

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengantar Teori

Six sigma sebagai alat yang dipakai untuk mengontrol kualitas produk konstruksi saat ini sudah mulai banyak di terapkan di Indonesia. Kebanyakan penggunaan alat ini pada sektor industri pabrik, digunakan untuk mengontrol cacat pada hasil produksi. Tentunya pengaplikasian alat kontrol ini dapat diimplementasikan pada industri konstruksi juga, pada dasarnya penerapan six sigma dapat membantu mengurangi kesalahan pada proses design maupun saat proses pelaksanaan.

Dengan mengkombinasikan lean dan six sigma pekerjaan konstruksi akan lebih mudah untuk di kontrol. Lean produksi yang telah lama digunakan pada industri-industri pabrikasi besar didunia, ini akan sangat membantu menciptakan proses pelaksanaan yang dapat mengurangi pemborosan material, waktu dan biaya.

Untuk menjawab tujuan - tujuan dari penelitian ini, perlu dilakukan tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya untuk mendapatkan indikator penting yang mempengaruhi terjadinya kesalahan dan pemborosan pada industri konstruksi. Rangkuman penelitian terdahulu sangat penting digunakan sebagai bahan acuan penelitian, khususnya yang membahas tentang penerapan lean six sigma sebagai alat pengendalian pemborosan pada proses pelaksanaan proyek konstruksi.

2.1.1 Six Sigma

Six sigma pada dasarnya merupakan suatu proses perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi potensi kesalahan pekerjaan konstruksi. Salah satu alat bantu yang biasa digunakan adalah metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). DMAIC terutama digunakan untuk peningkatan produk, layanan, atau proses yang sudah ada (Rumane, 2013). Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa jika suatu konstruksi gagal memenuhi permintaan pelanggan maka DMAIC dapat dikatakan gagal.

2.1.2 Konstruksi Lean

Konstruksi lean merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengurangi pemborosan (*Waste*). Ada beragam pemborosan pada konstruksi yang dapat diidentifikasi yaitu pemborosan material, waktu dan biaya. Menurut (Al-Aomar, 2012), lean konstruksi bertujuan untuk mencapai tingkat kualitas kerja tertinggi dengan *lead time* (waktu tunggu) sesingkat mungkin dan biaya serendah mungkin. Dia juga menambahkan bahwa akibat dari pemikiran tradisional pemborosan pada konstruksi pada umumnya terkait dengan limbah material sementara kegiatan seperti

inspeksi, keterlambatan, pengangkutan material dan lain-lain tidak diakui sebagai pemborosan. Sedangkan (Womack & Jones, 2003) mendeskripsikan bahwa jenis waste pada konstruksi terdiri dari *defect* (cacat), *Overproduction* (produksi berlebih), *Waiting* (aktivitas menunggu), *Excessive Transportation* (transportasi berlebihan), *Unnecessary Inventory* (persediaan yang tidak perlu), *Unnecessary Motions* (pergerakan yang tidak perlu), *Unnecessary Process* (proses yang tidak perlu).

2.1.3 Integrasi Lean Six Sigma (LSS)

Lean six sigma diintegrasikan dengan tujuan untuk mencapai standarisasi dan proses yang tidak rumit, mengurangi kesalahan (variasi), pengembangan karyawan, kepuasan dan kepercayaan pelanggan. Menurut (Raja Sreedharan & Raju, 2016) LSS berfokus pada peningkatan dan pengembangan kualitas produk dan perbaikan terus-menerus untuk menghilangkan variasi dan mengurangi aktivitas yang tidak menambah nilai.

2.2 Tinjauan Penerapan Lean Six Sigma (LSS)

Untuk memahami lebih jauh tentang permasalahan yang sering terjadi pada proyek konstruksi, pada bagian ini akan dibahas tentang temuan masalah dan solusi yang telah diteliti oleh peneliti terdahulu. Temuan dan solusi yang dikaji akan memberikan celah (gap) sebagai keaslian penulisan pada penelitian ini.

2.2.1 Tahap *Define* (mendefinisikan)

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi tujuan dan kemauan owner. Menurut (Rumane, 2013) ada dua tujuan utama pada tahap ini yang pertama, untuk mengidentifikasi dan/atau memvalidasi peluang peningkatan yang akan terjadi, mencapai tujuan organisasi dan memberikan hasil terbaik, berkembang proses bisnis. Yang kedua, Untuk menentukan kebutuhan pelanggan yang kritis, dan bersiap untuk berfungsi sebagai tim proyek yang efektif. Untuk mencapai tujuan ini kunci keberhasilan bergantung pada tim proyek yang mengidentifikasi, merencanakan dan eksekusi. (Van Den Bos dkk., 2014) menemukan dalam penelitiannya bahwa penyebab pemborosan waktu yang terjadi pada lingkungan proyek diakibatkan oleh kurangnya perencanaan, kurangnya komunikasi dan ketidakseriusan anggota proyek. Hal ini didukung oleh (Kusuma, 2019) yang menemukan penyebab pemborosan waktu diakibatkan akibat terjadinya miskomunikasi antara pekerja dan kontraktor akibat perubahan desain. (Nyata & Wiguna, 2018) menemukan penyebab yang sama yaitu variabel kesalahan desain.

2.2.2 Tahap *Measure* (mengukur)

Tahap ini dilakukan untuk mengukur proses yang sedang terjadi. Menurut (Rumane, 2013) tujuan dari tahap ini adalah untuk mengidentifikasi langkah-langkah kritis yang diperlukan untuk mengevaluasi keberhasilan, untuk menetapkan garis dasar untuk proses yang dianalisis oleh

tim, untuk mengukur proses guna menentukan kinerja saat ini dan untuk mengukur masalah. Untuk mencapai tujuan ini kunci keberhasilan bergantung pada koleksi data yang di input. (Van Den Bos dkk., 2014) menyarankan pada temuannya bahwa data proses yang lebih rinci perlu dikumpulkan, misalnya dengan mendata waktu yang dihabiskan per item pekerjaan. (Sandhyavitri & Reni Suryanita, 2015) mengatakan bahwa pengaruh pemborosan diakibatkan oleh data sebaran yang tidak akurat. (Kusuma, 2019) mengatakan akibat material datang terlambat, defect pada struktur gedung terjadi akibat pengawas kurang tegas dan manajemen peralatan (*inventory*) kurang baik. (Nyata & Wiguna, 2018) menemukan salah satu penyebab utama yaitu *variation in quantities*.

2.2.3 Tahap *Analyze* (menganalisis)

Tahap ini dilakukan untuk menganalisa penyebab terjadinya cacat dan pemborosan waktu yang terjadi pada konstruksi. Menurut (Rumane, 2013) tujuan utama dari tahap ini adalah stratifikasi dan analisis peluang untuk mengidentifikasi masalah tertentu dan menentukan pernyataan masalah yang mudah dipahami, tentukan sumber variasi yang sebenarnya dan model kegagalan potensial yang menyebabkan ketidakpuasan pelanggan. Untuk mencapai tujuan ini kunci sukses yang disarankan adalah analisa data, akar penyebab yang divalidasi Sumber variasi, pernyataan masalah dan potensi solusi. (Soraya dkk., 2022) pada kesimpulan hasil penelitian mengungkapkan 10 faktor mempengaruhi kinerja biaya Lean Six Sigma meliputi: pengurangan biaya, evaluasi kualitas, plafon, produktivitas, pengelolaan limbah, Kurangnya pemahaman kepemimpinan proyek, gambar, perubahan desain, tingkat cacat dalam proses kerja, dan pengurangan variabilitas.

2.2.4 Tahap *Improve* (meningkatkan)

Tahap ini dilakukan untuk meningkatkan performa pekerjaan. Menurut (Rumane, 2013) tujuan utama pada tahap ini adalah untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan memilih solusi perbaikan yang tepat. Selain itu, untuk mengembangkan pendekatan manajemen perubahan untuk membantu organisasi dalam beradaptasi dengan perubahan yang diperkenalkan melalui penerapan solusi. (Nyata & Wiguna, 2018) Quality Improvement yang dilakukan pada variabel Tanah Longsor menggunakan tools daily huddle meeting yang diterapkan pada tahap pelaksanaan proyek, variabel *Variation in Quantities* menggunakan tools work structuring yang diterapkan pada tahap pra konstruksi dan untuk variabel Kesalahan Desain menggunakan tools alliance & partnering yang diterapkan pada tahap pra konstruksi. Secara keseluruhan dapat mengurangi waktu keterlambatan di proyek PT. Jatim Taman Steel dari 60 hari menjadi hanya sekitar 36 hari atau mampu meminimalisir keterlambatan sebesar 24,667%. (Sandhyavitri & Reni Suryanita, 2015) analisis stokastik dilakukan untuk mengetahui nilai durasi dan biaya pelaksanaan proyek

dengan tingkat kepercayaan 95%. (Mir dkk., 2017) berpendapat bahwa *improvement* pada proyek dapat dilakukan dengan mengeksekusi proyek sesuai jadwal, audit waste control dan spek material dengan tenaga ahli, evaluasi progres berskala, alokasi pendanaan proyek, program kesadaran keselamatan, ketersediaan peralatan, optimalisasi pekerja dan peralatan.

2.2.5 Tahap *Control* (kontrol)

Tahap ini dilakukan untuk mengontrol ruang lingkup pekerjaan dengan membuat tabulasi data progres. Menurut (Rumane, 2013) tujuan utama pada tahap ini adalah memahami pentingnya perencanaan dan pelaksanaan terhadap rencana, memahami cara menyebarluaskan pelajaran yang didapat (*lessons learned*). Kunci sukses pada tahap ini adalah pelatihan, evaluasi tim, standar dan prosedur dan sistem kontrol. (Soraya dkk., 2022) Tahap pengendalian dilakukan oleh koordinator masing-masing divisi untuk mengurangi atau menghilangkan kesalahan dalam aplikasi konstruksi. (Mir dkk., 2017) memberikan tanggapan yang sama yaitu keterlibatan manajemen proyek pada setiap departemen, pembentukan kualitas dan rencana pengelolaan limbah yang sah dan penilaian kualitas dan *benchmark*. Hal ini dapat dilakukan dengan mengumpulkan data proses yang lebih rinci (Van Den Bos dkk., 2014).

2.3 Tinjauan Pemborosan (*Waste*) Pada konstruksi

Tinjauan pemborosan pada proyek konstruksi dilakukan guna mengetahui indikator penyebab pemborosan yang pada umumnya sering terjadi pada industri konstruksi di Indonesia.

Penyebab pemborosan biaya diidentifikasi berdasarkan penelitian (Trigunaryah dkk., 2014) yang menyimpulkan bahwa konsep pemborosan dalam konstruksi (*Concept of Waste*) adalah biaya-tak-perlu (*unnecessary cost*), kegiatan-kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value-added activities*), fungsi-fungsi yang tidak memberikan nilai tambah (*non-valueadded function*), informasi yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value-added information*), inventori yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value-added inventory*), *value loss* (*non-quality work*), dan rangkaian pergerakan sumber daya yang tidak terkontrol (*uncontrolled flow of resources*). Dapat dilihat bahwa *inventory* juga memberikan pengaruh terhadap pemborosan, hal ini memberikan dampak terhadap pemborosan material, seperti pada penelitian (Ahadian dkk., 2020) menunjukkan bahwa faktor penyebab pemborosan material yang dominan pada proyek konstruksi di kota Ternate adalah penumpukan material di lokasi. Penumpukan material di lokasi yang terjadi dalam pelaksanaan proyek tentunya akan menyebabkan adanya sisa material atau bahan mentah yang tidak dapat dipergunakan. Penumpukan material sendiri sudah tentu akan berakibat pada biaya pelaksanaan proyek. Sedangkan menurut penelitian (Handayani & Angreni, 2020) Faktor penyebab pemborosan material biasanya adalah terdapat material terbuang, penggunaan material dengan kualitas rendah, metode pemasangan yang kurang tepat, pemesanan

material yang melebihi kebutuhan, terdapat kesalahan dalam estimasi, material tercecer saat perjalanan, tidak merencanakan penggunaan material dengan baik, dan rusaknya material akibat cuaca ekstrem. *Inventory* yang tidak teratur ini juga memberikan dampak pada pemborosan waktu. Berdasarkan penelitian (Mudzakir dkk., 2017) variabel *waste* yang memberi dampak paling besar pada proyek adalah waktu menunggu instruksi, sedangkan menurut (Apni & Happy Puspasari, 2019) faktor-faktor paling yang dominan di construction waste pada proyek konstruksi di Kota Palangka Raya yaitu faktor cuaca.

2.4 Temuan Indikator Variabel

Penerapan lean six sigma yang selama ini digunakan di Jawa Barat pada umumnya masih diterapkan pada industri manufaktur. Untuk mengetahui peran lean six sigma dalam konstruksi dilakukan tinjauan pustaka. Begitu pula dengan pengendalian pemborosan yang diimplementasikan pada metode lean six sigma. Indikator penting yang paling sering ditemukan dilapangan dirumuskan pada tabel-tabel dibawah ini.

2.4.1 Penerapan Lean Six Sigma

Dari tinjauan penerapan lean six sigma yang sering terjadi pada pekerjaan konstruksi di Indonesia, dirumuskan indikator yang bersangkutan dengan variabel bebas. Dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Tabel Indikator Lean Six Sigma

Kode	Faktor	Sumber		
		(Soraya dkk., 2022)	(Mir dkk., 2017)	(Utami Handayani dkk., 2020)
X1	<i>Define</i> (mendefinisikan)			
1	Kesalahan (desain, dokumen, estimasi)	√	√	√
2	Miskomunikasi (kesalahan pemahaman)	√	√	√
3	Banyaknya variasi (kesulitan akses, <i>cost reduction</i>)	√	√	√
X2	<i>Measure</i> (mengukur)			
1	Perubahan (desain, spesifikasi, mutu, jadwal dan pekerja)	√	√	√
2	Pengendalian pemborosan (waktu, material dan biaya)	√	√	√
3	Kesulitan pengerjaan (metode pelaksanaan)	√	√	√
X3	<i>Analyze</i> (menganalisis)			
1	Kemampuan (pekerja, kontraktor)	√	√	√
2	Masalah Internal (kontraktor, ketersediaan tenaga ahli, <i>cash flow</i> , manajemen)	√	√	√

Kode	Faktor	Sumber		
3	Pemahaman ruang lingkup pekerjaan	√	√	x
X4	Improve (meningkatkan)			
1	Evalulasi (kualitas, <i>inventory</i> , faktor regional	√	√	√
2	Pengurangan variasi (waktu, material, biaya dan peralatan)	√	√	√
3	Rasio cacat pekerjaan	√	x	√
X5	Control (kontrol)			
1	Pendataan (Mutu, <i>inventory</i> , peralatan, dokumen, pekerja	√	√	√
2	Variasi (<i>cost reduction, delay, safety</i>	√	√	√
3	Pemborosan (Waktu dan Material)	√	√	√

2.4.2 Waste pada konstruksi

Jenis waste pada konstruksi seperti yang telah diuraikan oleh (Womack & Jones, 2003) pada umumnya merupakan gambaran umum yang dirujuk dari konsep lean manufaktur Jepang. Dari tinjauan pemborosan yang sering terjadi pada pekerjaan konstruksi di Indonesia, dirumuskan indikator yang bersangkutan dengan variabel terikat. Dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Tabel Indikator Waste

Kode	Faktor	Sumber			
		(Puspasari & Apni, 2019)	(Ahadian dkk., 2020)	(Handayani & Angreni, 2020)	(Mudzakir dkk., 2017)
Y1	Pemborosan Material				
1	Kelebihan material/bahan	√	x	x	√
2	Penghamburan material/bahan	√	√	√	√
3	Material tidak sesuai dengan spesifikasi	√	√	√	√
4	Kehilangan material di lokasi	√	√	√	√
5	Penumpukan material di lokasi	√	√	√	√
6	Sering terjadi pemindahan material di lokasi	X	√	√	√
7	Sisa material/bahan berserakan	√	x	√	√

Kode	Faktor	Sumber			
8	Kerusakan meterial di lokasi (kualitas)	√	√	√	√
9	Tempat material kurang baik	X	x	√	√
10	Kesalahan penanganan material	X	x	√	√
11	Material tidak dilindungi dengan benar	X	x	√	√
12	Material terbuang/ tercecer saat transportasi	√	x	√	√
13	Metode pemasangan yang kurang tepat	√	x	√	√
14	Kesalahan pemotongan pada besi (kesalahan perlakuan material)	√	x	√	√
15	Pengawasan yang kurang	√	x	√	√
Y2	Pemborosan Waktu	Nur & Veronika, 2019.	&	Juzailah & Ida, 2020.	Ahmad & Arif, 2017.
1	Waktu menunggu instruksi	√		x	√
2	Waktu menunggu material datang	√		x	√
3	Waktu menunggu alat datang	√		x	√
4	Waktu menunggu perbaikan peralatan	√		x	√
5	Waktu menunggu datangnya pekerja ke lokasi	√		√	√
6	Waktu menunggu revisi gambar/perubahan desain	√		x	√
7	Kondisi lokasi yang tidak bagus	√		x	√
8	Cuaca	√		x	√
9	Kerusakan/kehilangan oleh pihak lain	√		√	√
10	Spesifikasi yang tidak jelas	√		x	√
11	Gambar kerja yang tidak jelas	√		x	√
12	Pendetailan gambar yang rumit	√		x	x

Kode	Faktor	Sumber		
13	Perubahan desain	√	√	√
14	Desain yang buruk	√	√	√
15	Ketidak lengkapan dokumen kontrak	√	x	√
Y3	Pemborosan Biaya	Nur & Veronika, 2019.	Juzailah & Ida, 2020.	Ahmad & Arif, 2017.
1	Pekerjaan rework dan repair	√	x	√
2	Material tidak sesuai spesifikasi	√	√	√
3	Spesifikasi yang tidak jelas	√	√	√
4	Metode konstruksi yang tidak tepat	√	√	√
5	Pengawasan yang terlambat	√	√	√
6	Perencanaan dan penjadwalan yang buruk	√	√	√
7	Pekerja tidak disiplin	√	√	√
8	Kurangnya mandor	√	√	√
9	Kurangnya skill tenaga kerja	√	√	√
10	Terjadi penambahan jenis pekerjaan	√	x	√
11	Pengukuran dilapangan tidak akurat	√	x	√
12	Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan	√	√	x
13	Peralatan tidak bisa diandalkan	√	√	x
14	Terjadi kecelakaan kerja	√	√	x
15	Kemampuan subkontraktor yang rendah	√	√	x

2.5 Variabel Penelitian

Variabel Penelitian merupakan segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2016). Menurut (Ulfa, 2021) Ada beberapa jenis variabel, antara lain variabel diskrit dan variabel kontinu, variabel bebas (*independent*) dan variabel tak bebas

(*dependent*), variabel nominal, ordinal, interval, dan ratio, serta variabel kuantitatif dan kualitatif. Penelitian ini menggunakan variabel bebas (*independent*) dan variabel tak bebas (*dependent*). Jenis variabel ini terutama digunakan dalam menganalisis hubungan antara variabel, yaitu variabel tak bebas dipengaruhi oleh variabel bebas (Ulfa, 2021).

Variabel bebas pada penelitian ini adalah Penerapan LSS (X1) sebagai kovariat dan Kualifikasi Perusahaan (X2). Sedangkan Variabel terikat pada penelitian ini adalah Pemborosan material (Y1), Pemborosan waktu (Y2) dan pemborosan biaya (Y3). Hubungan antar variabelnya adalah sebagai berikut:

- a) Pengaruh penerapan LSS terhadap pemborosan material (X1, Y1)
- b) Pengaruh penerapan LSS terhadap pemborosan waktu (X1, Y2)
- c) Pengaruh penerapan LSS terhadap pemborosan biaya (X1, Y3)
- d) Pengaruh perbedaan kualifikasi perusahaan terhadap penanganan pemborosan material (X2, Y1)
- e) Pengaruh perbedaan kualifikasi perusahaan terhadap penanganan pemborosan waktu (X2, Y2)
- f) Pengaruh perbedaan kualifikasi perusahaan terhadap penanganan pemborosan biaya (X2, Y3)

2.6 Keaslian penelitian

Setelah mengidentifikasi variabel penyebab dari penelitian sebelumnya pada tabel 1, penulis mengkategorikan temuan tersebut menjadi 3 bagian penting penyebab terjadinya waste yang mencolok seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. Untuk menjawab tujuan penulisan, penelitian ini akan berfokus kepada perbedaan pengaruh penerapan LSS terhadap pengendalian waste material, waktu dan biaya pada konstruksi besar, menengah dan kecil di provinsi Jawa Barat.