan yang cukup signifikan. Dari hasil tersebut metode *steam curing* yang direncanakan memotong waktu tunggu umur beton berjalan dengan baik tetapi menimbulkan dampak perlambatan *cycle time* pada item pekerjaan persiapan dan pekerjaan *handling* produk.

Pada Gambar 2 dan 3 merupakan grafik *process capability* hasil analisis statistik proses produksi USG dengan metode *normal curing* dan *steam curing*. Grafik ini merupakan proses yang bertujuan untuk melihat tingkat akurasi realisasi terhadap rencana. Pada Gambar 2 produksi dengan *normal curing* didapatkan rata-rata durasi aktifitas setiap pekerjaan adalah 9,57 jam. Pada Gambar 3 produksi dengan *steam curing* dengan rata-rata durasi setiap *item* pekerjaan adalah 8,78 jam. Dari hasil tersebut terjadi deviasi 0,80 jam setiap aktivitas. Dari kedua grafik tersebut bisa dilihat perbedaan tingkat akurasi *item* pekerjaan, produksi dengan metode

steam curing mempunyai tingkat akurasi yang lebih baik daripada *normal curing*. Hasil tersebut sudah termasuk akibat kendala yang muncul selama proses produksi.



Gambar 2. *Process capability* produksi *normal curing*



Gambar 3. *Process capability* produksi *steam curing*

Ditinjau dari segi mutu beton yang dicapai, metode *normal curing* dan metode *steam curing* memiliki perbedaan. Perbedaan ditinjau dari mutu beton *early strength* dan mutu beton umur 28 hari. Spesifikasi *early strength* untuk proses *handling* produk dengan mutu beton $fc' 30$ MPa dan spesifikasi mutu beton umur 28 hari $fc' 50$ MPa. Nilai rata-rata mutu beton *early strength normal curing* 31,92 MPa sedangkan *early strength steam curing* 33,51 MPa, sehingga mutu beton lebih baik daripada *normal curing*. Hasil mutu beton *early strength steam curing* dicapai dalam waktu yang lebih cepat. Nilai rata-rata mutu beton umur 28 hari *normal curing* adalah 52,85 MPa sedangkan mutu beton *steam curing* adalah 66,65 MPa, sehingga mutu beton umur 28 hari *steam curing* lebih baik daripada *normal curing*. Mutu beton *steam curing* dicapai menggunakan *job mix formula* dengan komposisi material yang lebih efisien daripada *normal curing*.

Kendala produksi dikelompokkan berdasarkan jenisnya. Jenis kendala produksi yaitu kendala peralatan, kendala metode, kendala tenaga kerja, kendala material, dan kendala lingkungan. Dari hasil pengelompokan didapatkan jenis kendala peralatan mempunyai jumlah kendala yang paling banyak dengan lima kendala, yang termasuk jenis kendala peralatan yaitu peralatan *batching plant* rusak, *steam boiler* rusak, *concrete pump* rusak, modifikasi dan *maintenance moulding*, dan *portal gantry* rusak. Jenis kendala lingkungan ada tiga kendala yaitu hari libur nasional, faktor eksternal, dan *stockyard* penuh. Jenis kendala metode ada dua kendala yaitu *design drawing* belum jadi dan *setting moulding* ganti tipe. Jenis kendala material ada dua kendala yaitu pengadaan *PC strand* dan material pendukung habis, dan yang terakhir adalah jenis kendala tenaga kerja yaitu tenaga kerja banyak libur.

Selama proses produksi USG tidak terlepas dari kendala yang muncul dari faktor eksternal dan internal. Terdapat 12 kendala yang sering muncul dalam proses produksi USG. Kendala produksi USG disajikan dari mulai kendala yang sering muncul sampai kendala yang jarang terjadi, semakin besar persentase suatu kendala maka kendala tersebut sering terjadi. Tiga kendala yang paling besar persentasenya adalah *stockyard* penuh dengan komposisi sebesar 21% disusul peralatan *steam boiler* rusak dengan persentase sebesar 16%, dan *portal gantry* rusak sebesar 14%. Kendala selanjutnya secara berturut turut sesuai besar persentase adalah tenaga kerja sebesar 12%, hari libur nasional sebesar 9%, faktor eksternal sebesar 7%, pengadaan *PC strand* sebesar 6%, modifikasi dan *maintenance moulding* sebesar 5%, desain *drawing* sebesar 4%, material pendukung habis sebesar 3%, peralatan *batching plant* rusak sebesar 2%, dan *setting moulding* berganti tipe sebesar 1%.

Faktor produktivitas *money* merupakan perubahan yang dinilai dalam bentuk uang atau modal, perubahan bisa berupa penambahan atau penurunan atau bisa juga keuntungan yang akan didapat. Perubahan tersebut antara lain perubahan adanya tambahan investasi untuk pembelian peralatan *steam curing* sebesar 5%. Tambahan investasi tersebut menimbulkan biaya penyusutan alat yang dibebankan pada Harga Pokok Produksi (HPP). *Steam curing* berdampak pada penurunan komposisi material beton sehingga harga material beton lebih murah. Peralatan yang digunakan berbahan bakar gas diklaim manajemen lebih ramah lingkungan daripada menggunakan jenis peralatan bahan bakar seperti batubara atau solar sehingga tidak menimbulkan biaya sosial dalam pemakaiannya. Faktor produktivitas *man* merupakan perubahan yang terjadi pada tenaga

kerja atau sumberdaya manusia pada proses produksi. Perubahan berupa penambahan jumlah tenaga kerja untuk operasional peralatan *steam curing*. Tenaga kerja tersebut bertugas melakukan pengendalian peralatan *steam curing* baik operasional maupun *maintenance* peralatan. Faktor produktivitas *machine* merupakan perubahan yang terjadi pada alat-alat yang digunakan pada proses produksi.

Perubahan berupa penambahan peralatan *steam curing* yaitu *steam boiler*, tenda *steam*, dan jaringan perpipaan *steam*. Peralatan tersebut merupakan peralatan khusus untuk produksi *precast* dimana alat tersebut mudah dalam operasional. Bertambahnya peralatan akan berdampak pada perubahan *layout* pabrik, perubahan dilakukan untuk penempatan peralatan *steam curing*. Peralatan *steam* yang dipakai diklaim awet sehingga peralatan bisa digunakan kembali pada proyek selanjutnya.

Faktor produktivitas material merupakan perubahan baik penambahan atau pengurangan material yang digunakan. Perubahan terjadi pada komposisi material beton yaitu terjadi penurunan kebutuhan semen. Penambahan material untuk bahan bakar *steam curing* yaitu *Compression Natural Gas* (CNG). Faktor produktivitas *method* merupakan perubahan yang terjadi pada metode kerja produksi, terjadi penambahan satu *flow* produksi yaitu *flow* produksi *steam curing*. Perubahan metode dimaksudkan untuk pemotongan *cycle time* waktu *curing* beton. *Steam curing* diklaim lebih bagus daripada *normal curing* untuk proses hidrasi beton.

Hasil analisis produktivitas berdasarkan tingkat kepentingannya dihasilkan dari wawancara dengan para narasumber. Faktor produktivitas *method* menempati urutan pertama dengan persentase sebesar 36%, kemudian faktor produktivitas *money* sebesar 18%, faktor material sebesar 17%, faktor *man* dan faktor *machine* sebesar 14%. Hasil tersebut bisa menggambarkan bahwa pada proses percepatan produksi USG, faktor produktivitas *method* merupakan faktor yang paling dominan dalam proses percepatan produksi.

Pada kelima faktor produktivitas terbut mengalami perubahan setelah digunakannya metode *steam curing* dalam proses produksi USG. Dari kelima faktor produktivitas tersebut, faktor yang paling dominan dalam pemakaian metode *steam curing* yaitu faktor *produktivitas method*. Pemilihan perubahan metode yang paling ditonjolkan oleh manajemen karena adanya *update schedule* penyelesaian yang memaksa kapasitas produksi pabrik wajib ditingkatkan, dengan keterbatasan lahan maka perubahan metode produksi adalah

salah satu cara dalam meningkatkan kapasitas produksi. Dengan latar belakang tersebut maka faktor produktivitas lain menyesuaikan.

Eksplorasi kapabilitas dinamik pada percepatan produksi *u-shape girder* dalam perspektif lima faktor produktivitas

Hasil analisis kapabilitas dinamik dijabarkan dari kerangka kapabilitas dinamik yang terjadi pada proses percepatan produksi USG. Tiga kerangka kapabilitas dinamik yaitu *asset positions*, *path dependencies*, dan *management process*. Ketiga *framework* terjadi perubahan pada proses percepatan produksi USG. Proses percepatan dimulai dari tahap perencanaan, perencanaan produksi memperhitungkan demand atau kebutuhan *precast* lintasan. Data *demand* menjadi acuan dalam memperhitungkan kapasitas pabrik yang akan didesain. Pada fase perencanaan awal, kapasitas pabrik didesain untuk kebutuhan normal. Dalam perencanaan dimasukkan berbagai opsi dan pertimbangan sehingga didapat rencana yang paling optimal. Setelah fase perencanaan maka dilanjutkan fase pelaksanaan atau eksekusi. Pada fase pelaksanaan, monitoring dan evaluasi dilakukan secara berkala baik secara harian, mingguan dan bulanan. Koordinasi terus dilakukan antara pabrik dan lintasan terkait kelancaran aktifitas.

Hasil evaluasi tersebut akan dijadikan dasar sebagai penyempurnaan pada periode selanjutnya. Ketika ada *update schedule* percepatan pelaksanaan proyek maka pabrik melakukan simulasi ulang terhadap kapasitas produksi yang ada. Kapasitas pabrik di bawah demand atau kebutuhan lintasan, sehingga perlu dilakukan penyesuaian kapasitas produksi. Penyesuaian tersebut salah satunya dengan percepatan produksi USG dengan mereduksi *cycle time* produksi. *Cycle time* waktu *curing* merupakan item pekerjaan yang bisa dilakukan percepatan, percepatan yang dilakukan dapat menggunakan intervensi teknologi yaitu *steam curing*.

Proses percepatan produksi diawali dengan fase perencanaan ulang kapasitas produksi. Perencanaan percepatan produksi menggunakan data *demand* setelah dilakukan perubahan *schedule*. Dalam perencanaan dilakukan simulasi baik mengenai kapasitas produksi yang ingin dicapai serta faktor-faktor lain yang mempengaruhi produksi. Dalam perencanaan sudah memperhitungkan biaya investasi peralatan *steam curing*. Pertimbangan *steam curing* antara lain dapat mereduksi biaya material beton menjadi lebih murah. Eksplorasi kualitatif pada penelitian ini dilakukan berdasarkan lima faktor produktivitas (*man*, *money*, *machine*, *material* dan *method*). Hasil wawancara semi terstruktur dengan responden mengungkapkan

secara mendalam bagaimana perubahan strategi percepatan produksi USG dilakukan dan mempengaruhi produktivitas. Selengkapnya hasil temuan eksplorasi kualitatif menggunakan *Atlas.ti* percepatan produksi disajikan pada Gambar 4.

Peralatan yang digunakan merupakan peralatan khusus untuk beton sehingga mudah dioperasikan. Teknologi yang digunakan mampu untuk kapasitas yang besar. Terdapat *improvement* peralatan *steam curing* yang mampu untuk mengakomodir produksi dalam jumlah besar. Peralatan *steam curing* dapat digunakan kembali untuk proyek-proyek dimasa mendatang. Tetapi *steam curing* berdampak pada penyusutan nilai investasi peralatan *steam curing* dibebankan pada Harga Pokok Produksi (HPP).

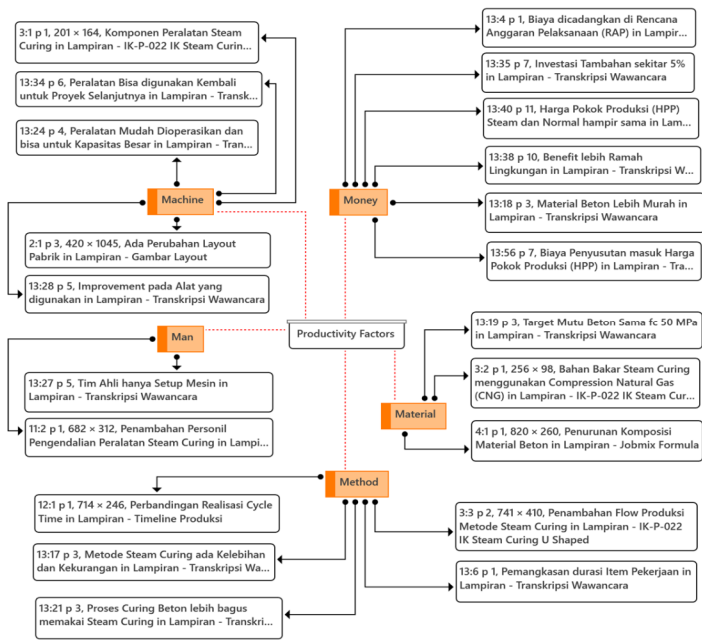
Nilai HPP akan bertambah akibat penyusutan nilai peralatan *steam curing*. Penyusutan dilakukan sampai proyek selesai, tetapi faktanya peralatan tersebut masih bisa digunakan untuk proyek selanjutnya, sehingga hal tersebut merupakan salah satu keuntungan. Hasil yang ingin dicapai dalam percepatan produksi untuk mendukung kelancaran proyek secara keseluruhan dan akan meningkatkan nilai *sales* atau *revenue*.

Setelah proses simulasi selesai maka diputuskan untuk menggunakan *steam curing* sebagai metode percepatan produksi. Proses produksi dengan *steam curing* menambah satu *flow* atau item pekerjaan dalam proses produksi USG. Dalam proses produksi dilakukan juga koordinatasi berupa monitoring dan evaluasi antara pabrik dan lintasan.

Monitoring dan evaluasi secara berkala dengan periode harian, mingguan dan bulanan. Proses tersebut dilakukan secara berulang sehingga koordinasi antara lintasan dan pabrik dilakukan secara terus menerus agar meminimalisir kendala yang terjadi. Proses penyesuaian tersebut dilakukan terus menerus sampai proyek selesai, sebagaimana pernyataan dari manajer teknik, bahwa proses produksi mengadaptasi prinsip *just in time* dengan *sequence time* harian. “*sequence time* itu harian, jadi harus punya data harian yang dilaporkan dan dianalisa. Karena kita nggak bisa pakai satu kejadian sebagai alasan”.

Steam curing terbukti efektif mempercepat *cycle time* produksi sebesar 1 jam 55 menit. Dengan percepatan tersebut ternyata berdampak pada item pekerjaan *handling* produk dan pekerjaan persiapan yang lebih lama karena kendala *stockyard* penuh akibat proyek terlambat. *Stockyard* penuh mengganggu *flow* produksi yang berdampak pada item pekerjaan *handling* produk dan pekerjaan persiapan menjadi terlambat.

Kendala *stockyard* penuh merupakan kendala yang paling dominan dalam proses percepatan produksi menggunakan *steam curing*. Perbandingan faktor produktivitas antara *normal curing* dan *steam curing* dapat dilihat pada Tabel 2. Faktor produktivitas *man* terjadi perubahan pada penambahan jumlah tenaga kerja untuk pengecekan peralatan *steam curing* adalah dua orang. Tenaga kerja tersebut diperlukan sebagai operator serta perawatan peralatan *steam curing*.



Gambar 4. Hasil temuan eksplorasi kualitatif pada percepatan produksi USG

Untuk faktor produktivitas *money* terjadi perubahan pada nilai HPP USG sebesar 5% dari HPP normal curing dan terjadi juga perubahan nilai investasi dengan penambahan sebesar 5%, penambahan tersebut untuk pembelian peralatan *steam curing*. Seperti dikatakan oleh manajer proyek bahwa “..Ya, rata-rata nilai investasi ya, bukan proyek ya. Kalau terhadap investasi dia porsinya ada di sekitar 5%... Tidak [besar nilainya], investasi pabrik terbesar ya lahan pabriknya itu sendiri..”

Faktor *machine* terjadi penambahan peralatan yaitu peralatan *steam curing* yaitu *water boiler* dua unit, tenda steam tiga unit, dan jaringan perpipaan tiga *line* produksi. Berdasarkan hasil interview dengan manajer proyek ditemukan fakta bahwa aspek *machine steam curing* merupakan kapital yang bisa fleksibel di pindah pada Lokasi yang berbeda setelah proses percepatan produksi tercapai. “..... karena peralatan *compact* kalau dilihat barangnya itu satu kotak begitu aja itu dibawa, simpel gitu aja. Tinggal di tempat baru nanti “*set up*” *flamingnya*, pemipaannya gitu. Karena waktu pemipaan itu yang harus ditanggung dan pake batang “*expert-nya*” juga. Kan ada pemipaan gas sama pemipaan uapnya. Alatnya sih tinggal pindah-pindah aja, simpel.”

Faktor *method* terjadi penambahan aktifitas atau *flow* produksi pada pekerjaan steam. Faktor material terjadi pengurangan komposisi material beton yaitu semen sebesar 36 kg atau sekitar 6,27 % dan terjadi penambahan material bahan bakar *steam* berupa *Compression Natural Gas* (CNG) sebesar 12 m³. Analisis perbandingan kapabilitas dinamik yang terjadi pada percepatan produksi terdapat pada Tabel 3. Percepatan produksi menggunakan metode *steam curing* dimana membutuhkan investasi untuk pembelian peralatan *steam curing*. Hal tersebut bisa dilakukan karena adanya dukungan finansial atau

modal yang cukup dari perusahaan. Investasi tersebut dibebankan pada HPP USG. Proses percepatan membutuhkan koordinasi antar lini dengan persiapan asset yang memadai. Koordinasi antara lintasan dan pabrik merupakan hal yang wajib dilakukan terus menerus sehingga bisa mendapatkan hasil yang maksimal. Dalam percepatan produksi perlu dilakukan perencanaan yang matang agar sesuai dengan tujuan yang diharapkan, dan dalam perencanaan harus mempertimbangkan sumberdaya yang dimiliki baik sumber daya manusia maupun sumber daya finansial atau pembiayaan. *Financial asset* dalam hal ini adalah modal atau pembiayaan yang ada akan sangat mempengaruhi dalam proses kapabilitas dinamik pada proses percepatan produksi USG.

Percepatan produksi *precast USG* metode *steam curing* terbukti efektif mereduksi *cycle time* produksi dengan tingkat akurasi yang lebih baik dan mutu beton yang dicapai lebih tinggi, tetapi terdapat kendala baru yaitu *stockyard* penuh. Kendala *stockyard* penuh terjadi karena kapasitas *stockyard* pabrik tidak dinamis. Keterbatasan daya tampung *stockyard* menjadi kendala utama dalam memaksimalkan percepatan produksi *precast*. Kendala tersebut tidak akan terjadi apabila dalam proses percepatan produksi juga dibarengi dalam penambahan lahan untuk peningkatan daya tampung *stockyard* dari 120 menjadi 160 unit/bulan. Pernyataan ini juga ditegaskan oleh *project engineering manager*: “..... karena tahapan produksi bertambah sehingga diperlukan *learning curve* pada tahapan awal produksi selanjutnya tinggal konsistensi produksi dengan [metode] *steam curing* itu, kita pernah mencapai optimum produksi di 160 unit/bulan dari kapasitas biasa di 120 unit

Tabel 2. Analisis perbandingan faktor produktivitas

Faktor produktivitas	Normal curing	Steam curing
Man	– Personil tetap serta tugas tetap	– Personil tambahan dua orang untuk pengecekan peralatan <i>steam curing</i>
Money	– Harga pokok produksi tetap – Investasi tetap	– Harga Pokok Produksi naik sekitar 5% – Investasi peralatan bertambah sekitar 5%
Machine	– Tidak ada penambahan alat	– Penambahan peralatan <i>steam curing</i> yaitu <i>water boiler</i> dua unit, tenda steam tiga unit, perpipaan tiga <i>line</i>
Method	– Flow produksi tidak berubah	– Penambahan satu flow produksi yaitu flow <i>steam curing</i>
Material	– Komposisi material beton tetap – Tidak ada material bahan bakar	– Komposisi material beton berkurang, semen turun 36 kg (6,27%). – Penambahan material bahan bakar steam boiler berupa <i>Compression Natural Gas</i> (CNG) 12 m ³

Proses percepatan produksi mempengaruhi perubahan faktor produktivitas, lima faktor produktivitas mengalami perubahan dengan faktor yang paling dominan adalah *method*. Proses percepatan produksi merupakan contoh kapabilitas dinamik yang dilakukan perusahaan dalam merespon kebutuhan demand proyek yang meningkat. Perubahan direspon perusahaan dengan mengoptimalkan sumberdaya serta pengalaman yang dimiliki, didukung dengan koordinasi dan integrasi yang baik antara pabrik, proyek dan manajemen menjadi salah satu faktor kunci proses percepatan berjalan lancar. Percepatan produksi yang berjalan lancar akan meningkatkan *sales* atau *revenue* perusahaan sehingga dapat bertahan menghadapi kompetitor.

Analisis data kualitatif mengelaborasi temuan penelitian terkait implementasi *framework* kapabilitas dinamik, meliputi *asset positions*, *path dependencies* dan *management process*. *Asset* yang digunakan pada proses percepatan produksi mempunyai komposisi 5% dari investasi, dengan HPP yang tidak berbeda jauh dengan metode sebelumnya. Dari aspek waktu menjadi kunci aspek produksi USG. *Break Even Point* (BEP) dihitung sebagai entitas finansial pada *level* proyek, meskipun faktanya alat produksi *steam curing* dapat dipakai pada proyek berikutnya. Pengalaman perusahaan dalam melakukan metode *steam curing* menjadi daya saing karena pengalaman sumber daya manusia di tempat produksi USG sudah

mempunyai pengalaman sehingga pada saat melakukan penyesuaian percepatan produksi tidak mengalami kesulitan teknis yang berarti. Terhadap manajemen proses produksi, dengan menerapkan konsistensi sistem *pull planning*, maka percepatan produksi dapat dijaga baik dari aspek sumber daya tenaga kerja (*man*), bahan baku (*material*), alat kerja (*machine*), metode kerja *steam curing* (*method*) dan tambahan investasi sebesar lima persen (*money*). Temuan penelitian terhadap implementasi *framework* kapabilitas dinamik selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

Kesimpulan

Metode *steam curing* dapat mempercepat produksi precast dengan selisih 1 jam 55 menit dengan mutu beton yang lebih baik, sehingga terbukti intervensi teknologi dapat mereduksi *cycle time* produksi pada item pekerjaan waktu tunggu umur beton. Pada implementasinya terdapat kendala produksi yang dihadapi, kendala yang paling dominan adalah *stockyard* penuh akibat produksi lebih besar dari demand atau kondisi *supply* melebihi *demand* akibat keterlambatan proyek.

Kelima faktor produktivitas yaitu *man*, *money*, *method*, *machine*, dan *material* mengalami perubahan dengan faktor produktivitas yang paling dominan adalah *method* dimana perubahan metode dari produksi normal curing menjadi *steam curing*.

Tabel 3. Analisis perbandingan kabapilitas dinamik

Kapabilitas dinamik	Normal curing	Steam curing
<i>Asset Positions</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Tidak ada biaya investasi tambahan – Tidak ada penyusutan alat steam – Tidak ada biaya tambahan harga pokok produksi. – Tidak ada – Nilai sales tetap 	<ul style="list-style-type: none"> – Biaya investasi tambahan untuk pembelian peralatan <i>steam curing</i> – Penyusutan nilai investasi peralatan <i>steam curing</i> – Pembebanan biaya investasi alat <i>steam curing</i> terhadap harga pokok produksi – Peralatan <i>steam curing</i> bisa dipakai ulang untuk proyek selanjutnya – Output didapatkan <i>sales</i> atau <i>revenue</i> yang lebih tinggi
<i>Path dependencies</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Pengalaman produksi metode normal curing 	<ul style="list-style-type: none"> – Perusahaan sudah ada pengalaman metode <i>steam curing</i> – Sumber daya manusia perusahaan mampu meng <i>handle</i> produksi dengan <i>steam curing</i>
<i>Management Process</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Monitoring dan evaluasi pelaksanaan harian, mingguan dan bulanan – Koordinasi antara pabrik dan proyek baik kebutuhan dan realisasi dilakukan harian, mingguan, bulanan 	<ul style="list-style-type: none"> – Monitoring dan evaluasi pelaksanaan harian, mingguan dan bulanan – Koordinasi antara pabrik dan proyek baik kebutuhan dan realisasi dilakukan harian, mingguan, bulanan – Hasil evaluasi digunakan untuk <i>action plan</i> penyempurnaan pelaksanaan

Usaha memenuhi kebutuhan proyek yang meningkat, perusahaan dapat menerapkan proses percepatan produksi, yang merupakan *role model* kapabilitas manufaktur dinamis berbasis proyek. Proses ini dapat berjalan lancar dengan mengoptimalkan sumber daya dan pengalaman yang dimiliki, dan didukung oleh koordinasi dan integrasi yang baik antara pabrik, proyek, dan manajemen. Percepatan produksi berbasis proyek, dimana koordinasi, pengawasan, dan evaluasi antara pabrik dan proyek sangat penting. Ini akan meningkatkan penjualan atau keuntungan sehingga perusahaan dapat meningkatkan daya bersaing.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada PT Adhi Karya dan segenap asisten laboratorium manajemen konstruksi, Departemen Teknik Sipil Universitas Diponegoro yang membantu pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

Antunes, R., Gonzalez, V. A., Walsh, K., Rojas, O., O'Sullivan, M., & Odeh, I. (2018). Benchmarking Project-Driven Production in Construction Using Productivity Function: Capacity and Cycle time. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(3), 04017118.

Assaad, R., & El-adaway, I. H. (2021). Impact of Dynamic Workforce and Workplace Variables on the Productivity of the Construction Industry: New Gross Construction Productivity Indicator. *Journal of Management in Engineering*, 37(1), 04020092.

Aureliano, F. D., Costa, A. A. F., Junior, I. F., & Rodrigues, R. A. (2019). Application of Lean Manufacturing in Construction Management. *Procedia Manufacturing*, 38, 241–247.

Choi, S., CHo, I., Heon Han, S., & Kwok, Y. H. (2018). Dynamic Capabilities of Project-Based Organization in Global Operations. *Journal of Management in Engineering*, 34(5), 04018027.

Dombrowski U., Intra C., Zalhn T., & Krenkel P. (2016). Manufacturing Strategy – A Neglected Success Factor for Improving Competitiveness. *Procedia CIRP*, 41, 9–14.

Eldridge, S., & Hutton, S. (2019). Improving Productivity through Strategic Alignment of Competitive Capabilities. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(3), 644–668.

Größler, A. (2007). A Dynamic View on Strategic

Resources and Capabilities Applied to an Example from the Manufacturing Strategy Literature. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 18(3), 250–266.

Mahmood K., Karaulova, T., Otto, T., & Shevtshenko, E. (2017). Performance Analysis of a Flexible Manufacturing System (FMS). *Procedia CIRP*, 63, 424–429.

Misrudin F., and Foong F.C. (2019). Digitalization in Semiconductor Manufacturing Simulation Forecaster Approach in Managing Manufacturing Line Performance". *Procedia Manufacturing*, 38,1330–37.

Ramezianpour, A. A., Khazali, M. H., & Vosoughi, P. (2013). Effect of Steam Curing Cycles on Strength and Durability of SCC: A Case Study in Precast Concrete. *Construction and Building Materials*, 49, 807–813.

Snyman, T., & Smallwood, J. (2017). Improving Productivity in the Business of Construction. *Procedia Engineering*, 182, 651–657.

Sumarningsih T., Wibowo M.A., & Wardani S.P.R. (2016). Ergonomics in Work Method to Improve Construction Labor Productivity. *IJSE*, 10(1), 30–34.

Teece, D. J. (2007). Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (Sustainable) Enterprise Performance. *Strategic Manage. J.*, 28(13), 1319–1350.

Teece, D. J. (2010). Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Plan*, 43(2–3), 172–194.

Teece D.J., Pisano. G. and Shuen. A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Manage. J.*, 18, 509–533.

Winter, S. G. (2003). Understanding Dynamic Capabilities. *Strategic Management Journal*, 24(10), 991–995.

Yu, W., R.K. Ramanathan, X. Wang, & Y. Yang. (2018). Operations Capability, Productivity and Business Performance: The Moderating Effect of Environmental Dynamism. *Industrial Management & Data Systems*, 118(1), 126–143.

Zhou, S. S., Zhou, A. J., Feng, J., & Jiang, S. (2019). Dynamic Capabilities and Organizational Performance: The Mediating Role of Innovation. *Journal of Management & Organization*, 25(5), 731–747.