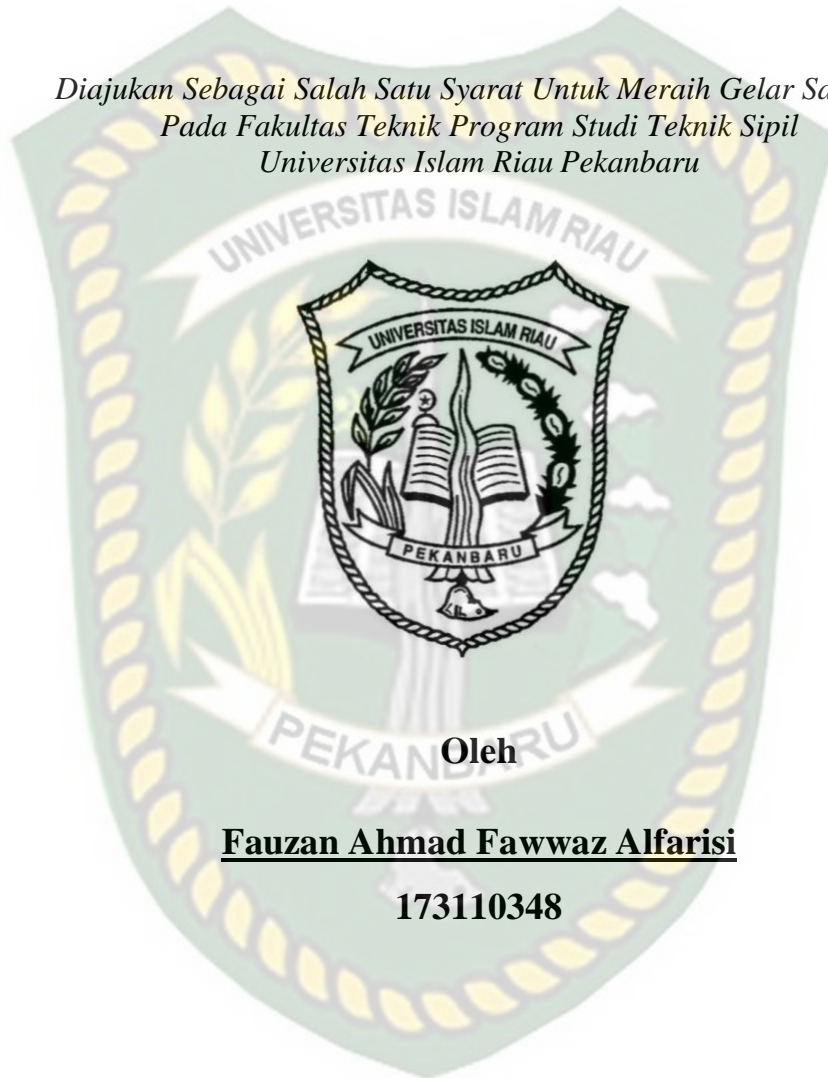


**VALUE STREAM MAPPING PELAKSANAAN PEKERJAAN PERKERASAN
KAKU METODE KONVENSIONAL DAN *SLIPFORM CONCRETE*
PAVER DI PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL
RUAS PEKANBARU-BANGKINANG**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Riau Pekanbaru*



Oleh

Fauzan Ahmad Fawwaz Alfarisi

173110348

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2021

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarokatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini mengenai “*Value Stream Mapping* Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Kaku Metode Konvensional dan *Slipform Concrete Paver* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Bangkinang”. Tugas akhir ini berupa skripsi sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana strata 1 (S1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Tugas akhir ini berisi tentang rangkuman dan kesimpulan selama penulis melakukan penelitian dan analisa. Rangkuman dan kesimpulan ini disusun dalam bab-bab, dimulai dari bab I yang berisi tentang latar belakang, bab II menyajikan tentang tinjauan pustaka, bab III menampilkan mengenai landasan teori, bab IV menjelaskan tentang metodologi penelitian, bab V berisi tentang hasil dan pembahasan, dan bab VI berisi tentang kesimpulan dan saran.

Penulis berharap tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi mahasiswa/i Teknik Sipil, penulis juga menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam menyusun tugas akhir ini, maka dari itu kritik dan saran sangat diharapkan dari pembaca agar kedepannya bisa lebih baik lagi.

Pekanbaru, Juni 2021

Fauzan Ahmad Fawwaz Alfarisi

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Dengan segala kerendahan hati peneliti ingin menyampaikan dan mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu peneliti dengan memberikan dorongan dan dukungan yang tak terhingga terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.C.L, sebagai Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng Muslim, ST., MT, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Mursyidah, Ssi., MSc , sebagai Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT, sebagai Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir.Akmar Efendi, S.Kom., M.Kom, sebagai Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati,ST., M.Si. sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Ibu Sapitri, ST., MT, sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau sekaligus dosen penguji 1.
8. Ibu Dr. Elizar, ST., MT sebagai dosen Pembimbing.
9. Ibu Roza Mildawati, ST., MT sebagai dosen penguji 2.
10. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

11. Seluruh Staf dan Karyawan/iTata Usaha (TU) Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Seluruh Staf dan Karyawan/iPerpustakaan Teknik Universitas Islam Riau.
13. Ayahanda dan Ibunda tercinta Asep Saepudin, Rini Putriani dan Siti Shalihah sebagai Orang Tua penulis yang selalu memberikan dukungan dan mendo'akan yang terbaik serta sangat berperan dalam proses pendewasaan penulis.
14. Seluruh Karyawan PT Utama Karya, PT Utama Karya Infrastruktur, PT BMU, PT MJK, PT Agung Beton dan PT HAKAASTON yang telah memberikan data-data, serta izin untuk melakukan penelitian.
15. Kepada pihak-pihak lain yang turut membantu yang tidak disebutkan dalam tulisan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam skripsi ini masih banyak dijumpai kekurangan dan kelemahan. Untuk itu Penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya.

Pekanbaru, 26 Juni 2021

Fauzan Ahmad Fawwaz Alfarisi

NPM : 173110348

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum.....	4

2.2 Peneliti Terdahulu.....	4
2.3 Keaslian Penelitian.....	7

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan.....	9
3.2 Perkerasan Kaku	10
3.2.1 Sifat dan Fungsi Perkerasan Kaku	12
3.2.2 Komponen Koonstruksi Perkerasan Kaku	14
3.3 <i>Value Stream Mapping</i>	16
3.3.1 Simbol-Simbol <i>Value Stream Mapping</i>	21
3.3.2 Konsep Aliran.....	23
3.4 Tipe Nilai (<i>Value</i>).....	26
3.5 Alat-Alat Identifikasi NVAAU.....	27
3.6 Penyebab NVAAU.....	29

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Umum.....	33
4.2 Lokasi Penelitian.....	33
4.3 Pengumpulan Data.....	34
4.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	34

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum.....	37
5.2 Hasil Identifikasi Proses Pelaksanaan Perkerasan Kaku.....	37
5.2.1 Pekerjaan Perkerasan Kaku Metode Konvensional.....	38
5.2.2 Pekerjaan Perkerasan Kaku Metode <i>Slipform Concrete Paver</i>	47
5.3 Identifikasi Jenis <i>Value</i> Pelaksanaan Perkerasan Kaku.....	53
5.3.1 Metode Konvensional.....	54
5.3.2 Metode <i>Slipform Concrete Paver</i>	56
5.4 Hasil Waktu Siklus Metode Konvensional.....	57
5.5 Hasil Waktu Siklus Metode <i>Slipform Concrete Paver</i>	67
5.6 Perbandingan <i>Value Stream Mapping</i>	73
5.7 Hambatan Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Kaku.....	76

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	77
5.1 Saran.....	78

DAFTAR PUSTAKA.....	79
----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

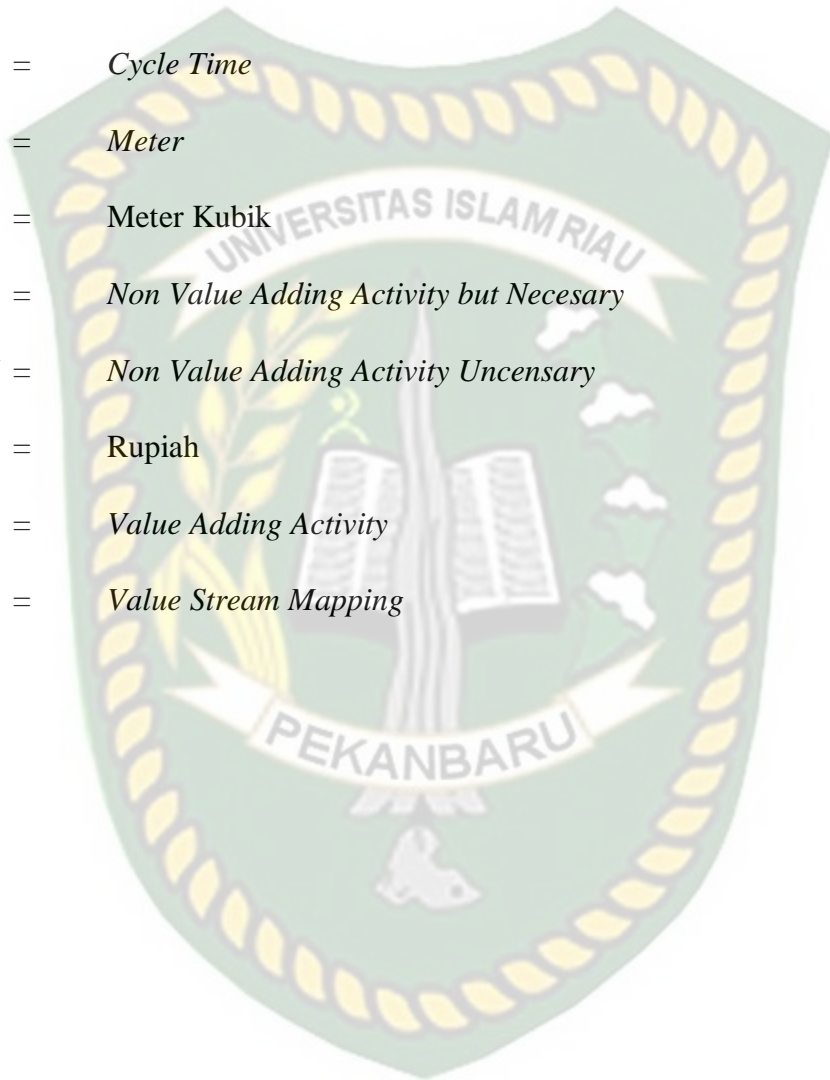
Tabel 2.1	Perbedaan Penelitian.....	7
Tabel 3.1	Lambang pada peta kategori proses.....	21
Tabel 3.2	Simbol-Simbol Tipe Aktifitas.....	28
Tabel 5.1	Hasil Identifikasi Jenis <i>Value</i>	53
Tabel 5.2	Hasil identifikasi jenis <i>value</i> metode konvensional	54
Tabel 5.3	Hasil identifikasi jenis <i>value</i> metode <i>slipform concrete paver</i>	56
Tabel 5.4	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan Bekisting	58
Tabel 5.5	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan Pemasangan Plastik	59
Tabel 5.6	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan Pemasangan Dowel	60
Tabel 5.7	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>Mobilisasi</i> Material	61
Tabel 5.8	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>Pouring</i> Beton	62
Tabel 5.9	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>Spreading</i> Beton	63
Tabel 5.10	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>Vibrating</i>	64
Tabel 5.11	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan Pemasangan	65
Tabel 5.12	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>Finishing</i>	65
Tabel 5.13	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>Quality Control</i>	66
Tabel 5.14	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan pemasangan plastik	68
Tabel 5.15	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan Dowel	69
Tabel 5.16	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan material	70
Tabel 5.17	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan pemasangan	70
Tabel 5.18	Data <i>Cycle Time</i> Pekerjaan <i>quality control</i>	71
Tabel 5.19	Hambatan Pelaksanaan pekerjaan	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Penyebaran Beban Kendaraan	12
Gambar 3.2	Value Stream Mapping Pekerjaan Balok dan Pelat Lantai.....	20
Gambar 4.1	Denah Lokasi Penelitian	33
Gambar 4.2	Bagan alir penelitian	36
Gambar 5.1	Alat Perkerasan Kaku	38
Gambar 5.2	Pekerjaan Bekisting	39
Gambar 5.3	Pekerjaan Pemasangan Plastik	40
Gambar 5.4	Pekerjaan Dowel	41
Gambar 5.5	<i>Mobilisasi</i> Material	42
Gambar 5.6	Pekerjaan <i>Pouring</i> Beton	42
Gambar 5.7	Pekerjaan <i>Spreading</i> Beton	43
Gambar 5.8	Pekerjaan <i>Vibrating</i> Beton	44
Gambar 5.9	Pekerjaan Pemadatan Beton	45
Gambar 5.10	Pekerjaan <i>Finishing</i> Penghalusan	45
Gambar 5.11	Pekerjaan <i>Quality Control</i>	46
Gambar 5.12	<i>Value Stream Mapping</i> Metode Konvensional	47
Gambar 5.13	Pekerjaan pemasangan Plastik	48
Gambar 5.14	Pekerjaan Dowel	49
Gambar 5.15	Pekerjaan Persiapan Material	50
Gambar 5.16	Pekerjaan Pemadatan	51
Gambar 5.17	Pekerjaan <i>Quality Control</i>	51
Gambar 5.18	<i>Value Stream Mapping</i> Metode <i>Slipform Concrete Paver</i>	52
Gambar 5.19	Perbandingan Bentuk Value Stream Mapping.....	74
Gambar 5.20	Grafik Total Waktu Pekerjaan	75

DAFTAR NOTASI

<i>Cm</i>	=	Centimeter
<i>CT</i>	=	<i>Cycle Time</i>
<i>m</i>	=	<i>Meter</i>
<i>m³</i>	=	Meter Kubik
<i>NVAAN</i>	=	<i>Non Value Adding Activity but Necessary</i>
<i>NVAAU</i>	=	<i>Non Value Adding Activity Uncensary</i>
<i>Rp</i>	=	Rupiah
<i>VAA</i>	=	<i>Value Adding Activity</i>
<i>VSM</i>	=	<i>Value Stream Mapping</i>



**VALUE STREAM MAPPING PELAKSANAAN PEKERJAAN PERKERASAN
KAKU METODE KONVENSIONAL DAN *SLIPFORM CONCRETE*
PAVER DI PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL
PEKANBARU-BANGKINANG**

Fauzan Ahmad Fawwaz Alfarisi

173110348

ABSTRAK

Pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang menggunakan dua metode yaitu, konvensional dan *slipform concrete paver* karena di pengaruhi oleh faktor lebar jalan. Biaya untuk pelaksanaan perkerasan kaku lebih mahal dibandingkan perkerasan lentur dengan persentase 33,63 % oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian waktu dengan melihat aliran proses dan mengidentifikasi pemborosan yaitu menggunakan pendekatan *Value Stream Mapping*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan aliran proses, total waktu siklus dan hambatan pekerjaan perkerasan kaku.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Value Stream Mapping*. Penelitian dilakukan dengan cara pengamatan langsung dan mencatat pada *work sampling*. Hasil pengamatan dibuat dalam bentuk *Value Stream Mapping* untuk mengetahui perbedaan aliran proses dan total waktu siklus, hambatan pekerjaan didapat dari hasil *work sampling* penyebab *Non Value Adding Activity Uncensarry*.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan bentuk *Value Stream Mapping*, metode Konvensional terdiri dari 10 jenis pekerjaan yaitu, pekerjaan bekisting, pemasangan plastik, pekerjaan dowel, *mobilisasi* material, pekerjaan *pouring*, pekerjaan *spreading*, pekerjaan *vibrating*, pekerjaan pemadatan, pekerjaan *finishing* dan pekerjaan *quality control*. Sedangkan metode *slipform concrete paver* terdiri 5 jenis pekerjaan yaitu, pekerjaan pemasangan plastik, pekerjaan dowel, pekerjaan material, pekerjaan pemadatan dan pekerjaan *quality control*. Total waktu siklus pada metode konvensional 506,18 Menit dan untuk konversi metode *slipform concrete paver* 175,32 Menit sehingga terdapat perbedaan 330,47 menit dengan persentasi sebesar 65,33%. Terdapat 3 hambatan pada proses pelaksanaan perkerasan kaku yaitu, kurangnya pekerja dilapangan, kondisi lingkungan proyek dan cuaca.

Kata Kunci : *VSM*, Perkerasan, Kaku

VALUE STREAM MAPPING CONVENTIONAL METHOD AND SLIPFORM CONCRETE WORKING IMPLEMENTATION PAVER IN TOLL ROAD DEVELOPMENT PROJECT PEKANBARU-BANGKINANG

Fauzan Ahmad Fawwaz Alfarisi

173110348

ABSTRACT

The implementation of rigid pavement work on the Pekanbaru-Bangkinang toll road construction project uses two methods, namely, conventional and slipform concrete paver because it is influenced by the road width factor. The cost for the implementation of rigid pavement is more expensive than flexible pavement with a percentage of 33.63%, therefore it is necessary to control the time by looking at the process flow and identifying waste by using the Value Stream Mapping approach. This study aims to determine the difference in process flow, total cycle time and the resistance of rigid pavement work.

The research method used is Value Stream Mapping. The research was conducted by direct observation and taking notes on work sampling. The results of observations are made in the form of Value Stream Mapping to determine the difference between process flow and total cycle time, work constraints are obtained from the work sampling results that cause Non Value Adding Activity Uncensarry.

The results showed that there were different forms of Value Stream Mapping, the conventional method consisted of 10 types of work, namely, formwork work, plastic installation, dowel work, material mobilization, pouring work, spreading work, vibrating work, compaction work, finishing work and quality control work. While the slipform concrete paver method consists of 5 types of work, namely, plastic installation work, dowel work, material work, compaction work and quality control work. The total cycle time for the conventional method is 506.18 minutes and for the conversion of the slipform concrete paver method 175.32 minutes, so there is a difference of 330.47 minutes with a percentage of 65.33%. There are 3 obstacles in the process of implementing rigid pavement, namely, lack of workers in the field, project environmental conditions and weather.

Keywords: VSM, Pavement, Rigid

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasan kaku merupakan jenis perkerasan jalan yang terdiri dari struktur pelat beton semen bersambung dengan tulangan atau tanpa tulangan. Metode pelaksanaan perkerasan kaku umumnya dilakukan dengan dua metode kerja yaitu menggunakan metode konvensional dan metode *slipform concrete paver*. Perkerasan kaku biasanya digunakan untuk jenis jalan yang memiliki beban kondisi lalu lintas yang padat seperti jalan tol, sehingga jika pelaksanaan tidak sesuai target waktu yang ditetapkan maka proyek akan mengalami kerugian. Dengan demikian, dalam pelaksanaan perkerasan kaku diperlukan adanya pengawasan pekerjaan agar proyek bisa selesai tepat waktu (Waluyo, 2008).

Proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang merupakan proyek pembangunan nasional yang dikerjakan oleh PT Hutama Karya. Pada proyek ini pelaksanaan perkerasan kaku menggunakan dua metode, karena dipengaruhi oleh faktor lebar jalan dan kemampuan alat untuk melakukan pelaksanaan pekerjaan. Metode yang digunakan yaitu konvensional untuk pekerjaan yang lebarnya kurang dari 2 meter dengan bantuan alat *screed paver* dan *slipform concrete paver* untuk pekerjaan yang lebarnya 5 meter dengan bantuan alat berat Wirtgen. Pekerjaan perkerasan kaku memerlukan biaya yang relatif mahal serta proses pelaksanaan konstruksi yang memerlukan keahlian khusus dan pengawasan yang teliti pada setiap tahap pekerjaan. Jika dalam pelaksanaan perkerasan kaku tidak memenuhi standar mutu, biaya dan target waktu pelaksanaan maka proyek akan mengalami kerugian. Keterlambatan waktu pelaksanaan sering terjadi pada proyek infrastruktur jalan yang berdampak pada biaya (Juansyah, 2018). Biaya untuk pelaksanaan perkerasan kaku lebih mahal dibandingkan perkerasan lentur dengan persentase 33,63 %. Oleh karena itu, dalam

pelaksanaan perkerasan kaku diperlukan adanya pengendalian mutu, biaya dan waktu dalam pelaksanaan pekerjaan (Mulyawan, 2019).

Salah satu metode yang digunakan untuk pengendalian waktu dengan melihat aliran proses dan mengidentifikasi pemborosan yaitu menggunakan pendekatan *Value Stream Mapping* (Elizar, 2020). VSM termasuk kedalam bagian konsep *Lean Construction* yang berfungsi untuk mengumpulkan segala informasi pada setiap prosesnya seperti waktu siklus, pemanfaatan sumber daya, pengaturan waktu pekerjaan, kebutuhan tenaga kerja, dan alur informasi pekerjaan dari proses pengolahan material sampai pelaksanaan pekerjaan dilapangan. Dengan pendekatan tersebut perusahaan dapat mengidentifikasi jenis pekerjaan yang dapat meningkatkan nilai tambah, pekerjaan yang tidak menambah nilai tambah dan pekerjaan yang harus dilakukan tetapi tidak memiliki nilai tambah (Julfi, 2020).

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan diatas, maka perlu dilakukan penelitian pada pekerjaan perkerasan kaku tentang “*Value Stream Mapping* Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Kaku Metode Konvensional dan *Slipform Concrete Paver* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Bangkinang“.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan permasalahan untuk penelitian berikut adalah:

1. Bagaimana perbedaan aliran proses *Value Stream mapping* pekerjaan perkerasan kaku metode konvensional dan metode *slipform concrete paver*?
2. Bagaimana perbandingan waktu pekerjaan perkerasan kaku metode konvensional dengan metode *slipform concrete paver* ?
3. Apa saja hambatan pada pekerjaan perkerasan kaku ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian berikut adalah:

1. Mengetahui perbedaan aliran proses *Value Stream Mapping* pekerjaan perkerasan kaku metode konvensional dan metode *slipform concrete paver*.
2. Mengetahui perbandingan waktu pekerjaan perkerasan kaku metode konvensional dengan metode *slipform concrete paver*.
3. Mengetahui hambatan pekerjaan perkerasan kaku di proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai referensi dan sumber acuan untuk kajian penelitian yang sama.
2. Sebagai bahan evaluasi kontraktor untuk memperbaiki kekurangan pada pekerjaan perkerasan kaku.
3. Memberikan tambahan wawasan dalam identifikasi kegiatan yang tidak menambah nilai tambah pada pekerjaan perkerasan kaku.
4. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Agar penilaian ini dapat dibahas dengan baik dan tidak meluas, maka perlu direncanakan batasan masalah yang terdiri dari:

1. Pembuatan *Value Stream Mapping* hanya sebatas pada pekerjaan perkerasan kaku dilapangan, tidak sampai proses pengolahan di *Batching Plan* dan *quality control* di laboratorium.
2. Objek penelitian pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang sejauh 900 Meter dari STA 31+400-32+300.
3. Objek penelitian hanya sebatas pada waktu pekerjaan perkerasan kaku.
4. Penelitian dimulai dari tanggal 8 Februari sampai 31 Maret 2021.
5. Waktu pengamatan hanya dilakukan pada kondisi cuaca cerah dari jam 08:00-18:00 WIB.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka berisi tentang hasil penelitian terdahulu dan memiliki hubungan dengan penelitian yang sedang dilakukan yang dapat membantu memberikan referensi, solusi dan pemecahan masalah pada penelitian yang sedang dilakukan. Berikut beberapa referensi penelitian terdahulu yang melakukan penelitian terkait dengan *Value Stream Mapping* adalah Julfi (2020), Dwi (2019), Herliandre (2018), Mudzakir (2017) dan Adlin (2016)

2.2 Peneliti Terdahulu

Julfi (2020), telah melakukan penelitian tentang Evaluasi *Waste Non Value Added Activity Unnecesary* dan Implementasi *Value Stream Mapping*. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi *non value adding activity & unnecessary* (NVAAU) dan implementasi *value stream mapping* (VSM) pada proyek pembangunan gedung di SMK Muhammadiyah 4 Pekanbaru. Metode yang digunakan adalah *value stream mapping*. Hasil penelitian didapatkan jenis NVAAU yang paling sering banyak adalah W4 (*waiting* pada menunggu pekerja). Sedangkan penyebab NVAAU yang paling banyak adalah B3 (kurangnya kontrol pekerjaan oleh kontraktor dilapangan) dan D6 (kurangnya personil pekerja lapangan dari kontraktor). Berdasarkan hasil analisis VSM dapat disimpulkan aktivitas NVAAU di identikasi dengan persentase kegiatan 21.06%, sedangkan aktifitas NVAAN diidentifikasi dengan persentase kegiatan 8.27%. Lalu sisa persentase sebesar 70.67% merupakan aktifitas VAA.

Dwi (2019), telah melakukan penelitian tentang Implementasi *Lean Construction* untuk Meminimalkan Waste Konstruksi (studi kasus: Proyek Pembangunan Gedung Kejaksaan Tinggi Riau). Tujuan penelitian ini untuk meminimalkan *waste* yang terjadi pada proses pelaksanaan konstruksi sehingga proyek tidak mengalami kerugian. Metode yang digunakan adalah *Lean construction*. Hasil dari analisis penelitian didapat material yang memiliki biaya terbesar adalah beton *ready mix*, besi D22, dan besi D25. Dengan persentasi *waste level* sebesar 8,87% pada besi D22, 2% pada beton *ready mix* dan 1,12% pada besi D25. Dalam penelitian ini terdapat 19 penyebab *waste*. Rangking faktor penyebab *waste* tertinggi adalah pada *waste over*.

Herliandre (2018), telah melakukan penelitian tentang penerapan konstruksi ramping pada pembangunan gedung bintangoro. Tujuan penelitian ini untuk melakukan pengendalian terhadap *supply* untuk mencegah terjadinya kelebihan material. Metode yang digunakan adalah diagram pareto, analisis fungsi, *fast* diagram dan *supply chain*. Hasil dari analisis penelitian didapatkan *breakdown cost model* dengan menggunakan hukum dan grafik pareto terdapat item pekerjaan yang memiliki biaya persentase tertinggi yaitu pekerjaan struktur bangunan utama sedangkan hasil analisa *lean construction* terdapat *waste* yang terjadi pada pekerjaan *supply* material yang bisa diminimalisir dengan cara pekerjaan pemotongan dan penekukan besi dilakukan hanya sesuai kebutuhan yang diperlukan. Sedangkan pada pekerjaan pengecoran untuk dilakukan secara hati-hati agar beton tidak terbuang yang menyebabkan *waste* pada material.

Mudzakir (2017), telah melakukan penelitian tentang Evaluasi *Waste* dan Implementasi *Lean Construction* (Studi kasus pada proyek pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang). Tujuan penelitian ini untuk menganalisa faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya *waste* pada proyek dan menganalisa penerapan *lean construction* terhadap kemunculan variable dan faktor *waste*. Metode yang digunakan adalah borba. Hasil dari analisis penelitian ini didapatkan *waste* paling sering terjadi pada proyek adalah waktu *waiting* instruksi kerja, dengan persentase 0,157. Sedangkan untuk jenis *waste* yang memberi pengaruh

besar pada proyek adalah *waiting* waktu instruksi dengan persentase 0,182. Prinsip *lean construction tools* yang belum diterapkan oleh pihak kontraktor yaitu *Percent Plant Complete (PPC)*, *Six Week Lookhead*, *Reserve Phase Scheduling (RPS)*, *Start of the Day Meeting*, *Sustain*, *Mobile Chart*, dan *Commitment Chart*.

Adlin (2016), telah melakukan penelitian tentang Analisa *Waste Material* Konstruksi Dengan Aplikasi metode *lean Construction* (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Showroom Auto 2000). Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi jenis *waste material* yang didapat pada pelaksanaan proyek konstruksi, untuk mengidentifikasi proses yang menghasilkan limbah (sumber limbah) pada proyek konstruksi dengan menggunakan metode *lean construction* dan untuk mengetahui *waste level* tertinggi dan terendah yang ada di proyek. Metode yang digunakan *lean construction*. hasil analisis dari penelitian ini didapatkan material yang memiliki biaya besar dan berpotensi menimbulkan *waste* dan analisa pareto didapat 4 material yang berpotensi menimbulkan *waste* yang besar yaitu : Besi D10 mm, atap zinc aluminium, Besi D19 mm, Besi D16 mm. Berdasarkan hasil analisa *waste level*, didapat persentase limbah dari yang terbesar sampai yang terkecil yaitu : Besi D10 mm sebesar = 3.69%, Atap Zinc Aluminium sebesar = 2.06%, Besi D16 mm sebesar = 0.90%, dan Besi D19 mm sebesar = 0.19%. Dari identifikasi proses yang menghasilkan limbah dengan *lean construction*, didapatkan *defect* (cacat produk konstruksi), *over production*, dan *Inventory* merupakan penyebab dari *waste material* di proyek pembangunan Showroom Auto 2000. Pada *defect*, *waste* yang terjadi pada material disebabkan oleh perubahan spesifikasi bangunan oleh *owner* yang menyebabkan berubahnya dimensi dari bangunan yang ada di proyek. Pada *over production waste material* terjadi dikarenakan kurangnya optimasi material diproyek oleh pelaksana. Sedangkan pada *inventory*, *waste material* terjadi karena tempat penyimpanan material yang masih kurang baik. *Inventory* yang kurang baik ini menyebabkan material yang rusak diakibatkan cuaca, hilangnya beberapa material, dan terhambatnya pengambilan material.

2.3 Keaslian Penelitian

Setiap penelitian dilakukan dalam konteks lingkungan yang berbeda dengan penelitian sebelumnya sekalipun penelitian tersebut merupakan replikasi penelitian sebelumnya. Keaslian penelitian mencerminkan kemampuan mahasiswa untuk menelusuri dan mengidentifikasi penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang dilakukannya. Judul pada penelitian tugas akhir terdapat kesamaan dengan judul penelitian sebelumnya tetapi memiliki perbedaan seperti metode kerja yang dipakai, lokasi penelitian, kondisi lapangan pekerjaan, spesifikasi alat dan metode analisa. Beberapa perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian

No	Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode
1	Julfi (2020)	Mengidentifikasi <i>non value adding activity & unnecessary</i> (NVA AU) dan implementasi <i>value stream mapping</i> (VSM) pada proyek pembangunan gedung di SMK Muhammadiyah 4 Pekanbaru.	<i>Value Stream Mapping</i>
2	Dwi (2019)	Meminimalkan <i>waste</i> yang terjadi pada proses pelaksanaan konstruksi sehingga proyek tidak mengalami kerugian. Metode yang digunakan adalah <i>Lean construction</i> .	<i>Lean Construction</i>
3	Herliandre (2018)	melakukan pengendalian terhadap <i>supply</i> untuk mencegah terjadinya kelebihan material.	Diagram pareto, analisis fungsi, <i>fast</i> diagram dan <i>supply chain</i> .

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian (Lanjutan)

4	Mudzakir (2017)	Menganalisa faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya <i>waste</i> pada proyek dan menganalisa penerapan <i>lean construction</i> terhadap kemunculan variable dan faktor <i>waste</i> .	Borba
5	Adlin (2016)	Mengevaluasi jenis <i>waste</i> material yang didapat pada pelaksanaan proyek konstruksi, dan untuk mengetahui <i>waste</i> level tertinggi dan terendah yang ada di proyek	<i>Lean Construction</i>

Tabel 2.1 menunjukkan perbedaan yang dilakukan oleh penelitian terdahulu. Penelitian tentang *Value Stream Mapping* telah banyak dilakukan. Metode penelitian ini mirip yang dilakukan Julfi (2020) yang melakukan penelitian pada pekerjaan balok dan pelat lantai di proyek pembangunan gedung SMK Muhammadiyah Pekanbaru, sedangkan penelitian ini melakukan penelitian pada pekerjaan perkerasan kaku di proyek pembangunan jalan tol ruas Pekanbaru-Bangkinang. Sehingga dapat menunjukkan keaslian dari penilitan yang dilakukan dan membedakan dari penelitian yang lain.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan suatu struktur bangunan yang memiliki fungsi sebagai perlindungan tanah dasar dan lapisan pembentuk perkerasan terhadap tegangan dan regangan yang berlebihan dari beban lalu lintas. Perkerasan jalan merupakan lapisan dari jalan raya yang dilapisi dengan agregat dan aspal atau beton. sebagai bahan lapisan perkerasan konstruksi yang memiliki ketebalan, kekuatan kekakuan, dan kestabilan tertentu sesuai spesifikasi SNI sehingga mampu menyalurkan beban lalu lintas yang terjadi di atasnya ke lapisan *subgrade* secara aman. Perkerasan memiliki fungsi untuk menyebarkan atau mendistribusikan beban yang terjadi pada roda kendaraan ke lapisan permukaan *subgrade* yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dengan perkerasan, sehingga dapat mereduksi tegangan maksimum yang terjadi pada lapisan *subgrade*. Perkerasan jalan memiliki syarat khusus yaitu harus memiliki kekuatan untuk menopang beban lalu lintas yang terjadi di atasnya sesuai rencana. Permukaan pada lapisan perkerasan jalan haruslah rata dan memiliki kekesatan atau tahan gelincir pada lapisan permukaan perkerasan. Dalam perencanaan konstruksi perkerasan jalan harus dilakukan dengan teliti agar perencanaan konstruksi perkerasan sesuai spesifikasi yang ditentukan dengan produk akhir yang mempunyai kemampuan mutu tinggi, yang sesuai dengan fungsi dan peran secara optimal, sehingga dapat memberikan pelayanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan (Hardiyatmo, 2015).

Jenis perkerasan pada konstruksi jalan terdiri dari beberapa lapis material. Material yang memiliki kualitas tinggi diletakkan pada lapisan paling atas, semakin kebawah kualitas pada material semakin kecil disebabkan karena tegangan dan regangan akibat beban roda lalu lintas yang disebarkan semakin kebawah semakin kecil. Saat tanah terjadi pembebanan, maka beban otomatis akan menyebar kedalam

tanah dalam bentuk gaya-gaya. Beban pada gaya akan menyebar kedalam tanah sedemikian rupa sehingga terjadi lendutan dan menyebabkan penurunan atau keruntuhan terhadap tanah. Dalam mengatasi permasalahan ini perlu di lakukan penambahan lapisan tanah dasar untuk menahan gaya-gaya pada lendutan. Berdasarkan karakteristik menahan dan mendistribusikan beban, maka perkerasan dapat dibagi atas perkerasan lentur dan perkerasan kaku (Hardiyatmo, 2015).

3.2 Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku adalah struktur yang terdiri dari lapisan perkerasan beton semen dengan tulangan atau tanpa tulangan yang terletak di atas lapisan pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Perkerasan kaku atau lebih sering disebut *rigid pavement*, terdiri dari lapisan plat beton semen *portland* dan lapisan pondasi diatas tanah dasar. Lapisan pelat beton kaku yang ada pada perkerasan kaku memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi sehingga dapat mendistribusikan beban lalu lintas diatas ke tanah dasar yang melingkupi daerah yang cukup luas dengan bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari pelat beton itu sendiri. Hal ini berbeda dengan jenis perkerasan *flexible pavement* dimana kekuatan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan, dimana masing-masing lapisan memberikan kontribusinya (Nuryani, 2020). Berdasarkan direktorat jendral bina marga (2013) Perkerasan kaku dibedakan dalam 4 jenis yaitu:

1. Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (*Jointed Unreinforced Concrete Pavement*)

Jenis perkerasan kaku bersambung yang dibuat tanpa tulangan dengan ukuran pelat beton yang mendekati bujur sangkar, dimana panjang dari pelatnya dibatasi dengan adanya sambungan-sambungan melintang. Panjang pelat dari jenis perkerasan ini berkisar 4-5 meter.

2. Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan (*Jointed Reinforced Concrete Pavement*)

Jenis perkerasan kaku bersambung yang dibuat dengan tulangan yang ukuran pelat beton berbentuk persegi panjang, dimana dari pelatnya dibatasi oleh adanya sambungan-sambungan melintang. Panjang pelat dari jenis perkerasan ini berkisar antara 5-15 meter.

3. Perkerasan kaku menerus dengan tulangan (*Continuously Reinforced Concrete Pavement*)

Jenis perkerasan kaku menerus yang dibuat dengan tulangan dan dengan panjang pelat beton yang menerus yang dibatasi oleh adanya sambungan-sambungan muai melintang. Panjang pelat dari jenis perkerasan ini lebih dari 75 meter.

4. Perkerasan kaku pra-tegang (*Prestressed Concrete Pavement*)

Jenis perkerasan kaku menerus, tanpa tulangan menggunakan kabel-kabel pratekan guna mengurangi susut, muai (*expansion joint*) dan lenting akibat perubahan temperature dan kelembaban. Struktur perkerasan kaku terdiri dari tiga bagian, yaitu lapis perkerasan berupa pelat beton (*concrete slab*), lapis pondasi, dan tanah dasar (*subgrade*). Lapisan tersebut memiliki fungsi dan karakteristik yang berbeda dalam mendukung beban lalu lintas.

Konstruksi perkerasan kaku memiliki spesifikasi berbeda dengan konstruksi lainnya. Berdasarkan direktorat jendral bina marga (2013) Perkerasan kaku memiliki keuntungan dibandingkan dengan perkerasan lainnya sebagai berikut :

1. Kontruksi perkerasan lebih tipis kecuali untuk daerah tanah lunak yang membutuhkan struktur pondasi jalan yang lebih besar dari perkerasan kaku.
2. Pengendalian mutu pekerjaan dan pelaksanaan konstruksi lebih mudah untuk daerah perkotaan yang tertutup termasuk jalan dengan lalu lintas rendah.
3. Biaya pemeliharaan lebih rendah jika dilaksanakan dengan baik. Keuntungan signifikan untuk area perkotaan dengan lalu lintas harian rata-rata tahunan tinggi.

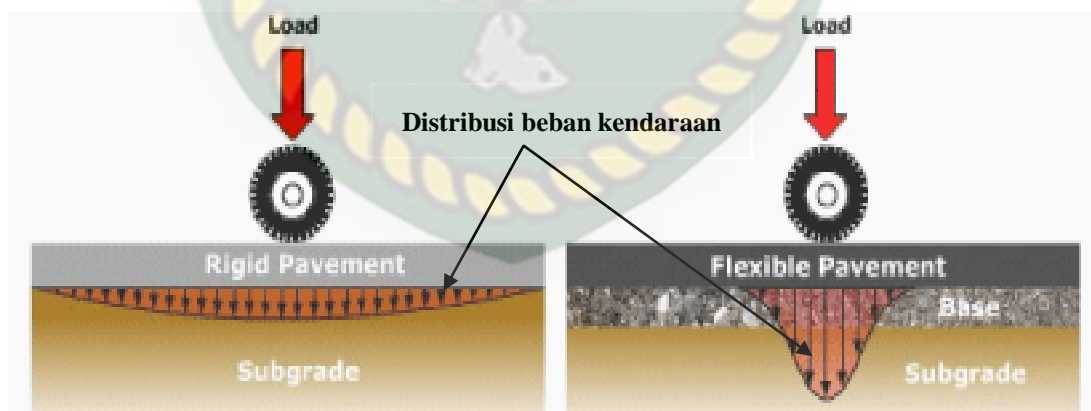
4. Pembuatan campuran *job mix design* yang lebih mudah.

Konstruksi perkerasan kaku memiliki spesifikasi berbeda dengan konstruksi lainnya, sehingga menurut direktorat jendral bina marga (2013) Perkerasan kaku memiliki kerugian dibandingkan dengan perkerasan lainnya sebagai berikut :

1. Biaya konstruksi yang dikeluarkan lebih tinggi untuk jalan dengan lalu lintas rendah.
2. Sering terjadi keretakan jika dilaksanakan diatas tanah asli yang lunak.
3. Umumnya memiliki kenyamanan berkendara yang lebih rendah. Oleh karena itu, perkerasan kaku seharusnya digunakan untuk jalan dengan beban lalu lintas tinggi.

3.2.1 Sifat dan Fungsi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku atau *rigid pavement* memiliki sifat yang berbeda dengan perkerasan lentur. Pada konstruksi perkerasan kaku kekuatan daya dukung utama terletak pada lapisan perkerasan pelat beton. Dikarnakan sifat utama dari pelat beton yang cukup kaku, sehingga dapat menyebarkan beban lalu lintas pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan dan regangan yang rendah pada lapisan di bawahnya. Perbedaan penyebaran pembebanan pada konstruksi perkerasan kaku dan perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Penyebaran Beban kendaraan (Sholeh, 2009)

Dari Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa penyebaran beban kendaraan pada perkerasan kaku lebih merata dan luas dibandingkan dengan penyebaran beban kendaraan pada perkerasan lentur. Perkerasan kaku memiliki kekuatan modulus elastisitas jauh lebih tinggi 10 kali dari perkerasan aspal. Setiap struktur perkerasan yang menerima beban dari atas selalu berusaha untuk mendistribusikan beban tersebut ke lapisan bawah. Daya dukung utama perkerasan kaku terletak pada lapisan pelat beton yang mempunyai sifat kekakuan sehingga dapat mendistribusikan beban pada bidang yang lebih luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan (Sholeh, 2009).

Perkerasan kaku umumnya memiliki persyaratan khusus untuk dapat memenuhi fungsi perkerasan dalam memikul beban yang diatur sesuai spesifikasi, maka fungsi perkerasan kaku sebagai berikut (Hardiyatmo, 2005) :

1. Perkerasan kaku harus dapat mereduksi tegangan dan regangan yang terjadi pada lapisan *subgrade* sampai batas-batas yang masih mampu dipikul *subgrade* tersebut tanpa menimbulkan perbedaan gaya pada lendutan/penurunan yang dapat merusak perkerasan itu sendiri.
2. Perkerasan kaku harus direncanakan dan dibangun sedemikian rupa sehingga mampu mengatasi permasalahan pengaruh kembang susut dan penurunan kekuatan tanah pada lapisan *subgrade* serta pengaruh cuaca dan kondisi lingkungan.

Dalam perencanaan perkerasan kaku perlu diperhatikan beberapa faktor agar perencanaan sesuai dengan ketentuan spesifikasi, antara lain (Hardiyatmo, 2005) :

1. Fungsi perkerasan kaku dan intensitas beban lalu lintas yang akan dilayani.
2. Volume lalu lintas kendaraan, konfigurasi sumbu dan roda kendaraan, beban sumbu, ukuran dan tekanan beban, pertumbuhan lalu lintas jalan, jumlah jalur, lajur dan arah lalu lintas.

3. Umur rencana struktur perkerasan kaku ditentukan atas dasar pertimbangan dan perhitungan peranan perkerasan, pola lalu lintas yang dihadapi dan nilai ekonomi perkerasan serta faktor pengembangan wilayah.
4. Kapasitas perkerasan yang direncanakan harus dipandang sebagai pembatasan.
5. Daya dukung dan keseragaman lapisan *subgrade* harus sesuai spesifikasi karna berpengaruh terhadap keawetan dan kekuatan dari lapisan perkerasan.
6. Lapis pondasi bawah meskipun bukan merupakan bagian utama dalam menahan beban, tetapi merupakan bagian yang tidak bisa diabaikan dengan fungsi, mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar, mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan pada tepi pelat dan memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat sebagai perkerasan jalan kerja selama pelaksanaan.

3.2.2 Komponen Konstruksi Perkerasan Kaku

Perencanaan konstruksi perkerasan jalan disesuaikan dengan kondisi lalu lintas dan umur perencanaan. Umumnya perkerasan kaku didesain dengan umur rencana 10-25 tahun sehingga diharapkan jalan tidak akan mengalami kerusakan atau kegagalan konstruksi dalam waktu 5 tahun pertama. Tetapi jika terjadi kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan sebelum 5 tahun maka perlu dilakukan kajian pengaruh kerusakan sehingga terjadinya kegagalan konstruksi. Dalam perkerasan kaku komponen utama konstruksi adalah berupa lapisan pelat beton semen mutu tinggi sebagai struktur utama dan lapisan pondasi bawah (*subbase berupa cement treated subbase* maupun *granular subbase*) berfungsi sebagai konstruksi pendukung atau pelengkap. Adapun Komponen Konstruksi Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 2005) :

1. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar merupakan bagian dari konstruksi perkerasan kaku yang berfungsi untuk menerima distribusi beban dari lapisan di atasnya. Tanah dasar harus mampu mendistribusikan gaya-gaya yang disalurkan oleh beban lalu lintas di atasnya agar

struktur perkerasan tetap kuat. Persiapan tanah dasar harus memenuhi persyaratan sesuai spesifikasi sehingga dapat berfungsi secara optimal, adapun syarat yang harus dipenuhi adalah lebar, rata, kemiringan melintang keseragaman daya dukung dan keseragaman kepadatan. Pada konstruksi perkerasan kaku kekuatan tanah dasar tidak terlalu menentukan, sehingga apabila terjadi perubahan daya dukung tanah maka tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai konstruksi perkerasan kaku. Daya dukung atau kapasitas tanah dasar pada konstruksi perkerasan kaku yang umum digunakan adalah CBR dan modulus reaksi tanah dasar (Setiawati, 2015).

2. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase*)

Lapis pondasi atau *subbase* terletak di antara lapisan *subgrade* dan lapisan perkerasan pelat beton semen mutu tinggi. Bahan material lapisan *subbase* biasanya menggunakan material *unbound granular* (sirtu) atau *bound granular* (CTSB, cement treated subbase). Fungsi utama dari lapisan *subbase* ini tidak terlalu struktural, maksudnya keberadaan dari lapisan ini tidak untuk menyumbangkan nilai struktur yang besar terhadap perkerasan kaku. Fungsi utama dari lapisan ini adalah sebagai lantai kerja atau *lean concrete* yang rata dan *uniform*. Apabila lapisan *subbase* tidak rata, maka lapisan perkerasan pelat beton juga tidak rata, sehingga berpotensi mengalami *crack inducer*. Fungsi lainnya dari lapisan *subbase* antara lain (Setiawati, 2015):

- a. Menyediakan lapisan yang seragam, stabil, dan permanen.
- b. Menaikkan nilai Modulus Reaksi pada Tanah Dasar (*Modulus of Sub-grade Reaction*) dan merubahnya menjadi Modulus Reaksi Komposit (*Modulus of Composit Reaction*).
- c. Mengurangi kerusakan sebagai akibat pembekuan pada perkerasan (*frost action*).
- d. Melindungi gejala “*pumping*” butiran-butiran halus tanah pada daerah sambungan, retakan dan ujung samping perkerasan. “*Pumping*” : adalah proses pengocokan butiran-butiran *sub-grade* atau *sub-base* pada daerah-daerah sambungan (basah atau kering) akibat gerakan *vertical plat* karena beban lalu lintas kejadian ini mengakibatkan turunnya daya dukung lapisan bawah tersebut.
- e. Mengurangi bahaya retak

f. Sebagai lantai kerja bagi alat-alat berat untuk mempermudah pelaksanaan konstruksi.

3. *Subbase course*

Subbase course adalah bagian dari konstruksi perkerasan yang terletak antara *base course* dan *subgrade*. Lapisan ini memiliki fungsi sebagai pendukung struktural pada perkerasan, meminimalisir terjadinya kegagalan konstruksi seperti ambles pada jalan dan meningkatkan drainase. Lapisan *subbase* umumnya terdiri dari bahan material kualitas lebih rendah dari pada lapisan lainnya, tetapi lebih baik daripada tanah dasar. Lapisan *subbase* biasanya jarang digunakan pada konstruksi perkerasan kaku karna alasan ekonomis dan lapisan tanah dasar yang sudah kuat (Setiawati, 2015).

4. *Base Course*

Base Course merupakan lapisan yang terletak dibawah lapisan pelat beton. Lapisan ini memiliki fungsi untuk mendistribusi beban tambahan, kontribusi dan *resistensi drainase*, memberikan dukungan lapisan di atasnya dan platform yang stabil untuk peralatan konstruksi. Bisa juga membantu mencegah gerakan tanah tanah dasar karena tekanan dari atas. Base course biasanya terbuat dari (Setiawati, 2015) :

- a. Agregat dasar, Sebuah lapisan dasar sederhana dari agregat
- b. Agregat stabil atau tanah, yaitu tanah yang telah dipadatkan hingga memperoleh kestabilan tertentu. Kekuatannya diperkirakan 20-25 persen dari kekuatan lapis pertama.
- c. *Lean concrete*, berupa pasta semen portland dan lebih kuat daripada agregat stabil. *Lean concrete* dapat dibangun untuk sebanyak 25 – 50 persen dari kekuatan lapis permukaan.

3.3 *Value Stream Mapping (VSM)*

Value Stream Mapping (VSM) adalah perangkat dari manajemen kualitas (*quality management tools*) yang dapat menyusun keadaan saat ini dari sebuah proses dengan cara membuka kesempatan untuk melakukan perbaikan dan mengurangi pemborosan. Secara umum, *Value Stream Mapping* berasal dari prinsip *Lean*. Prinsip

dari teori *Lean* adalah mengurangi pemborosan, menurunkan persediaan (*inventory*) dan biaya operasional, memperbaiki kualitas produk, meningkatkan produktivitas dan memastikan kenyamanan saat bekerja (Fitriyah, 2009). *Value stream Mapping* dapat digunakan untuk mengukur produktivitas yang berfungsi sebagai pengendalian atau optimalisasi faktor mutu, biaya dan waktu dengan melihat aliran proses pekerjaan (Elizar, 2020). 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. 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 (Fontanini & Picchi, 2004).

Aktivitas pekerjaan yang tidak memberikan nilai tambah atau yang bersifat *non value added* menimbulkan kerugian dan pemborosan dalam segi material, biaya, dan sumber daya yang dikeluarkan. Pembuatan VSM dimulai dari pembuatan *current state* atau penggambaran keadaan bagaimana suatu tindakan dilakukan. 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 (Fitriyah, 2009).

Value Stream Mapping memungkinkan untuk melihat/menggambarkan aliran material dan informasi serta melihat *waste* yang terjadi didalamnya karena VSM merupakan jaringan peta yang dapat mendeskripsikan semua aliran pekerjaan yang terjadi pada suatu proses konstruksi baik itu informasi maupun fisik. Peta pada jaringan VSM sangatlah kompleks bila dibandingkan dengan peta yang lain karna peta ini

paling lengkap dalam memberikan informasi mengenai proses dan biasanya digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan. Dalam hal ini, VSM digunakan untuk membantu mengidentifikasi proses mana yang memberi nilai tambah pada hasil akhir produk atau jasa dan bagian mana dari proses yang merupakan pemborosan dan tidak berpengaruh apapun bila dihilangkan karena tidak memberi nilai tambah. *Value stream mapping* (VSM) sendiri dapat memiliki pengertian sebagai berikut (Fitriyah, 2009) :

1. Alat utama yang dapat digunakan untuk melakukan analisis proses teknik yang efektif untuk memvisualisasikan keseluruhan proses atau masing-masing secara terpisah. Serta mengidentifikasi berbagai jenis *non value adding activity & unnecessary* (NVAAU) yang terjadi dalam proses sehingga dapat dikurangi atau dihilangkan (Gallardo, 2006).
2. Proses pengamatan sederhana yang dilakukan secara langsung terhadap proses aliran secara fisik yang terjadi saat ini, melakukan pemetaan secara *visual* dan kemudian melakukan peningkatan kinerja pekerjaan yang lebih baik dimasa yang akan datang (Gustafsson & Marzec, 2007).
3. Sebuah model komprehensif dari suatu proses aliran yang mengungkap masalah tersembunyi yang terjadi dalam proses aliran melalui pendekatan yang dilakukan saat ini. *Value stream mapping* dapat dipahami sebagai *flow Chart* proses yang mengidentifikasi tindakan apa yang dilakukan/diambil untuk operasi berikutnya (Ballard & Howell, 1998).

Dari beberapa pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa metode VSM dapat diterapkan dalam tahap perencanaan dan tahapan pelaksanaan. Pemilihan alat-alat (*tools*) yang akan gunakan untuk membantu memetakann keseluruhan proses pekerjaan dari tahap perencanaan hingga tahap pelaksanaan harus dilakukan dengan teliti dan cermat. VSM ini dapat dijadikan metode menganalisis *value* yang terjadi pada pelaksanaan kegiatan konstruksi dan mencari solusi permasalahanya dengan memanfaatkan *tools* yang tersedia (Julfi, 2020).

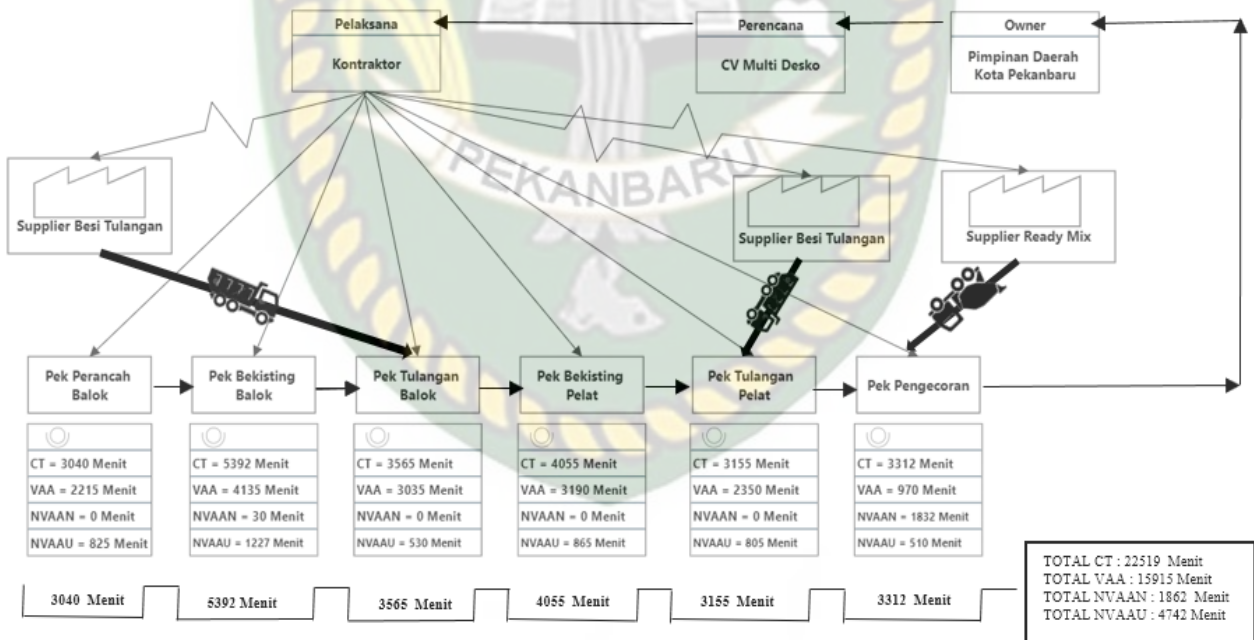
Value stream mapping selain berfungsi memberi gambaran pemetaan non *value adding activity & unnecessary* (NVAAU) dapat juga membantu melihat rangkaian proses yang saling terkait sehingga kita dapat membayangkan suatu aliran yang efektif dan efisien dimasa mendatang. VSM dapat memberikan filosofi mengenai cara melakukan peningkatan. Filosofinya dengan melakukan perbaikan dari tiap proses yang akan diperbaiki dengan mengerti keseluruhan proses secara benar. Pemetaan akan memberikan sebuah “bahasa” dan pemahaman yang sama bagi yang melihat atau membacanya. Seperti peta jalan, VSM dapat menunjukkan proses yang akan ditempuh, tetapi peta ini hanya merupakan sebuah pedoman. Peta ini tidakakan menyebutkan dengan detail apa yang akan ditemui di sepanjang perjalanan. Diperlukan pemahaman menyeluruh pada VSM untuk menciptakan proses yang sesuai konsep tersebut (Liker,2006). Proses penggambaran visual pelaksanaan pekerjaan metode *Value Stream Mapping* dapat dilakukan dengan sistem *Kanban* yang dikembangkan di industri otomotif jepang yang digunakan sebagai kontrol permintaan, kontrol perakitan dan control produksi. Agar perusahaan dapat mengendalikan kapasitas produksinya sehingga tidak mengalami kerugian (Marzuki 2019). Dalam proses pemetaan pelaksanaan kegiatan menggunakan metode VSM terdapat tiga komponen utama yang penting, yaitu (Nash dan Poling, 2008) :

1. Aliran proses produksi atau aliran material
Aliran proses atau material ini terletak diantara informasi dan *timeline*. Aliran proses digambar dari kiri ke kanan.
2. Aliran Komunikasi/ informasi
Aliran informasi pada *value stream mapping* biasanya terletak dibagian atas. Adanya aliran informasi ini, dapat melihat seluruh jenis informasi dan komunikasi baik formal maupun informal yang terjadi dalam *value stream*. Aliran informasi juga dapat melacak informasi yang sebenarnya tidak perlu dan menjadi *non-value added* komunikasi yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk itu sendiri.

3. Garis waktu/ jarak tempuh

Pada bagian bawah VSM terdapat serangkaian garis yang mengandung informasi penting dalam VSM tersebut dan bisa disebut sebagai *timelines*. Kedua garis dalam *timelines* ini digunakan sebagai dasar perbandingan dari perbaikan yang akan diimplementasikan. Garis yang pertama yang berada disebelah atas disebut sebagai *Production Lead Time (PLT)*. *Production Lead Time* adalah waktu yang dibutuhkan produk yang melewati semua proses dari bahan baku sampai ketangan pelanggan dan biasanya dalam suatu hari. Garis yang kedua berada disebelah bawah merupakan cycle time semua proses yang ada dalam aliran material dan ditulis diatas garis tepat dibawah prosesnya.

Contoh *Value Stream Mapping* yang dibuat oleh Julfi (2020) pada pekerjaan balok dan pelat lantai 2 di proyek pembangunan gedung SMK Muhamadiyah dapat dilihat pada Gambar 3.2



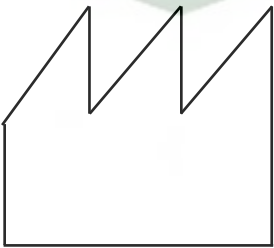
Gambar 3.2 Value Stream Mapping Pekerjaan Balok dan pelat lantai 2 (Julfi, 2020)

Gambar 3.2 menunjukkan *value stream mapping* yang terdiri dari kontraktor, perencana dan *owner*. Tahapan pekerjaan balok dan plat lantai dimulai dari *owner* yang melakukan *request* pembangunan ke perencana dan dilaksanakan oleh kontraktor. Tahapan pekerjaan dimulai dari kontraktor mengerjakan perancah, pekerjaan bekisting, kontraktor melakukan *request* material tulangan balok, mobilisasi material tulangan balok oleh *supplier*, pekerjaan tulangan, bekisting pelat, kontraktor melakukan *request* material tulangan pelat, mobilisasi material tulangan pelat oleh *supplier*, pekerjaan tulangan pelat, kontraktor melakukan *request* material beton *ready mix*, mobilisasi material beton *ready mix* oleh *supplier* dan pekerjaan pengecoran. Setelah tahapan pekerjaan selesai *owner* melakukan inspeksi hasil pekerjaan agar pekerjaan sesuai yang direncanakan.


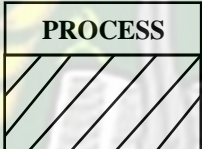
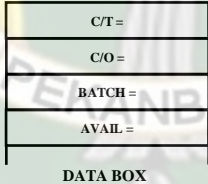

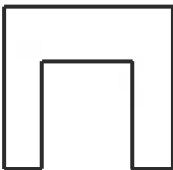
3.3.1 Simbol-simbol *value stream mapping*

Proses pemetaan menggunakan metode VSM umumnya menggunakan beberapa simbol/lambang, fungsi simbol dalam VSM untuk membantu visualisasi sehingga memudahkan proses identifikasi jenis *value* pada pekerjaan. Simbol/lambang dapat dilihat pada Tabel 3.1 (Rother & Shook, 2003)


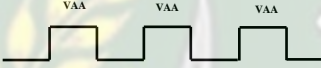


Tabel 3.1 Lambang pada peta kategori proses (Rother & Shook, 2003)

NO	NAMA	LAMBANG	FUNGSI
1	<i>Customer/ Supplier</i>		Berfungsi merepresentasikan <i>Supplier</i> bila diletakkan di kiri atas, yakni sebagai titik awal yang umum digunakan dalam penggambaran aliran material. Sementara Gambar akan merepresentasikan <i>Customer</i> bila ditempatkan di kanan

Tabel 3.1 Lambang pada peta kategori proses (lanjutan)

			atas, biasanya sebagai titik akhir aliran material.
2	<i>Dedicated Process</i>		Berfungsi menyatakan proses, operasi, mesin atau departemen yang melalui aliran material. Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diinginkan, maka lambing ini biasanya merepresentasikan satu departemen dengan aliran internal yang kontinu.
3	<i>Shared Process</i>		Berfungsi menyatakan operasi proses, <i>departemen</i> atau stasiun kerja dengan <i>family-family</i> yang saling berbagi dalam <i>value stream</i> . Perkiraan jumlah operator yang dibutuhkan dalam <i>Value Stream</i> dipetakan.
4	<i>Data Box</i>		Berfungsi menyatakan informasi/ data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati <i>system</i> .
5	<i>Operator</i>		Berfungsi merepresentasikan operator. Lambang ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan dalam proses.
6	<i>Work Cell</i>		Berfungsi mengindikasikan banyak proses yang terintegrasi dalam sel-sel kerja manufaktur, seperti sel-sel yang biasa memproses <i>family</i> terbatas dari produk yang sama atau produk tunggal. Produk berpindah dari satu langkah proses ke langkah

Tabel 3.1 Lambang pada peta kategori proses (lanjutan)

			proses lain dalam berbagai <i>batch</i> yang kecil atau bagian-bagian tunggal.
7	<i>Inventory</i>		Berfungsi menunjukkan keberadaan suatu <i>inventory</i> diantara dua proses. Jika terdapat lebih dari satu akumulasi <i>inventory</i> , gunakan satu lambang untuk masing masing <i>inventory</i> .
8	<i>Timeline</i>		Berfungsi menunjukkan waktu <i>processing time</i> dan <i>production lead time</i>
9	<i>Shipment</i>		Berfungsi menunjukkan pergerakan material dari <i>supplier</i> ke <i>customer</i>
10	<i>Request</i>		Berfungsi menunjukkan request pengadaan material dari <i>customer</i> ke <i>supplier</i>

Dari Tabel 3.1 menunjukkan symbol VSM dengan fungsi yang berbeda yang digunakan pada kategori proses pada *value stream mapping* yaitu: *customer /supplier, dedicated process, shared process, data box, operator, work cell, inventory*.

3.3.2 Konsep Aliran

Waktu merupakan salah satu komponen dalam suatu proses produksi dalam pandangan aliran/ *flow concept*. Dalam pandangan aliran/ *flow concept* proses produksi merupakan serangkaian urutan aktifitas dimana sebagian diantaranya menambah nilai dan yang lainnya tidak menambah nilai. Menurut Koskela (1992) konsep dasar dari pandangan aliran yaitu :

1. Mengurangi variabilitas yang ada (*reduce variability*)

Variabilitas yang terjadi pada rantai aktifitas dari suatu pekerjaan akan meningkatkan volume aktifitas yang tidak menambah nilai (*non value-adding activities*) yang pada akhirnya akan meningkatkan waktu siklus. Variabilitas dibagi menjadi 2 yaitu *process stime variability* dan *flow variability*. *Process time variability* adalah waktu yang diperlukan untuk memproses satu tugas dalam satu stasiun kerja. *Process time variability* ini mengandung *variability* secara alami yang dikarenakan perbedaan operator, mesin, dan material. Sedangkan *flow variability* berarti keanekaragaman satu jenis pekerjaan ke stasiun kerja (Koskela, 1992).

2. Mengurangi aktifitas yang tidak menambah nilai (*reduce non value-adding activites*)

Suatu proses produksi terdiri dari berbagai macam aktifitas, pada kenyataannya aktifitas yang tidak memiliki nilai tambah sangat mendominasi sebagian besar proses sedangkan kegiatan-kegiatan yang memiliki nilai tambah hanya menguasai 0,5%-5% dari total *cycle time*. Mengurangi ataupun menghilangkan aktifitas yang tidak menambah nilai tidak dapat dilakukan terhadap semua proses aktifitas yang tidak termasuk dalam aktifitas dalam aktifitas yang menambah nilai. Hal ini perlu diperhatikan karena ada aktifitas yang termasuk dalam aktifitas yang tidak menambah nilai (*non value-adding activities*) tetapi aktifitas itu perlu untuk dilakukan seperti perencanaan, inspeksi terhadap hasil kerja, pengendalian mutu dan pencegahan kecelakaan, hal ini memang tidak menambah nilai tetapi perlu dilakukan untuk menjaga kualitas maupun keselamatan dalam bekerja. Sedangkan aktifitasnya seperti *rework*, *waiting time*, dan pergerakan yang tidak produktif adalah jenis aktifitas yang perlu dihilangkan atau dieliminasi dalam salah satu aliran (Koskela, 1992).

3. Meminimalisasi jumlah langkah dan bagian-bagian pekerjaan (*Simplify by minimizing the number of steps and parts*)

Proses produksi yang sangat kompleks akan meningkatkan biaya yang harus dikeluarkan. Kekurangan mendasar dari kompleksitas adalah kurang bisa diandalkan dalam hal pelaksanaannya jika dibandingkan dengan system yang sederhana. Penyederhanaan dapat dilakukan dengan pengurangan jumlah komponen dalam sebuah produk ataupun mengurangi jumlah langkah dalam bahan atau informasi aliran yang ada. Penyederhanaan dapat direalisasikan, di satu sisi, dengan menghilangkan atau mengurangi aktifitas yang termasuk dalam aktifitas yang tidak menambah nilai (*non value-adding activities*) dari proses produksi, dan di sisi lain, penyusunan kembali bagian atau langkah yang dapat memberi nilai tambah bagi produk yang dihasilkan. ada beberapa pendekatan praktis yang dapat dilakukan (Koskela, 1992) :

- a. Memperpendek aliran dengan melakukan penggabungan aktifitas pekerjaan yang memungkinkan untuk digabung.
 - b. Meminimalkan jumlah informasi control yang diperlukan.
 - c. Mengurangi variasi dalam suatu produk melalui perubahan desain ataupun adanya bagian dari produk yang bias dibuat *prefabricated*.
 - d. Melakukan standarisasi terhadap bagian, peralatan, bahan, dan lain-lain.
4. Melakukan kompresi terhadap waktu siklus (*cycle time compression*)

Waktu adalah metrik alami untuk proses aliran waktu merupakan *universal* dari kualitas dan biaya karena dapat digunakan untuk mendorong perbaikan pada kualitas maupun biaya. Ciri dari suatu aliran produksi adalah adanya waktu siklus.

Selanjutnya, salah satu cara mengurangi *cycle time* adalah dengan mengurangi *non value adding activity & unnecessary* (NVAAU). Dengan mengurangi *cycle time* akan memaksa waktu dari kegiatan-kegiatan seperti inspeksi, istirahat, menunggu dan bergerak menjadi berkurang (Koskela, 1992).

3.3 Tipe Nilai (*Value*)

Menurut Koskela (1992), Proses konstruksi dalam setiap aktifitas yang terjadi memiliki tipe nilai yang dapat diklasifikasikan dalam 3 kategori sesuai dengan nilai (*value*) dari aktifitas tersebut yaitu: *value adding activity* (VAA), *non value adding activity but necessary* (NVAAN) dan yang terakhir adalah *non value adding activity & unnecessary* (NVAAU). Berikut ini adalah penjelasan dari ketiga kategori aktifitas tersebut :

1. *Value Adding Activity* (VAA)

Aktifitas yang masuk dalam kategori VAA adalah aktifitas-aktifitas yang menambah nilai (*value*) bagi produk yang akan dihasilkan. Beberapa *definisi value adding activity* (VAA), adalah sebagai berikut :

- a. Aktifitas apapun yang menyebabkan kategori suatu produk menjadi produk yang lebih lengkap atau aktifitas yang memberi suatu nilai tambah bagi suatu pekerjaan (Choi et al, 2008).
- b. Kegiatan mengubah bahan dan / atau informasi menjadi produk yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan/diinginkan oleh pelanggan (owner) (Koskela,1992).

2. *Non Value Adding Activity but Necessery* (NVAAN)

Aktifitas yang masuk dalam kategori NVAAN adalah aktifitas yang tidak termasuk menambah nilai (*value*) bagi produk yang akan dihasilkan tetapi aktifitas ini menjaga agar nilai dari produk yang akan dihasilkan sesuai dengan nilai (*value*) dari owner. NVAAN memiliki beberapa definisi sebagai berikut:

- a. Aktifitas yang penting untuk dilakukn tetapi tidak memberi suatu nilai tambah atau aktifitas tidak menyebabkan produk menjadi produk yang lebih lengkap tetapi penting untuk dilakukan (Koskela, 1992)
- b. Suatu elemen pekerjaan yang tidak secara langsung menambah output tetapi umumnya diperlukan dan kadang-kadang penting untuk tetap dilakukan. Ini termasuk pemeriksaan kualitas dan jumlah material yang baru tiba ke proyek,

menerima instruksi, membaca Gambar. Membersihkan tempat kerja, kerja tambahan dan sebagainya (Koskela, 1992)

3. *Non Value Adding Activity & Unnecessery* (NVAAU)

Aktifitas yang masuk dalam kategori ini adalah aktifitas-aktifitas yang tidak menambah nilai (*value*) bagi produk yang akan dihasilkan maupun bagi owner. Aktifitas NVAAU akan sangat merugikan dari segi waktu. Berikut ini adalah beberapa definisi dari *non value adding activity & unnecessary* (NVAAU):

- a. Sebuah aktifitas yang tidak menyebabkan produk mencapai keadaan yang lebih lengkap / lebih baik (koskela, 1992)
- b. Kegiatan yang tidak menambah nilai dan membutuhkan waktu dan sumber daya (Kosekla, 1992).
- c. Aktifitas yang tidak perlu untuk dilakukan seperti menunggu atau melakukan aktifitas yang tidak berhubungan dengan operasi yang dilakukan atau yang sama sekali tidak diperlukan untuk menyelesaikan operasi, dan ini bisa dihilangkan dari aliran produksi tanpa mengurangi nilai dari pekerjaan. Ini termasuk berjalan dengan tangan kosong, pekerjaan yang dilakukukan dengan menggunakan alat yang salah atau prosedur yang salah, perbaikan kesalahan dan sebagainya (Koskela 1992).

3.5 Alat-alat Identifikasi NVAAU

Tools digunakan untuk melihat *non value adding acitivity & unnecessary* (NVAAU) yang terdapat pada serangkaian proses konstruksi tersebut dan mencari penyebabnya serta melakukan tindakan-tindakan perbaikan yang dapat dilakukan untuk memperlancar proses yang ada maka diperlukan adanya proses peningkatan terhadap visualisasi dari serangkaian proses konstruksi tersebut. Penelitian ini akan menggunakan diagram alir dan *flow process chart* sebagai alat bantu visualisasi. Untuk penjelasannya adalah sebagai berikut (Koskela 1992) :

1. *Flow Process Chart*

Pemakaian *flow process chart* pada suatu pelaksanaan operasi konstruksi memberikan tujuan yang sama seperti ketika kita melakukan *flow chart* pada suatu program computer. *Flow process chart* akan mencatat setiap langkah dan aliran kerja yang akan dilewati dari operasi konstruksi yang akan diamati. Pemakaian *flow process chart* dalam melakukan VSM adalah suatu metode yang lebih efektif dan merupakan teknik untuk memudahkan mengidentifikasi nilai (*value*) dari setiap aktifitas yang ada pada suatu proses konstruksi yang diamati. Dengan *flow process chart* semua yang dilihat dapat mengetahui aliran kerja dan nilai (*value*) dari setiap aktivitas secara cepat. *Flow process chart* membantu kita untuk dapat mengidentifikasi *activity type*, *working time*, dan *value type of each activity* (VAA, NVAAN, & NVAAU). Pada *flow process chart*, dalam menentukan *activity type* memakai bantuan simbol-simbol tertentu. Dalam penelitian ini dipakai 5 simbol-simbol, dimana simbol-simbol ini dapat secara efektif menggambarkan aliran proses dan memungkinkan untuk cepat menentukan mana masalah yang terjadi dalam aliran. Simbol dapat dilihat pada Tabel Tabel 3.3 (Koskela 1992).

Tabel 3.2 Simbol-Simbol Tipe Aktifitas (Koskela, 1992)

NO	TIPE AKTIFITAS	SIMBOL
1	<i>OPERATION</i>	O
2	<i>TRANSPORTATION</i>	→
3	<i>INSPECTION</i>	□
4	<i>DELAY</i>	D
5	<i>STORAGE</i>	▽

Tabel 3.2 menunjukkan simbol-simbol tipe aktivitas yang terdiri dari 5 aktifitas yaitu *operation, transportation, inspection, delay dan storage*. Simbol ini berfungsi untuk membedakan tipe aktivitas yang terjadi pada proses pelaksanaan pekerjaan (Koskela 1992).

2. Diagram Aliran (*flow diagram*)

Diagram Aliran (*flow diagram*) adalah teknik yang sering digunakan untuk melakukan pencatatan terhadap berbagai pergerakan ataupun aktifitas yang terjadi dari pekerja atau mesin yang terjadi pada suatu lokasi proyek dengan memakai simbol-simbol standart (Heap, 1987). Sebuah diagram aliran akan menjadi pelengkap *flow process chart*. *Flow diagram* ini digunakan untuk dapat mempelajari setiap langkah/ aktifitas dengan mengGambar layout lokasi dimana proses tersebut terjadi. (Lee, 1999).

3.6 Penyebab NVAAU

Penyebab non *value adding activity & unnecessary* (NVAAU) yang terjadi pada proyek konstruksi terdapat beberapa kategori. Berikut ini adalah beberapa kategori penyebab *non value adding activity & unnecessary* (Alwi, 2002) :

1. Manajerial

Perananan manajerial dalam konstruksi adalah memberikan pelayanan yang disediakan untuk mengkoordinasikan dan mengkomunikasikan seluruh proses konstruksi dengan sangat baik. Penyebab *non value adding activity & unnecessary* (NVAAU) dari segi manajerial adalah sebagai berikut (Alwi, 2002) :

a. Revisi Gambar kerja dan distribusinya sering terlambat.

Perlu diperhatikan untuk setiap pelaksanaan pekerjaan konstruksi dilapangan untuk selalu memelihara *shop drawing* yang baik dan selalu dipastikan yang disimpan didalamnya adalah gambar-gambar yang merupakan revisi terakhir, sehingga tidak menimbulkan terjadinya masalah kesalahan pendistribusian gambar.

- b. Buruknya komunikasi dokumen proyek antara gambar arsitek, struktur dan MEP. Terdapat beberapa macam gambar konstruksi sesuai dengan fungsinya masing-masing dalam proyek konstruksi, yaitu gambar arsitek, gambar struktur (sipildan baja), dan gambar MEP (mechanical, electrical, plumbing). ketiga jenis gambar tersebut harus dikoordinasikan dalam sebuah dokumen agar tidak terjadi kesalahan saat pembacaan gambar dilapangan.
- c. Kurangnya kontrol oleh kontraktor terhadap pelaksanaan pekerjaan dilapangan. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, pihak kontraktor harus menugaskan seorang yang ditunjuk sebagai mandor untuk melakukan pengawasan pada setiap pekerjaan agar tidak terjadi kesalahan dilapangan.
- d. Penataan *site layout* proyek yang buruk.
Penataan *site layout* proyek merupakan hal yang penting dalam pelaksanaan proyek konstruksi. hal tersebut penting dilaksanakan untuk mempermudah pekerja proyek dalam melaksanakan pekerjaan.
- e. Jadwal yang terlalu padat/ kurangnya waktu yang mengakibatkan pengerjaan yang terburu-buru.
Pada setiap pelaksanaan konstruksi manajemen dan pengendalian waktu wajib disusun sebelum pekerjaan dilaksanakan agar tidak terjadi keterlambatan.
- f. Ketidaktepatan metode konstruksi yang dipergunakan
Metode konstruksi yang dipakai pada setiap pekerjaan konstruksi memiliki perbedaan dalam setiap proyek. Sehingga terdapat banyak faktor yang menyebabkan perbedaan metode antara suatu pekerjaan dan pekerjaan lainnya, tergantung kondisi dan situasi proyek tersebut. maka dari itu harus dilakukan pemilihan metode yang tepat agar tidak terjadiketerlambatan pada suatu prose pekerjaan.
- g. Buruknya penjadwalan kedatangan material dari proyek.
Dalam hal penyediaan bahan material, pihak kontraktor juga harus mengontrol, melaksanakan penjadwalan mulai dari tahap pemesanan material sampai pengantaran material ke lokasi proyek pekerjaan. hal ini dilakukan agar tidak

terjadinya *waste* dalam pekerjaan seperti, pekerja menunggu material dan tidak dapat melaksanakan pekerjaan

2. Sumber daya

Sumber daya pada proyek konstruksi adalah suatu kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan konstruksi. sumber daya tersebut memerlukan system manajemen yang baik agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Penyebab *non value adding activity & unnecessary* (NVAAU) dari segi sumber daya adalah sebagai berikut (Alwi, 2002) :

- a. Skill dan pengetahuan pekerja rendah.
Sebelum melaksanakan suatu kegiatan konstruksi, pihak kontraktor harus lebih teliti memilih pekerja yang akan direkrut sesuai dengan kemampuan dan pengalamannya.
- b. Distribusi pekerja buruk.
Selain skill dan pengetahuan yang baik, distribusi pekerja juga harus diperhatikan agar selalu berjalan dengan baik.
- c. Skill subkontraktor rendah.
Tidak hanya skill pekerja yang harus di perhatikan, dalam melaksanakan suatu kegiatan konstruksi skill sub kontraktor juga harus tinggi sesuai dengan pengalamannya.
- d. Jumlah kerja lembur yang terlalu banyak.
Ketepatan waktu pengerjaan merupakan hal yang harus di perhatikan. Namun memaksakan pekerja dengan terlalu banyak jam kerja lembur akan menyebabkan terjadinya *waste* aktifitas di lapangan.
- e. Pertimbangan/ pengambilan keputusan yang salah di lapangan.
Keputusan tepat yang diambil oleh pihak kontraktor dan konsultan dilapangan dapat mengurangi terjadinya waste aktifitas dilapangan.
- f. Kurangnya personil lapangan dari kontraktor
Pihak kontraktor harus melengkapi seluruh personil dilapangan, mulai dari pengawas, logistik dll.

3. Desain

Dalam perencanaan, penting untuk mengenali hubungan erat antara desain dan konstruksi. Secara umum desain adalah proses menciptakan Gambaran fasilitas baru, biasanya diwakili oleh rencana rinci dan spesifikasi. dalam sebuah system terintegrasi, desain merupakan suatu hal yang penting dalam kelancaran sebuah konstruksi. Penyebab *non value adding activity & unnecessary* (NVAAU) dari segi desain adalah sebagai berikut (Alwi, 2002) :

- a. Perubahan desain pada pekerjaan yang telah dikerjakan.
 - b. Desain yang kurang memperhatikan mengenai kemudahan pengerjaan dilapangan.
 - c. Spesifikasi dan Gambar detail yang kurang jelas.
 - d. Kurangnya pengetahuan mengenai karakter bahan.
- #### 4. Material dan Peralatan

Dalam pelaksanaan konstruksi, banyak kontraktor yang tidak memperhitungkan penggunaan material secara optimal dan efisien sehingga sering menimbulkan terjadinya sisa material yang jumlahnya dapat mempengaruhi rencana anggaran material. Penyebab *non value adding activity & unnecessary* (NVAAU) dari segi material dan peralatan adalah sebagai berikut (Alwi, 2002) :

- a. Material terlambat sampai keproyek
 - b. Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
 - c. Penyimpanan dan penanganan material yang jelek.
 - d. Peralatan yang kurang memadai.
- #### 5. Eksternal

Penyebab *non value adding activity & unnecessary* (NVAAU) dari segi eksternal adalah sebagai berikut (Alwi, 2002) :

1. Kondisi Cuaca.
2. Kondisi lingkungan di sekitar proyek.
3. Kerusakan yang disebabkan pihak lain dalam proyek

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Studi kasus pada penelitian ini adalah pada proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Bangkinang. Proyek ini termasuk kedalam jaringan jalan Tol Trans Sumatra terletak di wilayah Kabupaten Kampar, Provinsi Riau yang menghubungkan Kota Pekanbaru dengan Bangkinang. Objek Penelitian ini berfokus pada pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku menggunakan dua metode yaitu, konvensional dan *slipform concrete paver*. Pengamatan dilapangan bertujuan untuk mengambil data aliran proses pekerjaan, hambatan pekerjaan dan data *cycle time* yang digunakan untuk pengendalian waktu menggunakan pendekatan *Value Stream Mapping* (VSM) dengan mengidentifikasi *Value Adding Activity* (VAA), *Non Value Adding Activity but Necessary* (NVAAN) dan *Non Value Adding Activity Uncenssary* (NVAAU).

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang sejauh 40 KM terletak di Kec. Tambang, Kec. Kampar Timur, Kec. Rumbio Jaya, Kec. Kampar Utara dan Kec. Bangkinang Kab. Kampar, Provinsi Riau. Untuk lebih detail lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Denah Lokasi Penelitian

4.3 Pengumpulan Data

Untuk dapat mencapai tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi aliran proses, waktu siklus dan hambatan pekerjaan perkerasan kaku metode konvensional dan *slipform concrete paver* dengan pendekatan VSM, maka perlu dilakukan sebuah pengumpulan data pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Data Primer

Melakukan pengamatan langsung dilapangan untuk mendapatkan data berupa aliran proses, waktu siklus (*cycle time*) dan hambatan pekerjaan yang didapat dari penyebab NVAAU dengan terlebih dahulu membagi proses pekerjaan menjadi elemen-elemen kerja yang detail dengan syarat masih bisa diukur dan diamati. Alat bantu yang digunakan adalah *Stopwatch Time* dan *Work Sampling* yaitu lembar kerja yang digunakan untuk mencatat waktu pekerjaan dan penyebab NVAAU. Contoh *Work Sampling* dapat dilihat pada lampiran A64 dan A65

2. Data Sekunder

Melakukan pengumpulan data instansi terkait berupa *shop drawing* yang digunakan untuk mengetahui dimensi pekerjaan, sedangkan data analisa harga satuan digunakan untuk mengetahui biaya dan volume pekerjaan.

4.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Adapun tahapan-tahapan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Tahapan awal meliputi pengurusan surat-surat administrasi perizinan untuk melaksanakan penelitian, merumuskan permasalahan penelitian, tujuan dilakukan penelitian, dan metode penelitian.

2. Tahap Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang digunakan dalam penelitian, teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu mengumpulkan data primer dengan turun langsung ke lokasi pekerjaan untuk melakukan pengamatan pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku dengan mencatat aliran proses, *cycle time*, dan penyebab NVAAU. Data sekunder didapat dari PT Utama Karya Infrastruktur proyek jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

3. Tahap Analisa

Tahapan analisa meliputi identifikasi hambatan pekerjaan yang didapat dari faktor penyebab NVAAU, membuat aliran proses pekerjaan menggunakan VSM dan perhitungan waktu pekerjaan pada pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku.

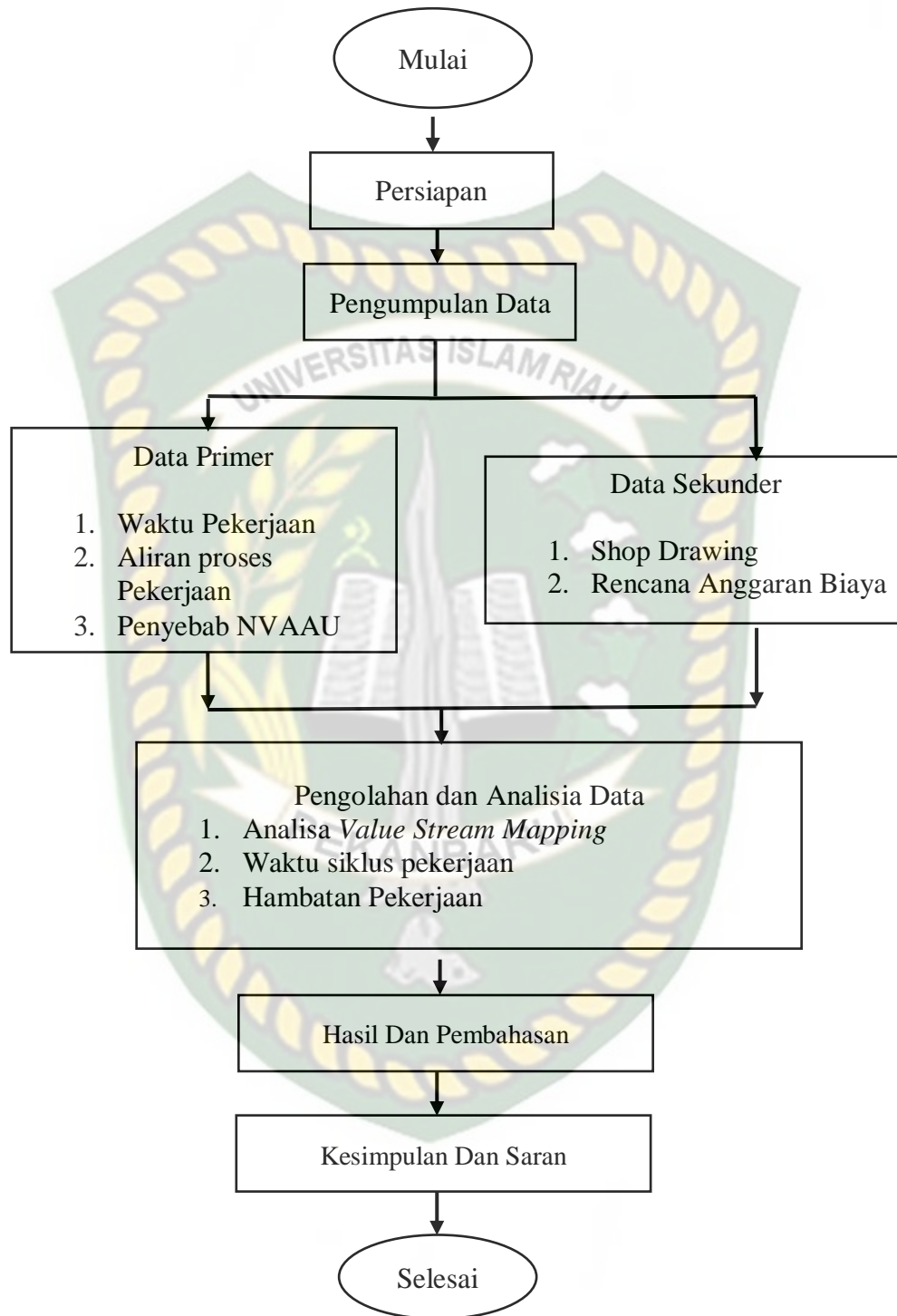
4. Hasil dan Pembahasan

Tahapan yang dilakukan adalah melakukan pembahasan dari hasil pengamatan langsung tentang hambatan pekerjaan, aliran proses dan waktu pekerjaan dengan penerapan metode *value stream mapping* (VSM).

5. Kesimpulan dan Saran

Tahapan yang dilakukan adalah memberikan kesimpulan dan saran atas hasil yang diperoleh dari penelitian ini. Sehingga dapat memberikan saran kepada pembaca tentang memaksimalkan pelaksanaan pekerjaan dengan menerapkan *value stream mapping* (VSM).

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Bagan alir penelitian.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Proyek jalan tol Pekanbaru-Bangkinang merupakan proyek pembangunan sejauh 40 Km dan menggunakan jenis lapisan perkerasan kaku sebagai konstruksi utama. Pekerjaan perkerasan kaku menggunakan dua metode yaitu, metode konvensional dan *slipform concrete paver*. Metode konvensional digunakan pada pekerjaan yang lebarnya kurang dari 2 meter dengan menggunakan alat *screed paver*. metode *slipform concrete paver* digunakan pada pekerjaan yang lebarnya 5 meter dengan menggunakan alat berat Wirtgen. Penelitian ini membahas tentang waktu siklus, hambatan dan aliran proses pekerjaan dalam bentuk *value stream mapping* (VSM) dengan meninjau *value adding activity* (VAA), *non value adding activity but necessary* (NVAAN) dan *non value adding activity unnecessary* (NVAANU). Analisa harga satuan merupakan data sekunder untuk mengetahui volume dan biaya pekerjaan yang dijadikan sumber acuan untuk melakukan penelitian. Berdasarkan data sekunder didapatkan total volume pekerjaan perkerasan kaku sebesar 290.530.32 m³ dengan biaya total Rp 627.606.502.567.20.

5.2 Hasil Identifikasi Proses Pelaksanaan Perkerasan Kaku

Berdasarkan hasil pengamatan langsung dilapangan maka dapat diidentifikasi beberapa item pekerjaan pada pelaksanaan perkerasan kaku metode Konvensional dan *Slipform Concrete Paver*. Sebelum dilakukan pekerjaan perkerasan kaku area harus dilapisi oleh *subgrade*, base dan *lean concrete* agar kualitas beton tetap terjaga dan proses *rigid* lebih mudah. Tahap awal pekerjaan perkerasan kaku dilakukan dengan metode *slipform concrete paver* dan tahapan akhir menggunakan metode konvensional. *Mobilisasi* material beton harus diperhatikan dalam pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku, karna kualitas beton sangat mempengaruhi kualitas konstruksi. Metode

konvensional menggunakan *truck mixer* untuk mobilisasi material beton, sedangkan metode *slipform concrete paver* menggunakan *dumptruck*. Material beton yang digunakan pada konstruksi perkerasan kaku pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang yaitu beton fs 45 dengan ketebalan 30 cm. alat berat yang digunakan untuk membantu proses perkerasan kaku metode *slipform concrete paver* adalah wirtgen sedangkan untuk metode konvensional menggunakan *screed paver*. untuk lebih detail dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Alat Perkerasan Kaku (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.1 dapat dilihat alat yang digunakan pada pelaksanaan perkerasan kaku, alat Wirtgen digunakan pada metode *slipform concrete paver* sedangkan *screed paver* digunakan pada metode konvensional.

5.2.1 Pekerjaan Perkerasan Kaku Metode Konvensional

Merupakan metode pelaksanaan perkerasan kaku yang menggunakan bantuan alat *screed paver* sebagai pemadat dan *truck mixer* sebagai alat bantu *mobilisasi* pengangkutan material beton. Tahapan dalam pelaksanaan metode ini adalah :

1. Pekerjaan bekisting

Pekerjaan bekisting dilakukan pada tahap awal pelaksanaan konstruksi perkerasan kaku dengan metode konvensional. Pada tahapan pekerjaan bekisting terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan penurunan bekisting dari mobil, pekerjaan pemasangan bekisting, pekerjaan pengukuran tinggi bekisting dan istirahat. Tahapan pekerjaan bekisting dimulai dengan penurunan alat bekisting dari mobil ditempat yang akan dilakukan pengecoran, selanjutnya dilakukan pemasangan bekisting dan dudukan agar proses pengecoran dapat dilakukan dengan mudah. Proses pembongkaran bekisting dilakukan setelah beton padat, pengukuran tinggi bekisting dilakukan untuk *quality control* pekerjaan agar dalam proses pengecoran tidak terdapat perbedaan ketebalan yang menyebabkan kegagalan konstruksi. Kegiatan pekerjaan bekisting seperti Gambar 5.2



Gambar 5.2 Pekerjaan Bekisting (Dokumentasi,2021)

Gambar 5.2 dapat dilihat proses tahapan pelaksanaan pekerjaan pemasangan bekisting sebelum dilakukan pengecoran menggunakan metode konvensional pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

2. Pekerjaan pemasangan plastik

Pekerjaan pemasangan plastik alas dilakukan setelah melakukan tahapan pekerjaan bekisting. Pada tahapan pemasangan plastik terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan penghamparan plastik dan meletakan plastik. Tahapan pemasangan plastik alas dimulai dengan melakukan penghamparan plastik alas dengan menarik gulungan plastik sesuai panjang yang akan dilakukan pengecoran. Selanjutnya plastik yang sudah dihamparkan dibentangkan sesuai lebar pengecoran. Fungsi plastik alas untuk menjaga kualitas mutu beton. Kegiatan pekerjaan pemasangan plastik seperti Gambar 5.3



Gambar 5.3 Pekerjaan Pemasangan Plastik (Dokumentasi,2021)

Gambar 5.3 dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan pemasangan plastik sebelum dilakukan pengecoran menggunakan metode konvensional pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

3. Pekerjaan dowel

Pekerjaan dowel dilakukan setelah melakukan tahapan pemasangan plastik. Pada tahapan pekerjaan dowel terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan penurunan dudukan dan kayu *crack*, pekerjaan pemasangan dowel pada dudukan dan waktu istirahat. Tahapan pekerjaan dowel dimulai dengan penurunan dudukan dowel dan kayu

crack dari mobil ketempat yang akan dilakukan pengecoran. Selanjutnya kayu *crack* diletakan dibawah dudukan dowel dan lakukan pemasangan dowel pada dudukan. Kayu *crack* dan dudukan dowel diletakan persegmen dengan jarak 5 meter. Kegiatan pekerjaan dowel seperti Gambar 5.4



Gambar 5.4 Pekerjaan Dowel (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.4 dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan pemasangan dowel pada dudukan sebelum dilakukan pengecoran menggunakan metode konvensional pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

4. *Mobilisasi* material

Mobilisasi material dilakukan untuk mengantarkan material beton dari *batching plan* menuju tempat pelaksanaan pekerjaan. Pada tahapan mobilisasi terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, waktu *truck mixer* masuk, waktu *loading truck mixer*, waktu *cek slump* dan waktu *truck mixer* keluar. Tahapan *mobilisasi* material dimulai dengan mobil truck mixer masuk ke lokasi pekerjaan dan mengambil posisi untuk *loading*. Proses *loading* material berfungsi untuk menjaga kualitas mutu beton. Setelah dilakukan *loading* dan penuangan material, dilakukan cek slump dan truck mixer keluar dari lokasi pekerjaan untuk dilakukan pergantian *loading truck mixer* lainnya. Kegiatan pekerjaan *mobilisasi* material seperti Gambar 5.5



Gambar 5.5 Mobilisasi Material (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.5 dapat dilihat salah satu proses pelaksanaan pekerjaan *mobilisasi* material yaitu *loading* material oleh *truck mixer* sebelum dilakukan penuangan material pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

5. Pekerjaan *pouring* beton

Pekerjaan *pouring* beton dilakukan setelah melakukan tahapan pekerjaan *dowel*. Pada tahapan *pouring* beton terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan persiapan, pekerjaan *pouring* beton, waktu geser pekerjaan dan pekerjaan menutup selang *truck mixer*. Tahapan *pouring* beton dimulai dengan membuka selang sebagai alat untuk menurunkan material beton dari *truck mixer*. Selanjutnya dilakukan pekerjaan *pouring* material beton dengan menggeserkan selang *truck mixer* agar material merata, setelah material beton pada *truck mixer* habis dilakukan penutupan selang. 1 *truck mixer* mengangkut 7 m³ material beton. Kegiatan pekerjaan *pouring* beton seperti Gambar 5.6



Gambar 5.6 Pekerjaan *Pouring* Beton (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.6 dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan *Pouring* beton oleh 2 orang pekerja dengan cara menggeser selang yang ada pada truck mixer sebelum dilakukan pengecoran menggunakan metode konvensional pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

6. Pekerjaan *spreading* beton

Pekerjaan *spreading* beton dilakukan setelah melakukan tahapan *pouring* beton. Pada tahapan *spreading* beton terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan meratakan material beton dan waktu pindah pekerja. Tahapan pekerjaan *spreading* beton dimulai dengan menyebarkan dan meratakan material yang di turunkan dari *truck mixer* agar memudahkan tahapan proses pelaksanaan pengecoran. Kegiatan pekerjaan *spreading* beton seperti Gambar 5.7



Gambar 5.7 Pekerjaan *Spreading* Beton (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.7 dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan *Spreading* Beton oleh 3 orang pekerja menggunakan alat cangkul sebelum dilakukan pengecoran menggunakan metode konvensional pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

7. Pekerjaan *vibrating* beton

Pekerjaan *vibrating* beton dilakukan setelah melakukan tahapan *spreading* beton. Pada tahapan *vibrating* beton terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan *vibrating* beton dan waktu

pindah pekerja. Tahapan pekerjaan *vibrating* beton dimulai dengan menggetarkan material yang sudah di *spreading* untuk menjaga kualitas mutu beton dan mengeluarkann kandungan udara yang terjebak dalam campuran beton. Kegiatan pekerjaan *vibrating* beton seperti Gambar 5.8



Gambar 5.8 Pekerjaan *Vibrating* Beton (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.8 dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan menggetarkan Beton oleh 1 orang pekerja menggunakan alat *vibrator* sebelum dilakukan pengecoran menggunakan metode konvensional pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

8. Pekerjaan pemadatan beton

Pekerjaan pemadatan beton dilakukan setelah melakukan tahapan *vibrating* beton. Pada tahapan pemadatan beton terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu waktu pemadatan *screed paver* dan pekerjaan *surface treatment* permukaan yang masih berlubang. Tahapan pekerjaan dimulai dengan menggerakkan alat *screed paver* kedepan agar beton padat dan dilakukan pekerjaan *surface treatment* untuk menutupi permukaan yang masih berlubang setelah dilakukan pemadatan. Kegiatan pekerjaan pemadatan seperti Gambar 5.9



Gambar 5.9 Pekerjaan Pemadatan Beton (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.9 dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan pemadatan beton menggunakan alat *screed paver* metode konvensional pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

9. Pekerjaan *finshing*

Pekerjaan *finshing* dilakukan setelah melakukan tahapan pemadatan beton. Pada tahapan *finshing* terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan penghalusan dan waktu pindah kerja. Tahapan pekerjaan *finishing* dimulai dengan melakukan penghalusan pada daerah yang telah dilakukan pemadatan menggunakan *screed paver* agar permukaan lebih rata. Kegiatan pekerjaan *finishing* seperti Gambar 5.10



Gambar 5.10 Pekerjaan *Finishing* Penghalusan (Dokumentasi, 2021)

Dari Gambar 5.10 dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan *finishing* penghalusan permukaan yang dilakukan oleh 2 orang pekerja menggunakan metode konvensional pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

10. Pekerjaan *quality control*

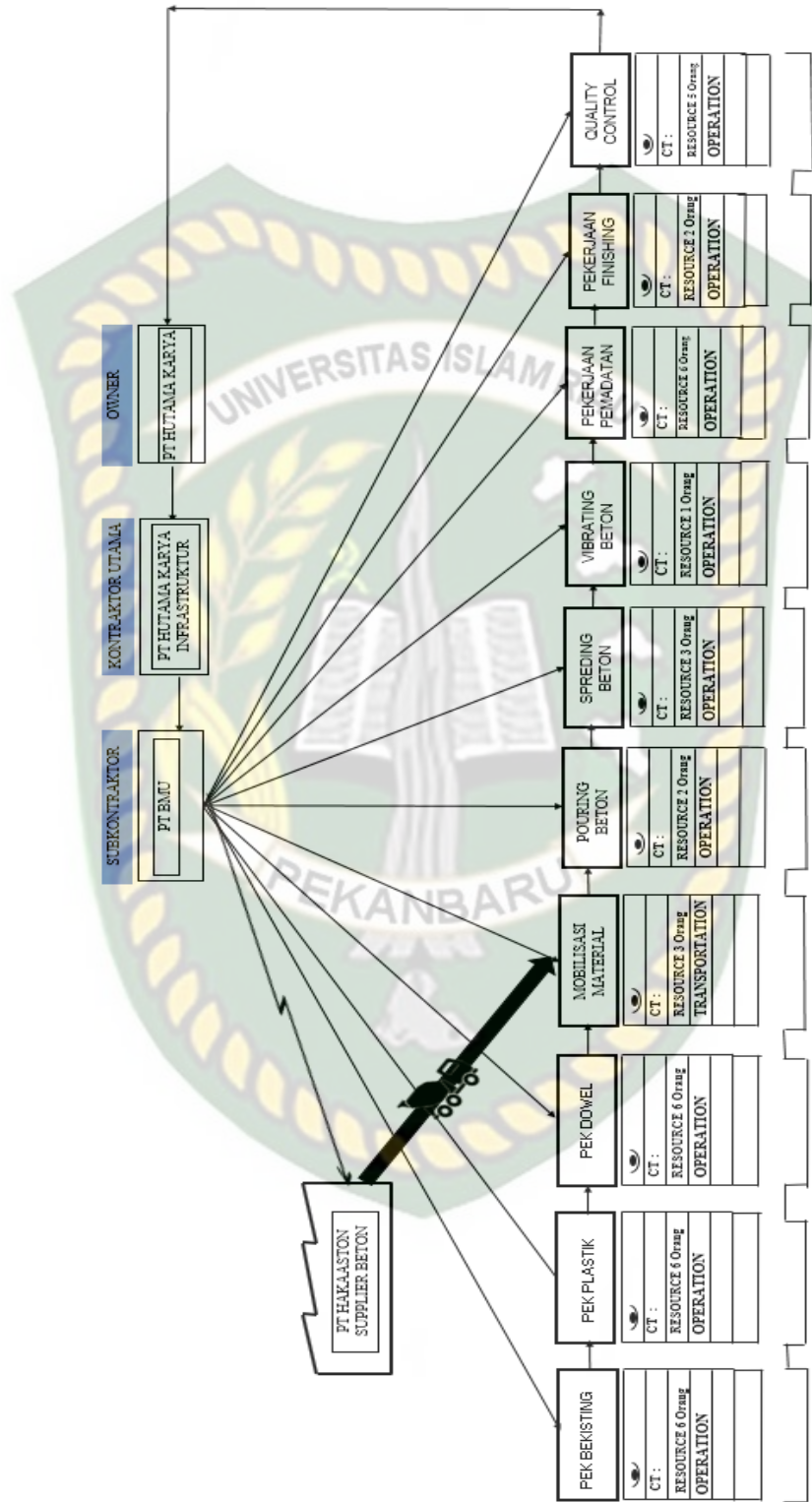
Pekerjaan *quality control* dilakukan setelah melakukan tahapan *finishing* penghalusan . Pada tahapan *quality control* terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan *grooving* dan pekerjaan semprot *couring compound*. Tahapan pekerjaan *quality control* dimulai dengan melakukan *grooving* setelah beton keras. *Grooving* berfungsi untuk memberi texture terhadap permukaan agar tidak licin saat dilalui di atasnya. Selanjutnya dilakukan semprot *couring compound* untuk menjaga kualitas mutu beton. Kegiatan pekerjaan *quality control* seperti Gambar 5.11



Gambar 5.11 Pekerjaan *Quality Control* (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.11 dapat dilihat salah satu proses pelaksanaan pekerjaan *quality control* yaitu *grooving* oleh 2 orang pekerja menggunakan metode konvensional pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

Berdasarkan identifikasi pengamatan langsung dilapangan pada pekerjaan perkerasan kaku metode konvensional didapatkan beberapa item pekerjaan yaitu, pekerjaan bekisting, pekerjaan pemasangan plastik, pekerjaan dowel, pekerjaan *mobilisasi* material, pekerjaan *pouring* beton, pekerjaan *spreading* beton, pekerjaan *vibrating* beton, pekerjaan pemadatan, pekerjaan *finishing* dan pekerjaan *quality control*. *Value stream mapping* lebih detailnya dapat dilihat pada Gambar 5.12



Gambar 5.12 Value Stream Mapping Metode Konvensional

Gambar 5.12 dapat dilihat item pekerjaan perkerasan kaku metode konvensional terdiri dari, *owner* PT Utama Karya, kontraktor utama PT Utama Karya Infrastruktur, subkontraktor PT BMU dan *supplier* material beton PT Hakaston. Tahapan pekerjaan dimulai dari melakukan pekerjaan persiapan yaitu, pemasangan bekisting, pekerjaan pemasangan plastik dan pekerjaan dowel yang dilakukan oleh subkontraktor. Setelah melakukan pekerjaan persiapan subkontraktor melakukan *request* material beton kepada *supplier* PT Hakaston untuk melakukan pekerjaan *mobilisasi* material. Setelah material beton datang di lokasi pekerjaan subkontraktor langsung melakukan pekerjaan *pouring* beton, pekerjaan *spreading* beton, pekerjaan *vibrating* beton, pekerjaan pemadatan, pekerjaan *finishing* dan pekerjaan *quality control*. Pada setiap kegiatan yang telah dilakukan, hasil dilaporkan dari subkontraktor ke kontraktor utama dan kontraktor utama melaporkan ke *owner* untuk dilakukan evaluasi pekerjaan.

5.2.2 Pekerjaan perkerasan kaku metode *slipform concrete paver*

Merupakan metode pelaksanaan perkerasan kaku yang menggunakan bantuan alat berat Wirtgen sebagai pemadat dan *dump truck* sebagai alat bantu *mobilisasi* pengangkutan material beton. Tahapan dalam pelaksanaan metode ini adalah :

1. Pekerjaan pemasangan plastik

Pekerjaan pemasangan plastik alas dilakukan pada awal pekerjaan. Pada tahapan pemasangan plastik terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan penghamparan plastik alas, pekerjaan pemasangan plastik alas dan pekerjaan pemasangan kayu *crack*. Tahapan pemasangan plastik alas dimulai dengan melakukan penghamparan plastik alas dengan menarik gulungan plastik sesuai panjang yang akan dilakukan pengecoran. Selanjutnya plastik yang sudah dihamparkan dibentangkan sesuai lebar pengecoran dan diletakan kayu *crack* di atasnya dengan jarak 5 meter. Fungsi plastik alas untuk menjaga kualitas mutu beton. Kegiatan pekerjaan pemasangan plastik seperti Gambar 5.13



Gambar 5.13 Pekerjaan pemasangan Plastik (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.13 dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan pemasangan plastik alas dan meletakkan kayu *crack* sebelum dilakukan pemadatan menggunakan metode *slipform concrete paver* pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

2. Pekerjaan dowel

Pekerjaan dowel dilakukan setelah alat Wirtgen selesai di *setting*. Pada tahapan pekerjaan dowel terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan menurunkan dowel dan pekerjaan menyusun dowel. Tahapan pekerjaan ini dimulai dengan menurunkan dowel dari mobil ke alat Wirtgen dan langsung dilakukan penyusunan dowel pada alat Wirtgen. Kegiatan pekerjaan dowel seperti Gambar 5.14



Gambar 5.14 Pekerjaan Dowel (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.14 dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan penyusunan dowel pada alat Wirtgen sebelum dilakukan pemadatan menggunakan metode *slipform concrete paver* pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

3. Pekerjaan material

Pekerjaan material dilakukan ketika akan melakukan tahapan pengecoran *rigid* menggunakan alat wirtgen. Pada tahapan persiapan material terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan *loading* material, pekerjaan menyebarkan material, pekerjaan cek slump beton dan waktu tunggu kedatangan material. Tahapan pekerjaan ini dimulai dengan *loading* material beton menggunakan mobil *dump truck* dan dilakukan penyebaran material menggunakan alat bantu ekskavator. Sebelum dilakukan pemadatan oleh alat Wirtgen, material beton dilakukan *quality control* pengecekan slump untuk menjaga kualitas mutu beton yang akan dilakukan pemadatan. Kegiatan pekerjaan material seperti Gambar 5.15



Gambar 5.15 Pekerjaan Material (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.15 dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan persiapan material yaitu penyebaran material beton oleh alat bantu ekskavator sebelum dilakukan pemadatan menggunakan metode *slipform concrete paver* pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

4. Pekerjaan pemadatan

Pekerjaan pemadatan dilakukan setelah melakukan tahapan persiapan material. Pada tahapan pemadatan terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan pemadatan material beton oleh alat

Wirtgen, pekerjaan pemasangan dowel otomatis oleh alat Wirtgen dan waktu Istirahat. Tahapan pelaksanaan pekerjaan dimulai dengan melakukan pemadatan material beton oleh alat Wirtgen. Selanjutnya dilakukan pemasangan dowel secara otomatis oleh alat Wirtgen dengan jarak perlina meter. Kegiatan pekerjaan pengecoran seperti Gambar 5.16



Gambar 5.16 Pekerjaan Pemadatan (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.16 dapat dilihat proses pelaksanaan pemadatan material beton oleh alat Wirtgen sp 64 menggunakan metode *slipform concrete paver* pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

5. Pekerjaan *quality control*

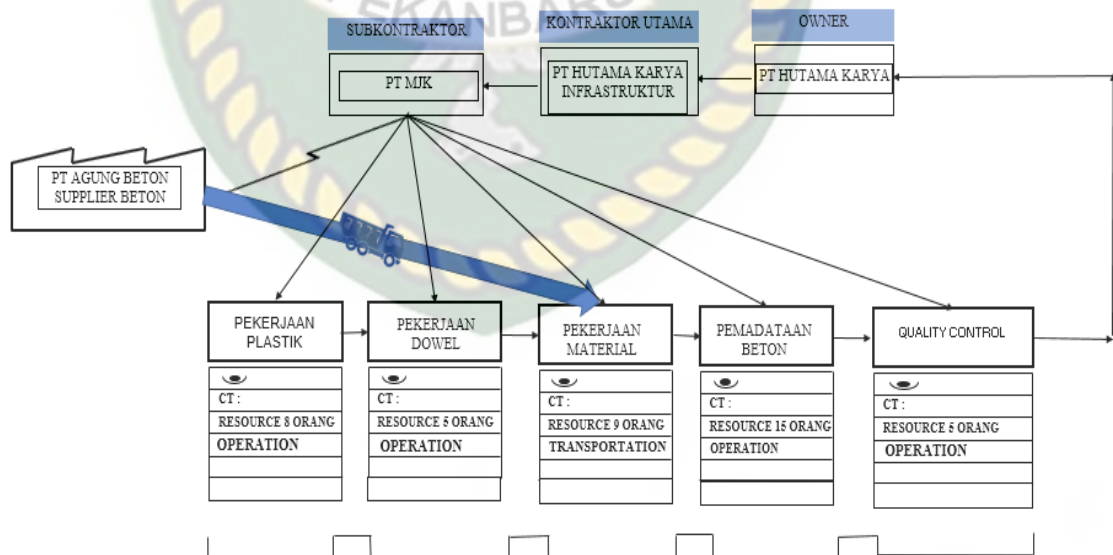
Pekerjaan *quality control* dilakukan setelah melakukan tahapan pemadatan oleh alat Wirtgen Pada tahapan *quality control* terdapat beberapa kegiatan yang diidentifikasi selama pengamatan dilapangan yaitu, pekerjaan *grooving* dan pekerjaan semprot *couring compound*. Tahapan pekerjaan *quality control* dimulai dengan melakukan *grooving* setelah beton kering. *Grooving* berfungsi untuk memberi texture terhadap permukaan agar tidak licin saat dilalui diatasnya. Selanjutnya dilakukan semprot *couring compound* untuk menjaga kualitas mutu beton. Kegiatan pekerjaan *quality control* seperti Gambar 5.17



Gambar 5.17 Pekerjaan *Quality Control* (Dokumentasi, 2021)

Gambar 5.17 dapat dilihat proses pelaksanaan *quality control* yaitu pekerjaan *grooving* oleh 2 orang pekerja menggunakan metode *slipform concrete paver* pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang.

Berdasarkan identifikasi pengamatan langsung dilapangan pada pekerjaan perkerasan kaku metode *slipform concrete paver* didapatkan beberapa item pekerjaan yaitu, pekerjaan pemasangan plastik, pekerjaan dowel, pekerjaan persiapan material, pekerjaan pemadatan, dan pekerjaan *quality control*. *Value stream mapping* lebih detailnya dapat dilihat pada Gambar 5.18



Gambar 5.18 *Value Stream Mapping* Metode *Slipform Concrete Paver*

Gambar 5.18 dapat dilihat item pekerjaan perkerasan kaku metode *slipform Concrete Paver* terdiri dari, owner PT utama karya, kontraktor utama PT utama karya infrastruktur, subkontraktor PT MJK dan *supplier* material beton PT Agung Beton. Tahapan pekerjaan dimulai dari pekerjaan persiapan yaitu, pemasangan plastik dan pekerjaan dowel yang dilakukan oleh subkontraktor. Setelah melakukan pekerjaan persiapan subkontraktor melakukan *request* material beton kepada *supplier* PT Agung beton agar dilakukan *mobilisasi* material. Setelah material datang subkontraktor langsung melakukan pekerjaan material, pekerjaan pemadatan, dan pekerjaan *quality control*.

5.3 Identifikasi Jenis *Value* Pelaksanaan Perkerasan Kaku

Dari hasil identifikasi dan pengamatan langsung yang dilakukan di lapangan dari hari senin 15 februari 2021- rabu 31 maret 2021 pada pekerjaan pelaksanaan perkerasan kaku metode konvensional dan metode *slipform concrete paver*. Maka dapat diidentifikasi beberapa jenis *value* yaitu *Value adding activity* (VAA) jenis pekerjaan yang menambah nilai tambah seperti pekerjaan pemadatan, *Non Value Adding Activity but Necessary* (NVAAN) jenis pekerjaan yang tidak menambah nilai tambah akan tetapi harus dilakukan seperti *quality control slump beton* dan *Non Value Adding Activity Unecessary* (NVAAU) jenis pekerjaan yang tidak menambah nilai tambah dan merugikan seperti istirahat. *Value stream mapping* bertujuan untuk mengetahui kegiatan yang tidak menghasilkan nilai tambah dan dapat merugikan proyek. Jenis *value* pada metode konvensional dan *Slipform Concrete Paver* seperti Tabel 5.1

Tabel 5.1 Hasil Identifikasi Jenis *Value*

No	Jenis Value	Metode Konvensional	Metode Slipform Concrete Paver
1	<i>Value adding activity</i> (VAA)	✓	✓
2	<i>Non value adding activity but necessary</i> (NVAAN)	✓	✓
3	<i>Non value adding activity unnecessary</i> (NVAAU)	✓	✓

Berdasarkan Tabel 5.1 didapatkan hasil identifikasi pengamatan langsung pada pelaksanaan perkerasan kaku metode konvensional dan *slipform concrete paver* terdapat 3 jenis value yaitu, *value adding activity* (VAA), *non value adding activity but necessary* (NVAAN) dan *non value adding activity unnecessary* (NVAAU).

5.3.1 Metode Konvensional

Berdasarkan hasil pengamatan proses yang dibahas pada subbab 5.2.1 pada pelaksanaan perkerasan kaku metode konvensional terdapat beberapa pekerjaan yaitu, pekerjaan bekisting, pekerjaan pemasangan plastik alas, pekerjaan dowel, pekerjaan *mobilisasi*, pekerjaan *pouring* beton, pekerjaan *spreading* beton, pekerjaan *vibrating* beton, pekerjaan pemadatan, pekerjaan *finishing*, dan pekerjaan *quality control*. Hasil identifikasi ditemukan jenis *value* berdasarkan *value stream mapping* yaitu *value adding activity* (VAA) jenis pekerjaan yang menambah nilai tambah, *non value adding activity but necessary* (NVAAN) jenis pekerjaan yang tidak menambah nilai tambah akan tetapi harus dilakukan dan *non value adding activity unnecessary* (NVAAU) jenis pekerjaan yang tidak menambah nilai tambah dan merugikan pada pekerjaan perkerasan kaku metode konvensional. lebih jelas nya dapat dilihat pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil identifikasi jenis *value* metode konvensional

No	Keterangan	Jenis Value		
		Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity but Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unnecessary (NVAAU)
A. Pek Bekisting				
1	Pek. Penurunan bekisting	✓		
2	Pek. Pemasangan bekisting	✓		
3	Pek. Pengukuran bekisting		✓	
4	Waktu istirahat			✓
B. Pek Pemasangan Plastik				
1	Pek. Menghampar plastik alas	✓		
2	Pek. Meletakkan plastik alas	✓		
C. Pek Dowel				
1	Pek. Pemindahan dukungan dan kayu crack	✓		
2	Pek. Pemasangan dowel	✓		
3	Waktu istirahat			✓
D. Pek Mobilisasi Material				
1	Waktu truck mixer masuk	✓		
2	Waktu loading dan cek slump beton		✓	
3	Waktu truck mixer keluar	✓		
E. Pek Pouring Beton				
1	Pek. Persiapan	✓		
2	Pek. Pouring beton	✓		
3	Waktu geser	✓		
4	Pek. Menutup selang truck mixer	✓		
F. Pek Spreading Beton				
1	Pek. Meratakan material	✓		
2	Waktu pindah	✓		
G. Pek Vibrating Beton				
1	Pek. Vibrating beton	✓		
2	Waktu pindah	✓		

Tabel 5.2 Hasil identifikasi jenis *value* metode konvensional (Lanjutan)

H. Pek Pematatan			
1	Pek. Pematatan screed paver	✓	
2	Pek. Surface treatment	✓	
I. Pek Finishing			
1	Pek. Penghalusan	✓	
2	Waktu pindah	✓	
J. Pek Quality Control			
1	Pek. Grooving	✓	
2	Pek. Couring Compound	✓	

Berdasarkan Tabel 5.2 dapat dilihat hasil identifikasi jenis *value* yang terjadi pada pelaksanaan perkerasan kaku menggunakan metode konvensional. Pada metode ini ditemukan indikator jenis *Value Adding Activity* (VAA) memiliki nilai terbesar dengan jumlah 22 pekerjaan, *Non Value Adding Activity Unecessary* (NVAAU) ditemukan 2 pekerjaan dan *Non Value Adding Activity but Necessary* (NVAAN) 2 pekerjaan. Untuk detail penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A61 dan A62.

5.3.2 Metode *Slipform Concrete Paver*

Hasil pengamatan proses yang dibahas pada subbab 5.2.2 pada pelaksanaan perkerasan kaku metode *slipform concrete paver* terdapat beberapa pekerjaan yaitu, pemasangan plastik alas, pekerjaan dowel, pekerjaan material, pekerjaan pematatan beton, dan pekerjaan *quality control*. Hasil identifikasi ditemukan jenis *value* berdasarkan value stream mapping yaitu *value stream mapping* yaitu *value adding activity* (VAA) jenis pekerjaan yang menambah nilai tambah, *non value adding activity but necessary* (NVAAN) jenis pekerjaan yang tidak menambah nilai tambah akan tetapi harus dilakukan dan *non value adding ativity unnecessary* (NVAAU) jenis pekerjaan yang tidak menambah nilai tambah dan merugikan pada pekerjaan perkerasan kaku metode *slipform concrete paver*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Hasil identifikasi jenis *value* metode *slipform concrete paver*

No	Keterangan	Jenis Value		
		VAA (value adding activity)	NVAAN (non value adding activity but necessary)	NVAAU (non value adding activity unnecessary)
A. Pekerjaan Pemasangan Plastik				
1	Pek. Menghampar plastik	✓		
2	Pek. Meletakkan plastik alas	✓		
3	Pek Pemasangan kayu crack	✓		
B. Pekerjaan Dowel				
1	Pek. Penurunan dowel	✓		
2	Pek. Menyusun dowel	✓		
C. Pekerjaan Material				
1	Pek. Loading material	✓		
2	Pek. Menyebarkan material	✓		
3	Pek. Cek slump beton		✓	
4	Waktu tunggu material			✓
D. Pekerjaan Pemadatan Beton				
1	Pek. Pemadatan	✓		
2	Pek. Pemasangan dowel	✓		
3	Waktu istirahat			✓
E. Pekerjaan Quality Control				
1	Pek. Grooving	✓		
2	Pek. Curing compound	✓		

Berdasarkan Tabel 5.3 dapat dilihat hasil identifikasi jenis *value* yang terjadi pada pelaksanaan perkerasan kaku menggunakan metode *slipform concrete paver*. Pada metode ini ditemukan indikator jenis *Value Adding Activity* (VAA) memiliki nilai terbesar dengan jumlah 11 pekerjaan, *Non Value Adding Activity Unnecessary* (NVAAU) 2 pekerjaan dan *Non Value Adding Activity but Necessary* (NVAAN) 1 pekerjaan. Untuk detail penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A63.

5.4 Hasil Waktu Siklus Metode Konvensional

Berdasarkan hasil identifikasi dan pengamatan langsung yang dilakukan di lapangan dari tanggal 25-27 Maret 2021 pada pekerjaan pelaksanaan perkerasan kaku metode konvensional. Setiap tahapan pelaksanaan pekerjaan digolongkan menjadi 3 aktifitas yaitu proses produksi (*Operation*), proses pemindahan (*Transportation*) dan aktivitas telat (*Delay*). Hasil pengamatan waktu siklus setiap pelaksanaan pekerjaan adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Bekisting

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter terdapat 2 tim pekerja yang mengerjakan masing-masing 150 meter sehingga diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan bekisting. Pekerjaan penurunan bekisting merupakan aktifitas proses *transportation* dan Pekerjaan pemasangan bekisting merupakan proses *operation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Pekerjaan pengukuran bekisting merupakan proses *operation* termasuk kedalam jenis *Non Value Adding Activity But Necessary* (NVAAN) karena jenis pekerjaan yang tidak mempunyai nilai tambah tetapi perlu dilakukan untuk *control* pekerjaan. Kegiatan istirahat aktivitas *delay* termasuk jenis *Non Value Adding Activity Unecessary* (NVAAU) karena dalam pekerjaan terdapat waktu menunggu pekerja sehingga tergolong jenis pekerjaan yang tidak mempunyai nilai tambah atau memperlambat pekerjaan Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.4 Data *Cycle Time* Pekerjaan Bekisting

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time (Menit)		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Bekisting	Pek Penurunan Bekisting	T	15,46		
2		Pek Pemasangan Bekisting	O	33,38		
3		Pek Pengukuran Tinggi Bekisting	O		10,41	
4		Istirahat	D			9,35
Σ CT (Menit)				49,24	10,41	9,35

Berdasarkan Tabel 5.4 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan bekisting 69,41 menit, untuk *Value Adding Activity* 49,24 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 10,41 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 9,35 menit. Terjadinya NVAAU karena menunggu pekerja yang disebabkan kurangnya kontrol oleh subkontraktor, sedangkan NVAAN terjadi karena adanya pekerjaan *controlling* yang tidak menambah nilai tetapi penting untuk dilakukan. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A1, A2, A8, A9, A15, A16, A61 dan A62.

2. Pekerjaan Pemasangan Plastik

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter terdapat 2 tim pekerja yang mengerjakan masing-masing 150 meter sehingga diperoleh waktu rata-rata pekerjaan. Pekerjaan penghamparan plastik merupakan aktifitas proses *operation* dan pekerjaan meletakan plastik merupakan proses *operation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Data *Cycle Time* Pekerjaan Pemasangan Plastik

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Pemasangan Plastik	Pek Penghamparan plastik	O	8,10		
2		Pek meletakkan plastik	O	11,03		
Σ CT (Menit)				19,13	0	0

Berdasarkan Tabel 5.5 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan pemasangan plastik 19,13 menit, untuk *Value Adding Activity* 19,13 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan NVAAN karena tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A3, A10, A17, A61 dan A62.

3. Pekerjaan Dowel

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter terdapat 2 tim pekerja yang mengerjakan masing-masing 150 meter sehingga diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan dowel. Pekerjaan penurunan dudukan merupakan aktifitas proses *transportation* dan pekerjaan pemasangan dowel merupakan proses *operation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah sedangkan untuk kegiatan istirahat aktivitas *delay* termasuk jenis *Non Value Adding Activity Unecessary* (NVAAU) karena terdapat waktu menunggu pekerja sehingga tergolong jenis pekerjaan yang tidak mempunyai nilai tambah atau memperlambat pekerjaan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.6

Tabel 5.6 Data *Cycle Time* Pekerjaan Pemasangan Dowel

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Dowel	Pek Penurunan Dudukan dan Kayu Crack	T	17,31		
2		Pek Pemasangan Dowel	O	38,2		
3		Istirahat	D			4,35
Σ CT (Menit)				55,51	0	4,35

Berdasarkan Tabel 5.6 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan dowel 60,26 menit, untuk *Value Adding Activity* 55,51 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 4,35 menit. Terjadinya NVAAU karena menunggu pekerja yang disebabkan oleh kurangnya kontrol oleh subkontraktor, sedangkan tidak terjadinya NVAAN disebabkan tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A3, A10, A17, A61 dan A62.

4. *Mobilisasi* Material

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan *mobilisasi* material. Waktu *truck mixer* masuk merupakan aktifitas proses *transportation* dan waktu *truck mixer* keluar *transportation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Waktu *truck mixer loading* merupakan aktifitas *operation* termasuk kedalam jenis *Non Value Adding Activity But Necessary* (NVAAN) karena terdapat pekerjaan cek slump beton yang tidak mempunyai nilai tambah tetapi perlu dilakukan untuk *control* pekerjaan. Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Data *Cycle Time* Pekerjaan *Mobilisasi Material*

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Mobilisasi Material	Waktu Truck Mixer Masuk	T	37,34		
2		Waktu Truck Mixer Loading dan cek slump	O		15,44	
4		Waktu Truck Mixer Keluar	T	14,39		
Σ CT (Menit)				52,13	15,44	0

Berdasarkan Tabel 5.7 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan *mobilisasi material* 67,57 menit, untuk *Value Adding Activity* 52,13 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 15,44 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan terjadinya NVAAN disebabkan adanya pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A4, A11, A18, A61 dan A62.

5. Pekerjaan *Pouring Beton*

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan *pouring beton*. Pekerjaan persiapan merupakan aktifitas proses *operation* dan pekerjaan *pouring beton* merupakan aktifitas *operation*, waktu geser aktifitas *transportation* dan pekerjaan menutup selang aktifitas *operation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Data *Cycle Time* Pekerjaan *Pouring* Beton

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan <i>Pouring</i> Beton	Pek Persiapan	O	7,37		
2		Pek <i>Pouring</i> Beton	O	31,13		
3		Waktu Geser	T	7,41		
4		Pek Menutup Selang Truck Mixer	O	7,34		
Σ CT (Menit)				54,05	0	0

Berdasarkan Tabel 5.8 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan *pouring* beton 54,05 menit, untuk *Value Adding Activity* 54,05 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan NVAAN karena tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A4, A5, A11, A12, A18, A19 A61 dan A62.

6. Pekerjaan *Spreading* Beton

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan *spreading* beton. Pekerjaan meratakan material merupakan aktifitas *operation* dan waktu pindah aktifitas *transportation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada Tabel 5.9

Tabel 5.9 Data *Cycle Time* Pekerjaan *Spreading* Beton

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan <i>Spreading</i> Beton	Pek Meratakan Material	O	26,57		
2		Waktu Pindah	T	7,59		
Σ CT (Menit)				34,56	0	0

Berdasarkan Tabel 5.9 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pekerjaan *spreading* beton 34,56 menit, untuk *Value Adding Activity* 34,56 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan NVAAN karena tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A5, A12, A19, A61 dan A62.

7. Pekerjaan *Vibrating*

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan. Pekerjaan *vibrating* merupakan aktifitas *operation* dan waktu pindah aktifitas *transportation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada Tabel 5.10

Tabel 5.10 Data *Cycle Time* Pekerjaan *Vibrating*

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Vibrating	Pek Vibrating Beton	O	39,58		
2		Waktu Pindah	T	7,19		
Σ CT (Menit)				47,17	0	0

Berdasarkan Tabel 5.10 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan *vibrating* beton 47,17 menit, untuk *Value Adding Activity* 47,17 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan NVAAN karena tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A6, A13, A20 A61 dan A62.

8. Pekerjaan Pemasangan

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan. Pekerjaan pemasangan material merupakan aktifitas *operation* dan pekerjaan *surface treatment* aktifitas *operation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.11

Tabel 5.11 Data *Cycle Time* Pekerjaan Pematatan

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Pematatan	Pek Pematatan Screed Paver	O	71,52		
2		Pek Surface Treatment	O	14,02		
Σ CT (Menit)				85,54	0	0

Berdasarkan Tabel 5.11 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan pematatan beton 85,54 menit, untuk *Value Adding Activity* 85,54 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan NVAAN karena tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A6, A7, A11, A12, A20, A21, A61 dan A62.

9. Pekerjaan *Finishing*

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan. Pekerjaan penghalusan merupakan aktifitas *operation* dan waktu pindah aktifitas *transportation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada Tabel 5.12

Tabel 5.12 Data *Cycle Time* Pekerjaan *Finishing*

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unnecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Finishing	Pek Penghalusan	O	38,06		
2		Waktu Pindah	T	6,36		
Σ CT (Menit)				44,42	0	0

Berdasarkan Tabel 5.12 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan pemadatan beton 44,42 menit, untuk *Value Adding Activity* 44,42 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unnecessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan NVAAN karena tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A7, A14, A22, A61 dan A62.

10. Pekerjaan *Quality Control*

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter terdapat 2 tim pekerja yang mengerjakan masing-masing 150 meter sehingga diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan. Pekerjaan *groving* merupakan aktifitas *operation* dan pekerjaan semprot *couring compound* aktifitas *operation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.13

Tabel 5.13 Data *Cycle Time* Pekerjaan *Quality Control*

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unnecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Quality Control	Pek Groving	O	17,39		
2		Pek Semprot Curing Compound	O	4,29		
Σ CT (Menit)				22,08	0	0

Berdasarkan Tabel 5.13 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan *quality control* 22,08 menit, untuk *Value Adding Activity* 22,08 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unnecessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan NVAAN karena tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada A7, A14, A22 A61 dan A62.

5.5. Hasil Waktu Siklus Metode *Slipform Concrete Paver*

Berdasarkan hasil identifikasi dan pengamatan langsung yang dilakukan di lapangan dari tanggal 16-20 Maret 2021 pada pekerjaan pelaksanaan perkerasan kaku metode *slipform concrete paver*. Setiap tahapan pelaksanaan pekerjaan digolongkan menjadi 3 aktifitas yaitu proses produksi (*Operation*), proses pemindahan (*Transportation*) dan aktivitas telat (*Delay*). Hasil pengamatan waktu siklus setiap pelaksanaan pekerjaan adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Pemasangan Plastik

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter terdapat 2 tim pekerja yang mengerjakan masing-masing 150 meter sehingga diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan. Pekerjaan menghamparkan plastik merupakan aktifitas *transportation*, pekerjaan meletakkan plastik alas dan pemasangan kayu crack merupakan aktifitas *operation* yang termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity (VAA)* karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada Tabel 5.14

Tabel 5.14 Data *Cycle Time* Pekerjaan pemasangan plastik

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Uncessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Plastik Alas	Pek Menghampar Plastik Alas	T	13,56		
2		Pek Meleteakan plastik Alas	O	23,25		
3		Pekerjaan Pemasangan Kayu Crack	O	10,45		
Σ CT (Menit)				48,06	0	0

Berdasarkan Tabel 5.14 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan pemasangan plastik 48,06 menit untuk *Value Adding Activity* 48,06 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Uncessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan NVAAN karena tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A22, A25, A28 dan A63

2. Pekerjaan Dowel

Dari data hasil survey dilapangan diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan dowel. Pekerjaan penurunan dowel merupakan aktifitas *transportation* dan pekerjaan menyusun dowel merupakan aktifitas *operation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.15

Tabel 5.15 Data *Cycle Time* Pekerjaan Dowel

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Dowel	Pek Penurunan Dowel	T	6,18		
2		Pek Menyusun Dowel	O	5		
Σ CT (Menit)				11,18	0	0

Berdasarkan Tabel 5.15 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan dowel 11,18 menit untuk *Value Adding Activity* 11,18 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan NVAAN karena tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A22, A25, A28 dan A63.

3. Pekerjaan Material

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan. Pekerjaan *loading* material merupakan aktifitas proses *transportation* dan pekerjaan menyebarkan material merupakan proses *operation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena

pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Pekerjaan cek slump beton merupakan proses *operation* termasuk kedalam jenis *Non Value Adding Activity But Necessary* (NVAAN) karena jenis pekerjaan yang tidak mempunyai nilai tambah tetapi perlu dilakukan untuk *quality control* pekerjaan. Sedangkan waktu tunggu merupakan aktivitas *delay* termasuk jenis *Non Value Adding Activity Unnecessary* (NVAAU) karena dalam pekerjaan terdapat waktu menunggu material datang sehingga tergolong jenis pekerjaan yang tidak mempunyai nilai tambah atau memperlambat pekerjaan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.16

Tabel 5.16 Data *Cycle Time* Pekerjaan material

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unnecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Material	Pek Loading Material	T	52,38		
2		Pek Menyebarkan Material	O	49,13		
3		Pekerjaan Cek Slump Beton	O		6,38	
4		Waktu Tunggu	D			13,31
Σ CT (Menit)				101,51	6,38	13,31

Berdasarkan Tabel 5.16 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan persiapan material 122 untuk *Value Adding Activity* 101,51 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 6,38 menit dan *Non Value Adding Activity Unnecessary* 13,31 menit. Penyebab terjadinya NVAAU karena terdapat menunggu kedatangan material yang disebabkan material terlambat samai proyek, sedangkan NVAAN karena ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A23, A26, A29 dan A63.

4. Pekerjaan Pemasangan

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan. Pekerjaan pemasangan beton merupakan aktifitas *operation* dan pekerjaan pemasangan dowel aktifitas *operation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity* (VAA) karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Sedangkan istirahat merupakan aktivitas *delay* termasuk jenis *Non Value Adding Activity Unecessary* (NVAAU) karena dalam pekerjaan terdapat waktu menunggu pekerja sehingga tergolong jenis pekerjaan yang tidak mempunyai nilai tambah atau memperlambat pekerjaan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.17

Tabel 5.17 Data *Cycle Time* Pekerjaan pemasangan

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Pemasangan	Pek Pemasangan Beton	O	215,55		
2		Pek Pemasangan Dowel	O	66,08		
3		Istirahat	D			12,29
Σ CT (Menit)				282,03	0	12,29

Berdasarkan Tabel 5.17 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan pemasangan 294,32 menit untuk *Value Adding Activity* 282,03 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 12,29 menit. Penyebab terjadinya NVAAU karena terdapat kegiatan menunggu pekerja yang disebabkan kurangnya personil di lapangan, sedangkan tidak ada NVAAN karena tidak memiliki kegiatan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A24, A27, A30 dan A63.

5. Pekerjaan *Quality Control*

Dari data hasil survey dilapangan sejauh 300 meter terdapat 2 tim pekerja yang mengerjakan masing-masing 150 meter sehingga diperoleh waktu rata-rata pelaksanaan pekerjaan. Pekerjaan *groving* dan pekerjaan *semprot couring compound* merupakan aktifitas *operation* termasuk kedalam jenis *variable Value Adding Activity (VAA)* karena pekerjaannya mempunyai nilai tambah. Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada Tabel 5.18

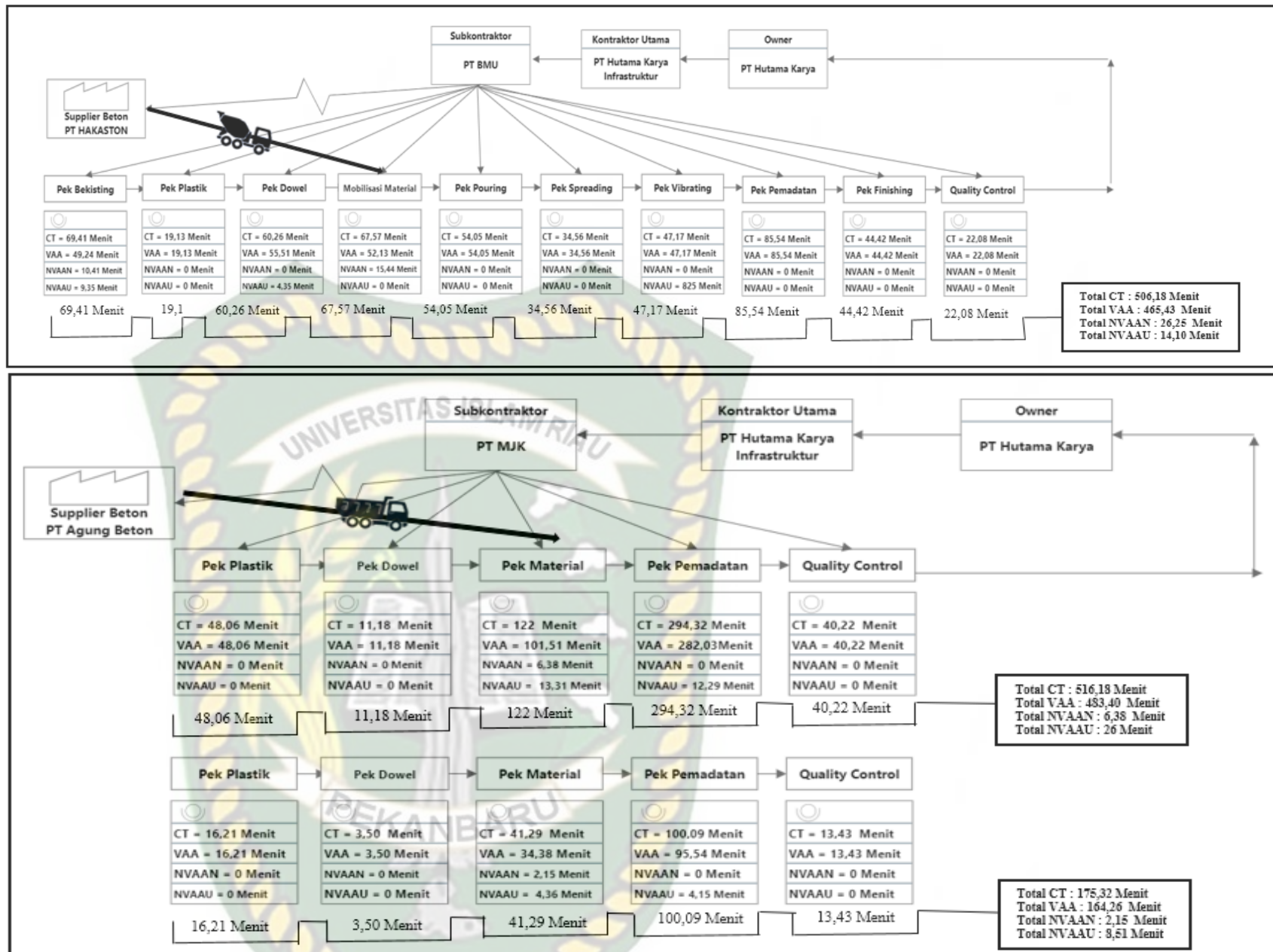
Tabel 5.18 Data *Cycle Time* Pekerjaan *quality control*

No	Item Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Flow	Cycle Time		
				Value Adding Activity (VAA)	Non Value Adding Activity But Necessary (NVAAN)	Non Value Adding Activity Unecessary (NVAAU)
1	Pekerjaan Quality Control	Pek Groving	O	30,54		
2		Pek Semprot Couring Compound	O	9,28		
Σ CT (Menit)				40,22	0	0

Berdasarkan Tabel 5.18 dapat dilihat hasil total waktu *cycle time* pelaksanaan pekerjaan *quality control* 40,22 menit untuk *Value Adding Activity* 40,22 menit, *Non Value Adding Activity But Necessary* 0 menit dan *Non Value Adding Activity Unecessary* 0 menit. Penyebab tidak terjadinya NVAAU karena pekerjaan dilakukan oleh pekerja yang profesional dan berpengalaman, sedangkan NVAAN karena tidak ada pekerjaan *controlling*. Secara detail *cycle time* dan penyebab NVAAU dapat dilihat pada Lampiran A24, A27, A30 dan A63.

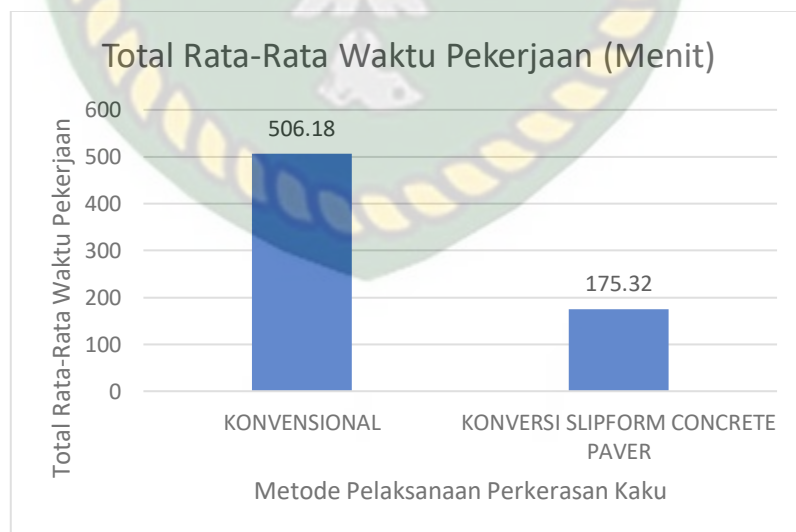
5.6 Perbandingan *Value Stream Mapping*

Berdasarkan hasil identifikasi dan pengamatan langsung di lapangan sejauh 900 meter pada setiap pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku metode konvensional dan *slipform concrete paver*. Terdapat beberapa kegiatan yang dikategorikan menjadi kegiatan yang menambah nilai atau *value adding activity* (VAA), kegiatan yang tidak menambah nilai tetapi perlu untuk dilakukan sebagai *quality control* pekerjaan atau *Non Value Adding Activity but Necessary* (NVAAN), dan kegiatan yang sama sekali tidak memberi nilai tambah atau *Non Value Adding Activity and Unnecessary* (NVAAU). Setelah dilakukan analisis data melalui alat pengumpulan data VSM, terdapat perbedaan volume pekerjaan antara metode konvensional sebesar 153 m³ dengan *slipform concrete paver* sebesar 450 m³ yang disebabkan karena perbedaan lebar pekerjaan. Sehingga perlu dilakukan konversi volume dan waktu pekerjaan dari metode *slipform concrete paver* ke metode konvensional agar dapat mengetahui perbandingan waktu total pekerjaan perkerasan kaku antara dua metode. *Value Stream Mapping* berfungsi untuk mengetahui perbandingan aliran proses dan jumlah waktu pekerjaan. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Gambar 5.19



Gambar 5.19 Perbedaan Value Stream Mapping

Dari Gambar 5.19 dapat dilihat perbedaan bentuk *Value Stream Mapping* pekerjaan perkerasan kaku metode Konvensional dengan metode *Slipform Concrete Paver*. Metode konvensional terdiri dari 10 jenis pekerjaan dan metode *slipform concrete paver* terdiri dari 5 jenis pekerjaan. VSM pada dua metode ini terdiri dari *owner*, kontraktor utama, subkontraktor dan *supplier* beton. Pada metode *slipform concrete paver* tidak terdapat pekerjaan bekisting karena metode ini menggunakan bantuan alat berat Wirtgen yang dilengkapi dengan cetakan sehingga tidak perlu dilakukan bekisting secara manual. Pada pekerjaan dowel, *vibrating* dan *finishing* metode *slipform concrete paver* dilakukan langsung oleh alat Wirtgen secara otomatis pada tiap segmentasi. Berdasarkan hasil penjumlahan VAA, NVAAN dan NVAAU dari tiap *cycle time* maka didapat total waktu rata-rata pada metode konvensional sebesar 506,18 menit dengan volume pekerjaan 153 m³ sedangkan metode *slipform concrete paver* sebesar 516,18 menit dengan volume pekerjaan 450 m³. Agar dapat membandingkan total waktu pekerjaan antara dua metode, maka perlu dilakukan konversi volume pekerjaan pada metode *slipform concrete paver* dari 450 m³ menjadi 153 m³ sehingga didapatkan total waktu pekerjaan 175,32 menit. Untuk lebih detail grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.20



Gambar 5.20 Grafik Total Waktu Pekerjaan

Berdasarkan Grafik total waktu pekerjaan dapat disimpulkan bahwa hasil konversi *slipform concrete paver* memiliki hasil waktu tercepat sebesar 175,32 Menit sedangkan metode konvensional 506,18 Menit. Sehingga pelaksanaan perkerasan kaku dengan metode *slipform concrete paver* lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional dengan persentase perbandingan sebesar 65,33%.

5.7 Hambatan pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku

Berdasarkan hasil pengamatan langsung dan *work sampling* penyebab *Non Value Adding Activity Uncensary* (NVAAU) pada pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku didapatkan beberapa hambatan yang mempengaruhi proses pekerjaan dan menyebabkan keterlambatan. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada tabel 5.19

Tabel 5.19 Hambatan Pelaksanaan pekerjaan

NO	Hambatan	Penyebab
1	Kurangnya pekerja dilapangan	Susah mencari pekerja yang sudah memiliki <i>skill</i> dalam melaksanakan pekerjaan perkerasan kaku.
2	Kondisi lingkungan proyek	Terjadinya antrian keluar masuk kendaraan pada proyek dikarenakan akses jalan yang sempit dan kurang memadai.
3	Cuaca	Hujan dan Panas

Berdasarkan Tabel 5.19 selama melakukan penelitian dilapangan didapatkan 3 faktor hambatan pada pelaksanaan perkerasan kaku yang menyebabkan terjadi keterlambatan pekerjaan sehingga mengakibatkan kerugian.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku di proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Terdapat perbedaan bentuk *Value Stream Mapping* pekerjaan perkerasan kaku metode Konvensional dengan konversi metode *Slipform Concrete Paver*. Metode konvensional terdiri dari 10 jenis pekerjaan yaitu, pekerjaan bekisting, pemasangan plastik, pekerjaan dowel, *mobilisasi* material, pekerjaan *pouring*, pekerjaan *spreading*, pekerjaan *vibrating*, pekerjaan pemadatan, pekerjaan *finishing* dan pekerjaan *quality control*, sedangkan konversi metode *slipform concrete paver* terdiri dari 5 jenis pekerjaan yaitu, pekerjaan pemasangan plastik, pekerjaan dowel, pekerjaan material, pekerjaan pemadatan dan pekerjaan *quality control*. VSM pada dua metode ini terdiri dari *owner*, kontraktor utama, subkontraktor dan *supplier* beton. Pada metode konversi *slipform concrete paver* tidak terdapat pekerjaan bekisting karena metode ini menggunakan bantuan alat berat Wirtgen yang dilengkapi dengan cetakan sehingga tidak perlu dilakukan bekisting secara manual. Pada pekerjaan dowel, *vibrating* dan *finishing* konversi metode *slipform concrete paver* dilakukan langsung oleh alat Wirtgen secara otomatis pada tiap segmentasi.

2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, perhitungan total waktu rata-rata pekerjaan metode metode konvensional 506,18 menit dengan volume pekerjaan 153 m³ dan metode *Slipform Concrete Paver* 175,32 menit dengan volume pekerjaan 153 m³. Sehingga pelaksanaan perkerasan kaku dengan metode *slipform concrete paver* lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional dengan persentase perbandingan kecepatan sebesar 65,33%.
3. Selama melakukan penelitian dilapangan didapatkan 3 faktor hambatan yaitu, kurangnya pekerja dilapangan, kondisi lingkungan proyek dan cuaca pada pelaksanaan perkerasan kaku yang menyebabkan terjadi keterlambatan pekerjaan sehingga mengakibatkan kerugian.

6.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut :

1. Untuk peneliti selanjutnya penulis menyarankan agar meneliti lebih lanjut mengenai perbandingan waktu pekerjaan perkerasan kaku menggunakan metode penelitian seperti *time study* dan *earned value*.
2. Untuk pihak kontraktor pelaksana proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang agar dapat meminimalisir hambatan pekerjaan sehingga mampu mengurangi biaya dan mempercepat pengerjaan selama proses pelaksanaan pembangunan. Kontraktor, *owner*, perencana, pelaksana dan orang-orang yang terlibat dalam proyek harus memperbaiki komunikasi sehingga meminimalisir terjadinya kesalahan komunikasi. Pihak kontraktor juga harus memperhatikan sumber daya untuk meminimalisir terjadinya kekurangan personil dilapangan

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, S., Hampson, K., Mohammed, S. (2002). *“Non Value-Added Activities: A Comparative Study of Indonesian and Australian Construction Projects”*. Brazil : Proceedings of the 10th annual conference of the IGLC.
- Adlin (2016). *Analisa Waste Material Konstruksi Dengan Aplikasi metode lean Construction (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Showroom Auto 2000)*. Universitas Sumatra utara : Medan.
- Ballard, G dan Pollat, G. (2004) *“Waste in Turkish construction”*, *Lean construction Journal*, Vol 3, no.1, hal. 3
- Dwi (2019). *Implementasi Lean Construction untuk Meminimalkan Waste Konstruksi (studi kasus: Proyek Pembangunan Gedung Kejaksaan Tinggi Riau)*. Universitas Islam Riau : Pekanbaru
- Elizar (2020). *Analisa Produktivitas Pekerja dengan Konsep Value Stream Mapping pada Pekerjaan Kolom dan Balok*. Universitas Tengku Umar : Aceh
- Fitriyah, (2009). *Aplikasi Lean Construction Pada Subkontraktor Bekisting untuk Meminimasi Waste dan Memaksimalkan Nilai Tambah*. Jurusan Teknik Industri Universitas Indonesia
- Hardiyatmo, (2015). *Perencanaan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Edisi Ke-2. Gajah Mada University Press.
- Hardi (2019), *Kajian Waktu dan Biaya Pekerjaan Rigid Pavement pada Kabupaten Indragiri Hilir*. Universitas Islam Riau : 2020
- Herliandre (2018), *Penerapan konstruksi raming (Lean Construction) Paa Pembangunan Gedung Bintaro*. Universitas Persada Indonesia : Jakarta

- Juansyah (2018), Analisis Penyebab Terjadinya Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Menggunakan Metode Analisis Faktor. Universitas Malahayati : Lampung
- Julfi (2020), *Evaluasi Waste Non Value Added Acitivity &Unnecessary Dan Implementasi Value Stream Mapping*. Universitas Islam Riau : Pekanbaru
- Koskela. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*". *Technical Report No.72. Department of Civil Engineering Stanford University. Cited at<http://www.leanconstructionjournal.org>*
- Liker, Jeffrey K. (2006). *The Toyota Way* : Erlangga : Jakarta
- Mudzakir (2017). Evaluasi *Waste* dan Implementasi *Lean Construction* (StudiKasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang)". Universitas Diponegoro : Semarang.
- Mulyawan (2019). Simulasi Perbandingan Biaya Penanganan Jalan Antara Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur. Universitas Syiah Kuala: Aceh
- Nash, Mark and Polling, Seila. (2008). *Mapping the Total Value Stream. Taylor and Francis Group*.
- Nuryani (2020). *Pengendalian Mutu Perkerasan Rigid*. Universitas Islam Riau: Pekanbaru
- Setiawati (2015). *Komponen Konstruksi Perkerasan Kaku*. Universitas Diponegoro: Semarang
- Sholeh (2009), *Perencanaan Perkerasan Kaku dengan Beton Pracetak*. Universitas Mercu Buana : Jakarta
- Waluyo (2008), *Studi Perbandingan Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku*. Universitas Palangka Raya: Kalimantan