

Analisis Produktivitas Pekerja Dengan Konsep Value Stream Mapping Pada Pekerjaan Kolom dan Balok

Elizar^{*1}, Harmiyati², Rizky Ahmad Santoso³, M.Nanda Irawan⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, FTEKNIK UIR, Pekanbaru
e-mail: ^{*1}elizar@eng.uir.ac.id

Labor productivity is an important part of various construction planning to project schedule, quality and cost. Planning project schedules without specifying worker productivity allows a mismatch of duration and group workers' plans for realization. productivity, it is expected to reduce ineffective time and in accordance with the schedule of construction implementation activities.

The aim of this study is to know of the labor productivity with approach value stream mapping. work flow system during construction, analyse labor productivity in the implementation of construction projects and formulate conformity.

The results of the research at the Riau High Prosecutor's Project indicate that the average productivity for reinforcing work in the column is 32,314 kg / hour with an average index value of workers of 1,616. The workmanship of column formwork obtained results in an average productivity of 18,184 m² / hour with an average value of labour index of 0,909 while for column casting work the results showed an average productivity of 21,695 m³ / hour with an average value of labour index of 0,915. In the construction of beam and plate construction the average value of productivity was 20.736 kg / hour with an average index value of 1.037. The workmanship of beam and plate formwork obtained an average yield of 22,256 m² / hour with an average index value of 1,113 and casting work on beams and plates obtained an average value of productivity of 21,081 m³ / hour with an average index value of 0,964.

Keywords—Productivity, Labor, Value, Stream, Mapping

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan pekerjaan konstruksi terus meningkat setiap tahunnya. Untuk itu setiap perusahaan konstruksi dituntut untuk meningkatkan kualitas dari pekerjaan konstruksi, sehingga mampu mencapai hasil yang maksimal dan mampu meningkatkan daya saing dari perusahaan tersebut. Untuk itu setiap perusahaan konstruksi dituntut untuk meningkatkan kualitas dari pekerjaan konstruksi, sehingga mampu mencapai hasil yang maksimal dan mampu meningkatkan daya saing dari perusahaan tersebut [21]. Proyek konstruksi dalam proses pembangunan dipengaruhi berbagai faktor seperti manajemen proyek, sumber daya proyek, pengguna jasa, terjadinya perubahan pekerjaan, adanya kelebihan kuantitas material, tenaga, peralatan dan kondisi lingkungan selama proses pelaksanaan pembangunan sehingga proyek konstruksi memiliki kemungkinan yang cukup tinggi mengalami *waste* konstruksi [19]. Beberapa perusahaan konstruksi besar sudah mulai mempertimbangkan untuk mengurangi *waste* melalui adopsi konsep sistem *lean thinking*. *Lean Thinking* merupakan suatu pemikiran strategi dalam usaha mengurangi *waste* untuk perbaikan terus menerus, peningkatan produktivitas, peningkatan kualitas dan perbaikan manajemen [20].

Proyek konstruksi pada dasarnya dilaksanakan untuk satu tujuan yaitu membangun suatu bangunan sesuai kualitas, waktu, dan mutu tertentu. Ruang lingkup proyek konstruksi dapat berupa fasilitas umum atau jembatan, perbaikan bangunan konstruksi, studi kelayakan,

dan sebagainya. Tujuan biaya dan kualitas terpenuhi dengan menggunakan sumber daya yang terbatas [18]. Proyek menjadi semakin besar dan lebih kompleks dalam ukuran fisik dan biaya. Pelaksanaan konstruksi dalam dunia modern membutuhkan pengelolaan sumber daya seperti tenaga kerja, material, modal, dan peralatan yang harus dikelola sepanjang siklus proyek dari konsepsi sampai selesai [17].

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber dana tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarannya telah digariskan dengan tegas [16]. Banyak kegiatan dan pihak-pihak yang terlibat di dalam pelaksanaan proyek konstruksi menimbulkan banyak permasalahan yang bersifat kompleks [15]. Kompleksitas ini tergantung pada besar kecilnya ukuran suatu proyek. Proyek kecil dapat saja bersifat lebih kompleks dari pada proyek dengan ukuran yang lebih besar. Kompleksitas memerlukan pengaturan dan pengendalian sedemikian rupa sehingga tidak terjadi benturan-benturan dalam pelaksanaan proyek dan perlu manajemen proyek yang handal dan tangguh untuk menopang pelaksanaan proyek [10].

Sebuah proyek merupakan suatu usaha/aktivitas yang kompleks, tidak rutin, dibatasi oleh waktu, anggaran, *resources* dan spesifikasi performansi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan konsumen [14]. Sebuah proyek juga diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu [5].

Pada kondisi optimal faktor mutu, waktu dan biaya membentuk tata hubungan yang saling bergantung serta berpengaruh amat kuat dengan kepekaan yang cukup tinggi [13]. Jika salah satu darinya berubah atau digeser sedikit saja akan langsung berdampak pada faktor lainnya. Maka dari itu upaya awal yang harus dilakukan setiap perusahaan konstruksi ialah dengan cara merencanakan produktivitas seefektif dan seefisien mungkin [12]. Secara teknis produktivitas adalah suatu perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang diperlukan (*input*) [1].

Produktivitas merupakan faktor mendasar yang mempengaruhi kemampuan bersaing dalam industri konstruksi. Peningkatan tingkat produktivitas berelasi terhadap waktu yang dibutuhkan, khususnya berasal dari pengurangan biaya yang dikonsumsi oleh pekerja bangunan [2]. Produktivitas adalah suatu konsep yang menunjukkan adanya kaitan antara hasil kerja dengan satuan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk seorang tenaga kerja. Sumber daya manusia merupakan elemen yang paling strategis dalam organisasi, harus diakui dan diterima oleh manajemen. Peningkatan produktivitas hanya dapat dilakukan oleh manusia [3]. Oleh karena itu tenaga kerja merupakan faktor penting dalam mengukur produktivitas. Pengertian produktivitas sangat berbeda dengan produksi. Akan tetapi produksi merupakan salah satu komponen dari usaha produktivitas, selain kualitas dan hasil keluarannya. Produksi adalah suatu kegiatan yang berhubungan dengan hasil keluaran dan umumnya dinyatakan dengan volume produksi, sedangkan produktivitas berhubungan dengan efisiensi penggunaan sumber daya (masukan dalam menghasilkan tingkat perbandingan antara keluaran dan masukan).

Dalam suatu proyek konstruksi salah satu hal yang menjadi faktor penentu keberhasilan adalah kinerja tenaga kerja yang akan mempengaruhi produktivitas. Produktivitas menggambarkan kemampuan tenaga kerja dalam menyelesaikan suatu kuantitas pekerjaan per satuan waktu. Produktivitas dalam bidang konstruksi secara luas didefinisikan sebagai *ouput* per hari tenaga kerja seperti pada Persamaan 1.

$$P = \frac{V}{T \times n} \times 100\% \quad (1)$$

dimana,

- P = Produktivitas tenaga kerja
 V = Kuantitas pekerjaan / volume pekerjaan (Output)
 N = Jumlah tenaga kerja yang digunakan (Input)
 T = Durasi pekerjaan (Input)

Untuk mengetahui besarnya produktivitas tenaga kerja dilakukan perhitungan yaitu pengukuran produktivitas tenaga kerja menurut sistem pemasukan fisik perorangan / per-orang atau per jam kerja orang diterima secara luas, namun dari sudut pandangan / pengawasan harian, pengukuran-pengukuran tersebut pada umumnya tidak memuaskan, dikarenakan adanya variasi dalam jumlah yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk yang berbeda. Oleh karena itu, digunakan metode pengukuran waktu tenaga kerja (jam, hari atau tahun). Pengeluaran diubah ke dalam unit-unit pekerja yang biasanya diartikan sebagai jumlah kerja yang dapat dilakukan dalam satu jam oleh pekerja yang terpercaya yang bekerja menurut pelaksanaan standar. Karena hasil maupun masukan dapat dinyatakan dalam waktu, produktivitas tenaga kerja dapat dinyatakan sebagai indeks yang sangat sederhana. Faktor-faktor yang digunakan dalam pengukuran produktivitas kerja [4]:

1. Kuantitas kerja adalah merupakan suatu hasil yang dicapai oleh karyawan dalam jumlah tertentu dengan perbandingan standar ada atau ditetapkan oleh perusahaan.
2. Kualitas kerja adalah merupakan suatu standar hasil yang berkaitan dengan mutu dari suatu produk yang dihasilkan oleh karyawan dalam hal ini merupakan suatu kemampuan karyawan dalam menyelesaikan pekerjaan secara teknis dengan perbandingan standar yang ditetapkan oleh perusahaan.
3. Ketepatan waktu merupakan tingkat suatu aktivitas diselesaikan pada awal waktu yang ditentukan, dilihat dari sudut koordinasi dengan hasil output serta memaksimalkan waktu yang tersedia untuk aktivitas lain. Ketepatan waktu diukur dari persepsi karyawan terhadap suatu aktivitas yang disediakan diawal waktu sampai menjadi output.

Untuk mengevaluasi keberhasilan dari satu jenis pekerjaan ke jenis pekerjaan lain, selama berlangsungnya pekerjaan harus diukur hasil-hasil yang dicapai untuk dibandingkan dengan rencana semula.

Indeks lapangan dapat dikonversi sesuai Standarisasi Nasional Indonesia dengan jam kerja selama 5 jam. Indeks pekerja dapat dihitung berdasarkan perbandingan antara output yaitu hasil yang diperoleh dalam per satuan waktu dan standarisasi jam kerja terhadap jumlah pekerja selama dalam proses pelaksanaan konstruksi [9]. Konversi jam kerja dilapangan dengan standarisasi yang berlaku di Indonesia dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Indeks Pekerja} = \frac{\text{Hasil Pekerjaan}}{\text{Standarisasi Jam Kerja} \times \text{Jumlah Pekerja}} \times 100\% \quad (2)$$

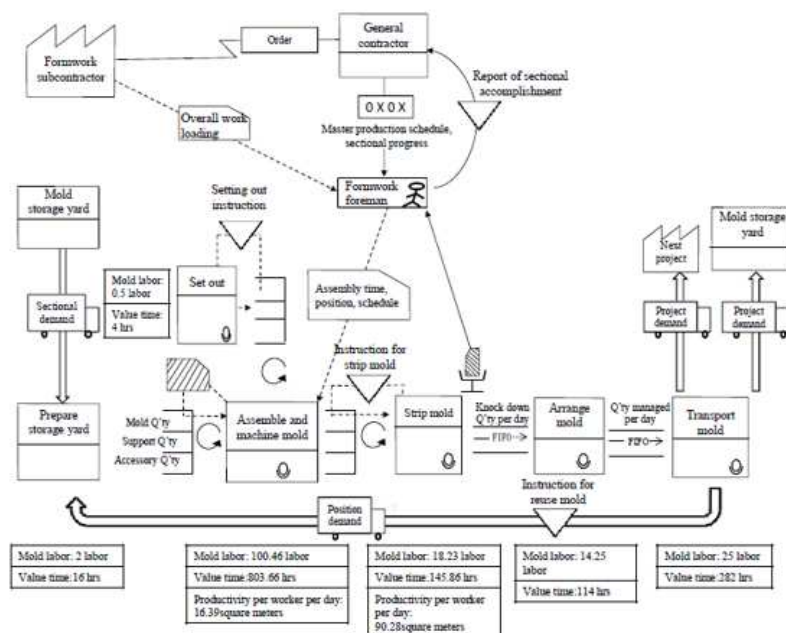
Produktivitas dapat diukur menggunakan konsep metode *Value Stream Mapping* (VSM). Jones dan Womack (2000) menyebutkan bahwa VSM merupakan proses pemetaan secara visual aliran informasi dan material yang bertujuan untuk menyiapkan metode dan *performance* yang lebih baik dalam usulan *future statemap*. *Value Stream Mapping* adalah salah satu metode pemetaan aliran produksi dan aliran informasi untuk memproduksi satu produk atau satu *family* produk, tidak hanya pada masing-masing area kerja, tetapi padatingkat total produksi serta mengidentifikasi kegiatan yang *value added* dan *non value added* [5]. *Value Stream Mapping* secara visual memetakan aliran material dan informasi secara menyeluruh dimulai dari

kedatangan bahan baku dari supplier melalui semua tahap proses produksi hingga pengiriman produk terhadap pelanggan akhir [6].

Pengembangan konsep *value stream mapping* dapat mengungkapkan inefisiensi kegiatan pada suatu aliran nilai dan memberikan peta kondisi masa depan yang dapat menunjukkan cara untuk meningkatkan suatu sistem kegiatan yang lebih baik [7]. VSM juga mampu memodelkan dalam bentuk pemetaan secara terintegrasi antara proses produksi dan *waste* yang ada pada proyek-proyek dengan menggunakan kerangka yang sederhana dan fleksibel. Sistem pelaksanaan konstruksi dapat dipresentasikan secara keseluruhan dan memberikan informasi berkaitan proses produksi dan *waste* produksi.

Tujuan pemetaan ini adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan di sepanjang proses produksi dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut. Langkah yang diambil dalam upaya mengeliminasi pemborosan adalah dengan cara memperbaiki keseluruhan aliran bukan hanya mengoptimalkan aliran secara sepotong-sepotong. Hal ini dapat membantu pihak perusahaan mengambil keputusan dalam memperbaiki keseluruhan proses produksi [10].

Prinsip dasar VSM adalah memetakan proses kegiatan dan menerapkan teknik *Lean* untuk perbaikan pada masa depan, dengan penerapan VSM maka non nilai tambah (*Waste*) dapat diidentifikasi, kegiatan yang dianggap tidak memberikan nilai tambah yang pertama *waste* akibat sering terjadi perbaikan dan *review*, yang kedua *waste* disebabkan tidak ada kegiatan seperti menunggu persediaan, instruksi dan perbaikan peralatan [11]. Konsep *value stream mapping* dapat dilihat pada Gambar 1

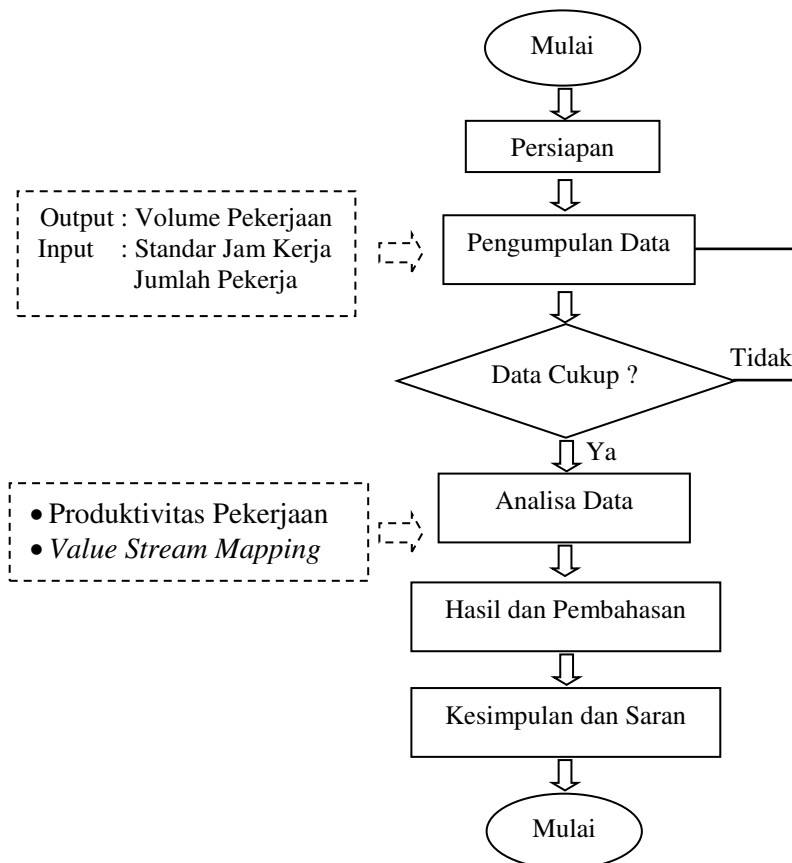


Gambar 1. Konsep Value Stream Mapping [11]

Pada Gambar 1 menunjukkan *value stream mapping* pada kegiatan pengerjaan *formwork*. Besarnya presentase *waste* yang terjadi pada pekerjaan *formwork* tersebut dipengaruhi oleh ketiga faktor yaitu pekerja, peralatan dan material. Penggunaan teknologi dan peralatan yang modern akan membantu untuk meningkatkan produktivitas pekerja [12]. Dampak dari penggunaan teknologi modern pada konstruksi adalah mengurangi masalah sosial, meningkatkan produktivitas, mengurangi pekerja, mengurangi biaya material yang digunakan, dan dapat meminimalisir *waste*, baik berupa *waste* material maupun non material seperti biaya, waktu dan mutu.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan cara pengukuran secara langsung yaitu dengan mengamati secara langsung pekerjaan yang dilakukan oleh operator dan mencatat waktu yang diperlukan oleh operator dalam melakukan pekerjaannya dengan terlebih dahulu membagi operasi kerja menjadi elemen-elemen kerja yang sedetail mungkin dengan syarat masih bisa diamati dan diukur. Cara pengukuran dilakukan secara langsung melalui observasi dengan menggunakan alat bantu *Stopwatch Time* dan *Work Sampling* yaitu lembar kerja untuk mencatat data pengamatan. Dalam penelitian ini juga digunakan konsep pendekatan metode *time study* merupakan suatu pendekatan yang mengarahkan *engineering* dalam memilih suatu metode yang berkaitan dalam merancang sebuah lembar kerja yang diinginkan baik oleh pihak perancang maupun pihak perusahaan. Aspek utama *time study* terdiri atas keragaman prosedur untuk menentukan lama waktu yang dibutuhkan dengan standar pengukuran waktu yang ditetapkan untuk setiap aktifitas yang melibatkan manusia, mesin atau kombinasi aktivitas. Tahapan-tahapan metode penelitian ini seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Bagan Alir Tahapan Metode Penelitian

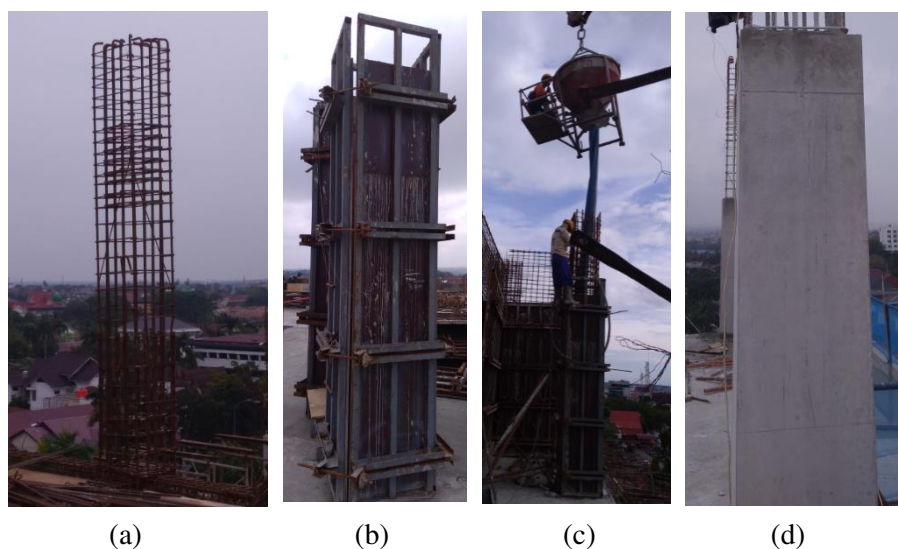
Gambar 3 menunjukkan tahapan-tahapan pelaksanaan metode penelitian. Pada tahap ke-1 adalah persiapan, dengan melakukan survey lokasi penelitian dan ijin kepada pelaksana pembangunan proyek untuk dapat melakukan pengamatan secara langsung terhadap pekerja yang sedang melakukan pekerjaan pembangunan struktur beton bertulang yaitu struktur kolom dan balok. Selanjutnya tahap ke-2, pengumpulan data yaitu melakukan pencatatan proses pelaksanaan pekerjaan struktur beton bertulang kolom dan balok dengan menggunakan alat bantu stop watch

dan kertas lembar kerja. Tahapan penelitian ke-3 adalah melakukan analisa data terhadap produktivitas pekerja dengan membandingkan antara output dan input. Tahap ke-4 hasil dan pembahasan yaitu melakukan pembahasan sesuai hasil yang diperoleh. Tahap ke-5 kesimpulan dan saran, berdasarkan pembahasan maka dilakukan pengambilan kesimpulan hasil yang telah diperoleh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas pekerjaan beton bertulang diukur dengan pengamatan langsung dilapangan proyek konstruksi gedung yang sedang berjalan. Observasi dan pengukuran dilakukan selama proses pelaksanaan konstruksi sesuai dengan jam kerja proyek. Waktu kerja pelaksanaan proyek pada studi kasus ini adalah 6 (enam) hari kerja yaitu hari senin sampai dengan minggu dan dalam satu hari jam kerja diproyek yaitu 8 jam, namun untuk pengecoran dilakukan pada malam hari yaitu jam 21.00 – 24.00.

Pengamatan dilakukan pada pekerjaan struktur beton bertulang kolom, balok dan pelat. Pekerjaan struktur bertulang kolom seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Kegiatan Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Kolom

Gambar 4 menunjukkan kegiatan pekerjaan struktur beton bertulang kolom. Pada Gambar (a) kegiatan penulangan kolom, Gambar (b) kegiatan bekisting yang menggunakan metode bekisting knock down dengan bahan cetakan berupa baja dilengkapi pengikat dan mur-baut sehingga dapat dilepas dengan mudah dan digunakan kembali, Gambar (c) kegiatan pengecoran kolom yang menggunakan beton *readymix* dibantu alat tower crane dan *bucket* untuk mengangkat beton *readymix* dan Gambar (d) merupakan hasil pekerjaan beton bertulang kolom dimana bekisting kolom sudah dilepas.

Pekerjaan struktur beton bertulang balok dan pelat dilakukan secara bersamaan. Dalam proses pelaksanaan struktur tersebut, tahap pertama adalah membuat dan memasang bekisting serta merakit dan mendudukkan scaffolding pada posisi tertentu untuk menahan beban selama pelaksanaan konstruksi. Berbeda dengan pelaksanaan pekerjaan kolom, perangkaian tulangan pada pekerjaan balok dan pelat dilakukan ditempat. Tulangan yang akan dirangkai terlebih dahulu diukur, dipotong dan dibengkokkan pada lokasi pabrikasi penulangan. Selanjutnya, tulangan tersebut diangkat menggunakan alat bantu *tower crane*. Pelaksanaan pekerjaan balok dan

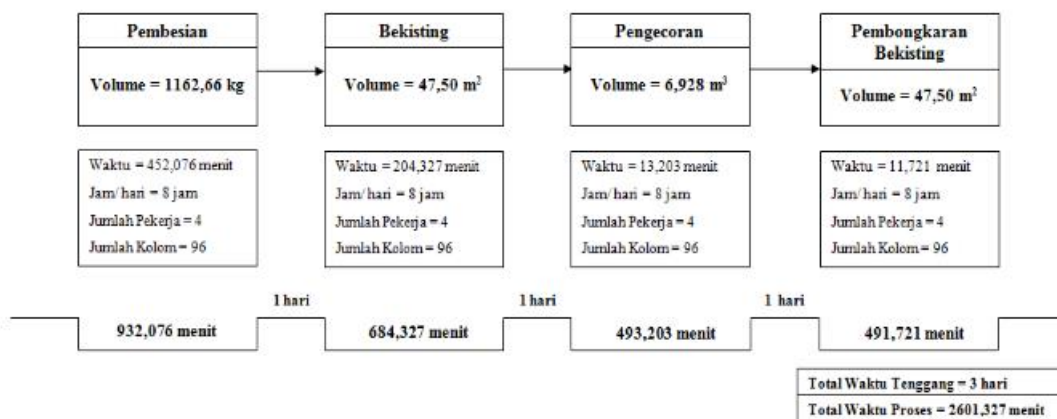
pelat memerlukan tenaga yang cukup banyak, jumlah tenaga pada kasus penelitian ini ada (10) sepuluh pekerja. P



Gambar 5. Pekerjaan Balok dan Pelat

Gambar 5 dapat dilihat bahwa pekerjaan balok dan pelat merupakan pekerjaan struktur beton bertulang satu kesatuan. Pada tahap pertama dilakukan bekisting balok dan pelat dengan dibantu alat penahan berupa schafolding untuk menahan beban yang diberikan oleh balok dan pelat. Tahap kedua adalah tahap perangkaian tulangan yang lebih dulu memasang tulangan balok dan diikuti perangkaian tulangan pelat. Tahap ketiga adalah tahap pengecoran balok dan pelat yang dilakukan pada malam hari dengan maksud menghindari suhu panas jika dilakukan pada siang hari dan berdampak terhadap mutu beton.

Dalam proses pelaksanaan pekerjaan beton bertulang kolom, balok dan beton dianalisa dengan menggunakan pendekatan konsep *stream value mapping*. Proses pekerjaan beton bertulang kolom seperti dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Value Stream Mapping Pekerjaan Kolom

Berdasarkan hasil analisis, nilai produktivitas dan indeks lapangan yang telah diperoleh perlu dievaluasi lebih lanjut agar dapat menjadi acuan yang dapat digunakan. Penelitian ini menggunakan perbandingan literatur berupa SNI 2013 yaitu Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013 Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Umum pada Bagian 4 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya untuk Konstruksi Gedung dan Perumahan. Hasil perbandingan indeks lapangan dengan indeks SNI dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Produktivitas dan Indeks

Pekerjaan	Produktivitas	Indeks
Kolom		
Pembesian	32,314	1,616
Bekisting	18,184	0,909
Pengecoran	21,695	0,915
Balok dan Pelat		
Pembesian	20,736	1,037
Bekisting	22,256	1,113
Pengecoran	21,081	0,964

Tabel 2 merupakan hasil analisa produktivitas dan Indeks pada Proyek Kejaksaaan Tinggi Riau. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas untuk pekerjaan pembesian pada kolom sebesar 32,314 kg/jam dengan nilai indeks pekerja sebesar 1,616. Pengerjaan bekisting kolom diperoleh hasil rata-rata produktivitas sebesar 18,184 m²/jam dengan nilai indeks pekerja sebesar 0,909 sedangkan untuk pengerjaan pengecoran kolom diperoleh hasil rata-rata produktivitas sebesar 21,695 m³/jam dengan nilai indeks pekerja sebesar 0,915. Sedangkan pada pekerjaan pembesian balok dan pelat diperoleh nilai rata-rata produktivitas sebesar 20,736 kg/jam dengan nilai indeks sebesar 1,037. Pekerjaan bekisting balok dan pelat diperoleh hasil rata-rata sebesar 22,256 m²/jam dengan nilai indeks sebesar 1,113 dan pekerjaan pengecoran pada balok dan pelat diperoleh nilai rata-rata produktivitas sebesar 21,081 m³/jam dengan nilai indeks sebesar 0,964.

Bekisting pada pekerjaan kolom, balok dan pelat merupakan satu kesatuan yang monolit, sehingga perlu mendapat perhatian. Pada pertemuan antara ujung akhir kolom dan balok yang harus menyatu secara monolit. Sistem lain dalam pelaksanaan pekerjaan cor balok dan pelat menjadi satu kesatuan, yang berarti bekisting komponen balok dan pelat tidak dapat dipisahkan antara satu dengan yang lain.

4. KESIMPULAN

Bedasarkan hasil penelitian dan analisis yang sudah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Aliran kerja selama pelaksanaan konstruksi mulai dari pembesian dilakukan secara fabrikasi, diangkut menggunakan alat bantu *tower crane* sehingga tidak memerlukan pekerja yang banyak.
2. Produktivitas pekerja pada pelaksanaan proyek konstruksi untuk kolom pada pekerjaan pembesian sebesar 1,616, bekisting sebesar 0,909 dan pengecoran sebesar 0,915. Sedangkan untuk pekerjaan balok dan pelat pada pembesian sebesar 1,037, bekisting sebesar 1,113 dan pengecoran sebesar 0,964.

3. Indeks lapangan dan SNI pekerjaan konstruksi tidak mengalami kesesuaian, hal ini di pengaruhi oleh berbagai faktor seperti jumlah tenaga kerja, alat yang digunakan, metode pelaksanaan dan lingkungan kondisi pekerjaan konstruksi.

5. SARAN

Berdasarkan hasil kesimpulan maka saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Untuk penelitian diperlukan analisa produktivitas untuk pekerjaan struktur yang lain seperti pada pekerjaan pondasi, pelat dan atap.
2. Perlu dilakukan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas untuk dalam usaha meningkatkan produktivitas pekerja

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat yang telah memberi dukungan financial terhadap penelitian ini dengan Nomor: 370/KONTRAK/LPPM-UIR/4-2018

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alwi, S., Hampson, K., and Mohamed, S. (2002). Waste in The Indonesian Construction Project, *Proceedings of the 1st International Conferences of CIB W107*, South Africa, pp. 305-315
- [2] Ho, C., Nguyen, P.M. and Shu, M.H. (2007). Supplier Evaluation and Selection Criteria in The Construction Industry of Taiwan and Vietnam, *Journal of Information and Management Sciences* Vol. 18, pp. 403-426
- [3] Luu, T.V., Kim, S.Y., Cao.H.L and Park, Y.M. (2008) Performance Measurement of Construction
- [4] Latief, Y dan Utami, R.P. (2009). Penerapan Pendekatan Metode Six Sigma Dalam Penjagaan Kualitas Pada Proyek Konstruksi, *Jurnal Makara Teknologi*, Vol. 13, pp 67-72
- [5] Nurhayati (2010) *Manajemen Proyek*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- [6] Ervianto, W.I., 2008, *Pengukuran Produktivitas Kelompok Pekerja Bangunan Dalam Proyek Konstruksi (Studi Kasus Proyek Gedung Bertingkat Di Surakarta)*, Jurnal Teknik Sipil, No.1, Vol.9, 31 - 42
- [7] Frederika, A. dan Widhiawati, I.A.R, 2017, *Analisis Produktivitas Metode Pelaksanaan Pengecoran Beton Ready Mix Pada Balok Dan Pelat Lantai Gedung*, Jurnal Spektran, No.1, Vol.5, 1-87
- [8] PUPR, 2013, *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta
- [9] Rosenbaum, S., Toleda, M and Gonzales, V., 2014, Improving Environmental and Production Performance in Construction Projects Using Value-Stream Mapping: Case Study, *Journal of Construction Engineering Management*, No.2, Vol.140, 1-11
- [10] Ko, C.H., Wang, W.C and Kuo, J.D, 2011, Improving Formwork Engineering Using the Toyota Way, *Journal of Engineering, Project and Production Management*, No.1, Vol.1, 13-27

-
- [11] Womack, J. and Jones, D., 2003, *Seeing The Whole: Mapping The Extended Value Stream*, The Lean Enterprise Institute Cambridge, MA USA
- [12] Abdullah, M., 2015, *Metodologi Penelitian Kuantitatif (Untuk: Ekonomi, Manajemen, Komunikasi, dan Ilmu Sosial lainnya)*, Aswaja Pressindo, Yogyakarta
- [13] Adeli, H and Karim, A., 2001, *Construction Scheduling, Cost Optimization, and Management, A New model based on neurocomputing and object technologies*, Spon Press, London and New York.
- [14] Ahuja, H.N., 1994, *Project Management Techniques in Planning and Controlling Construction Projects*, Jhon Wiley & Sons, Inc, New York.
- [15] Aizat, A.N., 2011, *Application Of Value Stream Mapping As A Method To Reduce Cycle Time To Support Manufacturing System*, Faculty of Mechanical and Manufacturing Engineering, University Tun Hussein Onn Malaysia.
- [16] Alaie, M.R.K., Dizaji, M.R, Dadjoyan, A and Anvarian, J.P., 2012, Effective Factors in the Existence of Waste Time and its Effects on Product System, *Journal of Advances in Environmental Biology*, Vol.6, pp. 1494-1502
- [17] Christian, J. and Hachey, D., 1995, Effects of Delay Times on Production Rates in Construction, *Journal of Contruction Engineering and Management*, ASCE, Vol. 121, pp. 20-26.
- [18] Cordoba, A.P.R., Sharratt, P.N and Sanchez, J.A.A., 2008, Contribution Of Knowledge Management For The Implementation Of Waste Minimization Measures Into Process Industries, *Journal of Process Safety and Environment Protection*, ScienceDirect, Vol. 86, pp.375-388
- [19] Dell'Isola, M.D., 2003, *Detailed Cost Estimating, Supplemental Architectural Services*, Virginia
- [20] DPU (Departemen Pekerjaan Umum), 2005, *Analisis Resiko Investasi Jalan Tol*, Pedoman Konstruksi dan Bangunan Gedung, Jakarta
- [21] Diekmann, J. E., Krewedl, M., Balonick, J., Stewart, T., and Won, S., 2004, *Application of Lean Manufacturing Principles to Construction*, A Report to Construction Industry Institute, University of Texas, Austin