

Pengaruh *Change Order*

Terhadap Waste Material
Proyek Konstruksi Jalan

Change order adalah perubahan pekerjaan setelah kontrak ditandatangani oleh pemilik dan kontraktor, perubahan itu dapat terjadi pada awal pertengahan maupun pada akhir proyek. *Change order* merupakan hal umum yang sering terjadi dalam proyek konstruksi. Hampir seluruh proyek yang ada selalu terjadi *change order*, baik pada proyek pemerintah maupun proyek swasta itu dapat terjadi, baik dari pihak kontraktor maupun pemilik.

Buku ini membahas tentang dampak *change order* terhadap waste material yang sering terjadi pada konstruksi jalan. Kajian ini mengacu kepada banyaknya dampak *change order* yang menyebabkan waste material proyek konstruksi jalan. Dampak *change order* terhadap waste material proyek konstruksi jalan yang menghasilkan empat variabel waste yang signifikan dengan 20 penyebab waste material proyek konstruksi jalan.



RajaGrafindo Persada
PT RAJAGRAFINDO PERSADA
Jl. Raya Leuwinanggung No. 112
Kel. Leuwinanggung, Kec. Tapos, Kota Depok 16456
Telp 021-84311162
Email: rajapers@rajagrafindo.co.id
www.rajagrafindo.co.id

RAJAWALI PERS
DIVISI BUKU PERGURUAN TINGGI



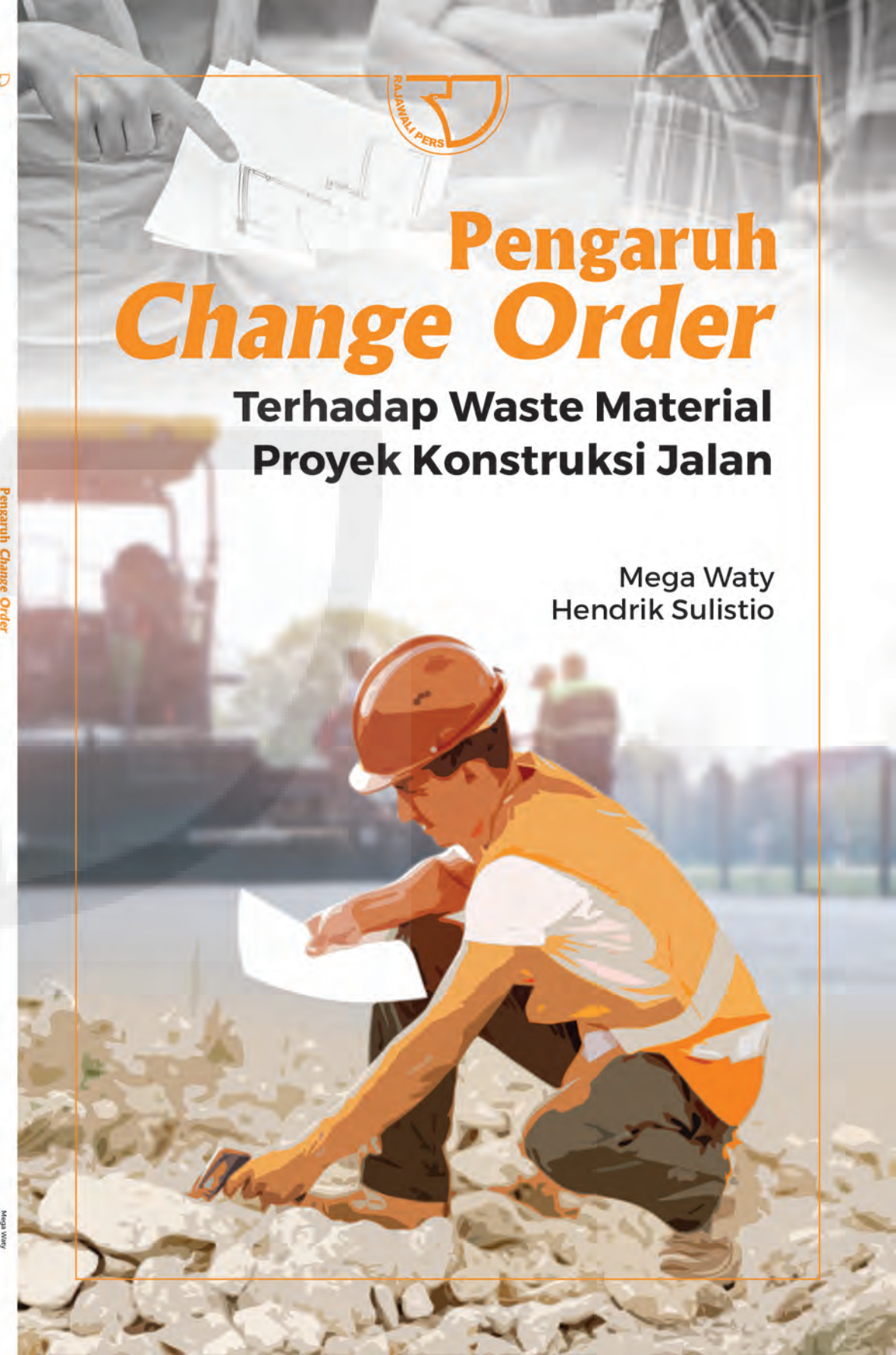
Pengaruh *Change Order*
Terhadap Waste Material Proyek Konstruksi Jalan

Mega Waty
Hendrik Sulistio

Pengaruh *Change Order*

Terhadap Waste Material
Proyek Konstruksi Jalan

Mega Waty
Hendrik Sulistio



Pengaruh *Change Order*

**Terhadap Waste Material
Proyek Konstruksi Jalan**



Pengaruh *Change Order*

**Terhadap Waste Material
Proyek Konstruksi Jalan**

Mega Waty
Hendrik Sulistio



RAJAWALI PERS
Divisi Buku Perguruan Tinggi
PT RajaGrafindo Persada
DEPOK

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam terbitan (KDT)

Mega Waty, Hendrik Sulistio.

Pengaruh *Change Order* terhadap Waste Material Proyek
Konstruksi Jalan/ Mega Waty, Hendrik Sulistio.

—Ed. 1, Cet. 1.—Depok: Rajawali Pers, 2023.

viii, 122 hlm. 23 cm.

Bibliografi: hlm. 113

ISBN 978-623-08-0331-4

Hak cipta 2023, pada penulis

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apa pun,
termasuk dengan cara penggunaan mesin fotokopi, tanpa izin sah dari penerbit

2023.4206 RAJ

Mega Waty

Hendrik Sulistio

**PENGARUH CHANGE ORDER TERHADAP WASTE MATERIAL PROYEK
KONSTRUKSI JALAN**

Cetakan ke-1, Oktober 2023

Hak penerbitan pada PT RajaGrafindo Persada, Depok

Copy Editor : Nuraini

Setter : Dahlia

Desain cover : Tim Kreatif RGP

Dicetak di Rajawali Printing

PT RAJAGRAFINDO PERSADA

Anggota IKAPI

Kantor Pusat:

Jl. Raya Leuwinanggung, No.112, Kel. Leuwinanggung, Kec. Tapos, Kota Depok 16456

Telepon : (021) 84311162

E-mail : rajapers@rajagrafindo.co.id

<http://www.rajagrafindo.co.id>

Perwakilan:

Jakarta-16456 Jl. Raya Leuwinanggung No. 112, Kel. Leuwinanggung, Kec. Tapos, Depok, Telp. (021) 84311162. **Bandung**-40243, Jl. H. Kardi Timur No. 8 Komplek Kurdi, Telp. 022-5206202. **Yogyakarta**-Perum. Pondok Soragan Indah Blok A1, Jl. Soragan, Ngestiharjo, Kasihan, Bantul, Telp. 0274-625093. **Surabaya**-60118, Jl. Rungkut Harapan Blok A No. 09, Telp. 031-8700819. **Palembang**-30137, Jl. Macan Kumbang III No. 10/4459 RT 78 Kel. Demang Lebar Daun, Telp. 0711-445062. **Pekanbaru**-28294, Perum De' Diandra Land Blok C 1 No. 1, Jl. Kartama Marpyan Damai, Telp. 0761-65807. **Medan**-20144, Jl. Eka Rasmi Gg. Eka Rossa No. 3A Blok A Komplek Johor Residence Kec. Medan Johor, Telp. 061-7871546. **Makassar**-90221, Jl. Sultan Alauddin Komp. Bumi Permata Hijau Bumi 14 Blok A14 No. 3, Telp. 0411-861618. **Banjarmasin**-70114, Jl. Bali No. 31 Rt 05, Telp. 0511-3352060. **Bali**, Jl. Imam Bonjol Gg 100/V No. 2, Denpasar Telp. (0361) 8607995. **Bandar Lampung**-35115, Perum. Bilabong Jaya Blok B8 No. 3 Susunan Baru, Langkapura, Hp. 081299047094.



PRAKATA

Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku dengan judul *Pengaruh Change Order terhadap Waste Material Proyek Konstruksi Jalan*.

Keseharian penulis yang berkecimpung dalam dunia akademik dan dalam manajemen konstruksi dan manajemen konstruksi di Universitas Tarumanagara dan oleh karena itu penulis mengangkat masalah *change order* yang banyak dihadapi dalam manajemen konstruksi dan manajemen proyek pada proyek konstruksi jalan sebagai topik buku ini.

Buku ini menulis tentang dampak *change order* terhadap *waste material* yang sering terjadi pada konstruksi jalan yang digunakan dalam penulisan ini dengan menggunakan pengolahan data smart PLS 4.0.

Demikian penulis buku ini bermanfaat baik bagi para praktisi maupun bagi dunia akademis.

Jakarta, Agustus 2023

Penulis



DAFTAR ISI

PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Apa <i>Change Order</i> Itu?	1
B. Apakah Waste Material Itu?	31
C. Pengertian Jalan	47
BAB 2 PERANAN <i>CHANGE ORDER</i> TERHADAP WASTE MATERIAL	57
A. Peranan Waste Konstruksi	57
B. Akar Penyebab Timbulnya Waste Konstruksi	62
C. Penyebab Waste Material Proyek Konstruksi Jalan	63
D. Dampak <i>Change Order</i>	71
E. Peranan <i>Change Order</i> terhadap Waste Material	78
BAB 3 BAGAIMANA MENGUKUR PENGARUH <i>CHANGE ORDER</i> PROYEK KONSTRUKSI JALAN	83
A. Pengukuran Pengaruh <i>Change Order</i> Proyek Konstruksi Jalan	83
B. Regresi Linier Berganda	88
C. Uji Hipotesis	88

D. Hasil Pengukuran Dampak <i>Change Order</i> Proyek Konstruksi Jalan	89
E. Validasi Hasil Pengukuran Dampak <i>Change Order</i> terhadap Waste Material	103
BAB 4 PENGARUH <i>CHANGE ORDER</i> TERHADAP WASTE MATERIAL	105
A. Pengaruh <i>Change Order</i> terhadap Waste Material Proyek Konstruksi Jalan	105
B. Dampak <i>Change Order</i> terhadap Waste Material Proyek Konstruksi Jalan	106
C. Analisis Dampak <i>Change Order</i>	111
DAFTAR PUSTAKA	113
BIODATA PENULIS	121

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Apa *Change Order* Itu?

Change order adalah perjanjian tertulis untuk mengubah, menambah, atau dengan cara lain mengubah pekerjaan dari yang ditetapkan dalam kontrak dokumen pada saat pembukaan penawaran, dengan ketentuan: perubahan dapat dianggap berada dalam ruang lingkup proyek asli dan jika tidak, maka modifikasi kontrak sangat diperlukan (Fisk dan Reynold, 2014)[1]

Change order merupakan perubahan-perubahan dalam pelaksanaan konstruksi yang menyebabkan tidak sesuai dengan kontrak sebelumnya (Putra dan Sulistio, 2020)[2]. Putra dan Sulistio, 2020[2] juga menyatakan bahwa *change order* merupakan kegiatan yang dapat mengubah persyaratan pada harga kontrak, jadwal pembayaran, tanggal penyelesaian, atau spesifikasi. Hampir setiap proyek mengalami *change order* yang dikarenakan oleh lingkungan proyek yang selalu berubah-ubah dalam setiap proyek konstruksi. Akibatnya, proyek konstruksi menerima dampak yang signifikan dan tidak pasti (Milat, Knezić dan Sedlar, 2021).

FIDIC (2017) menyatakan bahwa *change order* (atau dikenal juga dengan *variation order*) dapat dilakukan atas perintah *engineer* pada saat apa pun selama Berita Acara Serah Terima pekerjaan belum dirilis. *Change order* dapat disebabkan oleh adanya perubahan spesifikasi setelah penandatanganan kontrak. Perubahan ini dapat juga diikuti oleh perubahan harga satuan pekerjaan.

Menurut Fisk dan Reynolds (2014)[1] tujuan dilakukannya *change order* adalah sebagai berikut.

1. Mengubah rencana kontrak atau untuk menentukan metode dan jumlah pembayaran serta perubahan waktu kontrak yang diakibatkannya.
2. Mengubah spesifikasi kontrak, termasuk perubahan dalam pembayaran dan waktu kontrak yang ditimbulkannya.
3. Mengadakan perjanjian terkait urutan pekerjaan, termasuk perubahan dalam pembayaran atau perubahan kontrak yang ditimbulkannya.
4. Kepentingan administrasi, untuk menetapkan metode pembayaran dan dana tambahan untuk pekerjaan yang telah diatur dalam kontrak.
5. Kepentingan administrasi, untuk mengesahkan dana tambahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan perubahan pekerjaan yang telah disetujui sebelumnya.
6. Menyesuaikan kelebihan dan kekurangan harga satuan akibat perubahan, jika diperlukan menurut spesifikasi.
7. Membayar insentif pengajuan *cost-reduction* (pengajuan rekayasa nilai).
8. Melakukan pembayaran setelah klaim disepakati.

1. Tipe *Change Order*

Fisk dan Reynolds (2014)[1] menyatakan terdapat dua tipe *change order* sebagai berikut.

Directed changes, merupakan perubahan yang dilakukan akibat perintah dari *owner* untuk melakukan pekerjaan di luar spesifikasi yang telah ditentukan.

Constructive changes, merupakan tindakan informal yang mengizinkan terjadinya perubahan pada kontrak akibat tindakan atau kegagalan *owner* dalam bertindak. Tindakan atau kegagalan untuk bertindak yang dianggap meningkatkan biaya dan/atau waktu pelaksanaan oleh kontraktor dapat diajukan sebagai *change order*. Perubahan ini harus diajukan oleh kontraktor pada jangka waktu tertentu disertai

dengan dokumen pendukung. Beberapa pekerjaan yang termasuk *constructive changes* di antaranya:

- rencana dan spesifikasi yang cacat;
- interpretasi *engineer*;
- standar pelaksanaan lebih tinggi dari yang telah ditentukan;
- inspeksi yang tidak layak dan penolakan;
- perubahan metode pelaksanaan;
- perubahan urutan pekerjaan;
- *owner* merahasiakan sesuatu;
- pekerjaan yang tidak dapat dilaksanakan.

Salah satu tipe *change order* lainnya adalah *oral change order*. *Oral change order* dilakukan ketika kedua belah pihak sepakat untuk melakukan perubahan secara langsung dengan mengesampingkan dokumen-dokumen yang diperlukan. Namun demikian, tipe *change order* ini cenderung berbahaya, karena kedua belah pihak dapat menyangkal kesepakatan mengenai perubahan tersebut di kemudian hari.

2. Tahapan *Change Order*

Change order harus dilakukan sesuai dengan prosedur yang ada, maupun yang telah disepakati. FIDIC (2017) menyatakan ada dua jenis tahapan *change order*, yaitu *change order* yang terjadi atas instruksi dan atas proposal kontraktor. Tahapan *change order* yang terjadi atas instruksi adalah sebagai berikut.

Engineer memberi instruksi perubahan melalui *Notice* (umumnya berupa *Site Instruction* atau SI) yang berisi spesifikasi perubahan dan pernyataan terkait persyaratan yang diperlukan untuk pencatatan biaya.

Kontraktor melakukan pekerjaan yang diperintahkan paling lambat 28 hari setelah menerima perintah tersebut (atau jangka waktu yang diusulkan kontraktor dan disetujui oleh *engineer*).

Kontraktor kemudian menyerahkan dokumen sebagai berikut.

Penjelasan mengenai pekerjaan perubahan yang dilakukan atau akan dilakukan beserta metodenya.

Rencana waktu pelaksanaan beserta pengajuan mengenai perubahan waktu pelaksanaan awal (jika diperlukan) serta dampaknya pada waktu penyelesaian.

Pengajuan kontraktor terkait perubahan nilai kontrak akibat nilai variasi beserta dokumen pendukungnya (termasuk estimasi volume, pembayaran tambahan apabila akan timbul biaya akibat penambahan waktu). Jika kedua belah pihak telah setuju bahwa pekerjaan dilakukan oleh pihak lain, pengajuan kontraktor dapat memuat jumlah keuntungan yang hilang serta kerusakan lain yang timbul akibatnya.

Engineer menentukan penambahan waktu pekerjaan (jika diperlukan), serta perubahan nilai kontrak.

Sedangkan untuk *change order* yang diajukan oleh kontraktor, tahapannya adalah sebagai berikut.

Engineer dapat meminta proposal sebelum memerintahkan perubahan dengan mengeluarkan SI pada kontraktor.

Kontraktor memberi jawaban dengan menyerahkan proposal atau memberi alasan mengapa kontraktor tidak dapat melakukannya.

Jika kontraktor mengajukan proposal, *engineer* harus memberi jawaban sesegera mungkin, menyatakan persetujuan atau sebaliknya. Kontraktor tidak boleh menunda pekerjaan selama menunggu jawaban.

Jika *engineer* menerima proposal, dengan atau tanpa komentar, *engineer* harus segera menginstruksikan perubahan. Kontraktor kemudian harus menyerahkan dokumen yang diperlukan sesuai Sub-Klausula 13.3.1 (Perubahan atas instruksi).

Jika *engineer* menolak proposal, dengan atau tanpa komentar, dan jika kontraktor telah mengeluarkan biaya selama pengajuannya, kontraktor berhak mengajukan biaya sesuai Sub-Klausula 20.2.

Change order adalah perubahan pekerjaan setelah kontrak ditandatangani oleh pemilik dan kontraktor, perubahan itu dapat terjadi pada awal, pertengahan maupun pada akhir proyek. *Change order* merupakan hal umum yang sering terjadi dalam proyek konstruksi. Hampir seluruh proyek yang ada selalu terjadi *change order*, baik pada proyek pemerintah maupun proyek swasta itu dapat terjadi baik dari pihak kontraktor maupun pemilik.

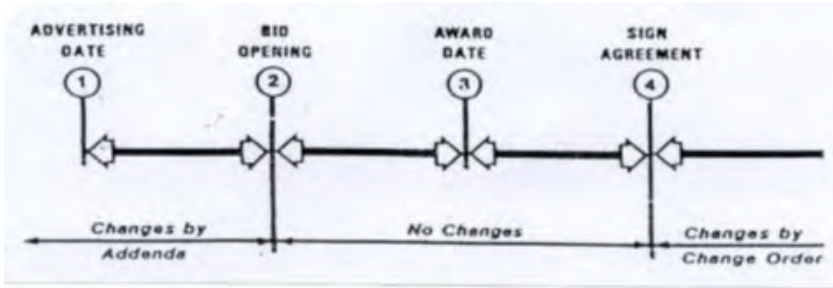
Hasil Penelitian Santoso (2004) menyatakan risiko *change order* merupakan risiko terpenting menurut pandangan pemilik dan kontraktor. Penelitian di Thailand (Ghosh and Jintanapakanont, 2004) menyebutkan bahwa negosiasi *change order* merupakan salah satu faktor yang memengaruhi analisis risiko yang paling kritis, jika ditinjau dari sistem kontrak dan risiko hukum (dalam penelitian Waty, 2013)[3]

Penelitian *The Construction Industry Dispute Avoidance and Resolution Task Force* di Amerika Serikat tahun 1995 memperkirakan lebih dari 60 miliar dolar dikeluarkan untuk pekerjaan karena *change order* per tahun (Ibbs, 1997) dalam penelitian Waty, 2013 [3]. Laporan kantor audit Nasional Taiwan 1998 menyatakan kecacatan utama proyek pemerintah adalah banyaknya *change order*, yang menyebabkan proyek terlambat dan biaya yang membengkak (Hsieh *et al.*, 2004)[4].

Pemilik sering melakukan perubahan pada pekerjaan tertentu, hal ini akan memberi dampak pada biaya dan jadwal proyek. Sebaliknya dari sisi kontraktor mengharapkan *change order* dapat memberikan kompensasi yang layak sebagai pembayaran pekerjaan tambah atau kurang (Hanna *et al.*, 1999)[5]. Perubahan konstruksi tidak hanya membahayakan profit margin kontraktor, tetapi juga membuat berbagai pihak sulit untuk mencapai kesepakatan, yang dapat menunda pemecahan perselisihan dan menambah biaya proyek (Finke, 1998)[6].

Change order menyebabkan biaya menyebabkan item kontrak membengkak, kesalahan perencanaan dan kelalaian serta perubahan ruang lingkup yang dapat dikurangi dengan mempertajam hasil akhir perencanaan (Taylor *et al.*, 2012)[7].

Penelitian Waty & Sulistio (2020)[8] menyatakan efek *change order* dari perhitungan *change order* proyek di Banten adalah: tunda tanggal penyelesaian proyek, pembengkakan biaya, menghasilkan klaim dan perselisihan, memengaruhi kinerja dan moral kerja, serta sebagian besar kontraktor mengeluarkan biaya tambahan.



Gambar 1.1 Waktu Terjadinya *Change Order* Proyek Konstruksi

(Sumber: Fisk dan Reynolds, 2014) [1]

Perubahan yang terjadi selama proses desain dan konstruksi dari suatu fasilitas yang baru, di antaranya perubahan desain, perubahan jadwal, penggantian material, dan modifikasi terhadap metode konstruksi.

Pada umumnya perubahan ini dapat dilaksanakan dengan sedikit masalah. Banyak dari perubahan tersebut di atas menyebabkan perbaikan terhadap rencana semula, atau terhadap hasil kerja, ketika hal-hal yang tidak terduga terjadi atau sudah diantisipasi bila terjadi perubahan. Perubahan-perubahan yang memengaruhi persetujuan kontraktual disebut perubahan kontraktual, hal tersebut di atas adalah yang paling berpengaruh dalam menyelesaikan perselisihan antara kontraktor dan pemilik.

Change order secara tidak langsung mencerminkan seolah-olah kurang baiknya perencanaan dan kurang tepatnya usaha mengantisipasi berbagai faktor dan permasalahan teknis maupun nonteknis.

Meskipun segala sesuatunya telah diusahakan secara optimal, catatan para pengelola proyek menunjukkan bahwa *change order* tidak dapat dihindari sehingga harus berusaha mengelola *change order* dengan sebaik-baiknya, dan mudah diperkirakan bahwa *change order* yang bersifat penambahan akan mendorong terjadinya kenaikan harga kontrak (Soeharto,1995)[9].

Change order dapat menambah ruang lingkup pekerjaan, yang dinyatakan dengan hadirnya aktivitas baru di dalam lingkup aktivitas yang sudah ada, jika ditinjau dari segi waktu untuk mengakomodasi

kebutuhan akibat *change order*. Pengurangan *change order* (dalam hal ini mengurangi lingkup kerja kontraktor) yang mengakibatkan hilangnya item pekerjaan tertentu. *Change order* juga menyebabkan urutan pekerjaan harus dijadwal kembali (Ibbs, 2005) dalam penelitian Waty, (2013)[3].

Dari beberapa tulisan di atas dapat disimpulkan *change order* yaitu perintah kerja yang tertulis dan sah yang mengubah dari lingkup kontrak semula, dan di mana perintah perubahan ini akan mendapatkan kompensasi yang sudah disetujui oleh pemilik dan kontraktor. Perubahan pekerjaan dapat berupa penambahan atau pengurangan lingkup item pekerjaan, perubahan material atau perubahan jadwal.

Format *change order* mengidentifikasi perubahan yang dibuat sebagai modifikasi terhadap kontrak konstruksi yang asli yang disetujui oleh pemilik dan kontraktor.

Format *change order* bervariasi dan berisi antara lain nama dan bagian proyek, pemilik yang menyetujui, waktu yang telah ditetapkan, alasan perubahan dan nilai perubahan.

Kontraktor tidak akan melaksanakan perubahan kontrak sebelum *change order* tersebut disahkan oleh pemilik. Perubahan perintah kerja dapat mengubah harga kontrak, skedul pembayaran dan tanggal akhir penyelesaian proyek, atau rencana kerja dan spesifikasi kerja. Perubahan-perubahan demikian harus selalu dalam bentuk tertulis.

Dari contoh format *change order* yang ada semuanya memuat identifikasi *change order*. Bentuk standar dari *change order* tidaklah penting, tetapi yang diinginkan *change order* adalah segala perubahan dinyatakan secara tertulis dan disetujui oleh pihak-pihak yang terkait.

3. Perubahan Informal (*Constructive Changes*)

Constructive changes adalah tindakan informal yang mengesahkan atau memerintahkan suatu modifikasi di lapangan yang terjadi oleh karena kesalahan dalam melakukan tindakan. Perubahan informal (*Constructive Changes*), atau perubahan konstruktif menunjukkan perubahan lingkup pekerjaan kontraktor atau metode pelaksanaan akibat kesalahan pemilik, pihak ketiga seperti subkontraktor dan juga supplier, serta seluruh kesalahan di luar dari kontraktor. Kesulitan

kontraktor mengidentifikasi dan mengontrol menyebabkan kontraktor melaksanakan pekerjaan yang berbeda yang tidak sesuai dengan kontrak.

Perubahan informal sangat menyulitkan karena sering kali perubahan informal diketahui setelah pelaksanaan, selain itu dampaknya pada biaya dan jadwal sulit untuk ditentukan.

Perubahan konstruktif dapat menyebabkan perselisihan yang biasanya terjadi karena (Fisk dan Reynolds, 2014)[1]:

- a. perencanaan dan spesifikasi yang kurang baik;
- b. penafsiran yang berbeda dari pihak perencana;
- c. standar pelaksanaan yang lebih tinggi daripada yang telah dispesifikasikan;
- d. pemeriksaan dan penolakan yang tidak tepat;
- e. perubahan metode pelaksanaan;
- f. perubahan urutan konstruksi;
- g. hal-hal yang belum ditentukan oleh pihak pemilik;
- h. pelaksanaan yang tidak praktis atau tidak mungkin.

Perubahan konstruktif merupakan sumber utama dari perselisihan konstruksi.

Kebanyakan perselisihan berasal dari penafsiran yang keliru dalam bidang perencanaan teknis dan spesifikasi. Pihak pemilik dan perencana cenderung menginterpretasikan kontrak ke dalam suatu cara yang paling bermanfaat atau menguntungkan suatu proyek. Di sisi lain, pihak kontraktor cenderung membaca perencanaan dan spesifikasi dalam suatu cara yang meminimalkan biaya pelaksanaan.

Cara yang paling efektif untuk mencegah perselisihan mengenai perubahan konstruktif adalah kontraktor harus memiliki lingkup kerja yang detail dan dipersiapkan dengan hati-hati. Walaupun telah diambil langkah demikian perselisihan tetap dapat timbul, dan alasan inilah maka ketetapan mengenai perubahan yang komprehensif harus dimasukkan ke dalam kondisi umum (*general condition*) dari suatu kontrak konstruksi.

4. Perubahan Formal (*Directed Changes*)

Perubahan formal diajukan dalam bentuk tertulis, yang diusulkan oleh pemilik yang ditujukan kepada kontraktor untuk mengubah lingkup kerja, waktu pelaksanaan, biaya-biaya atau hal-hal lain yang berbeda yang telah dispesifikasikan dalam kontrak.

Perubahan formal biasanya menyangkut alternatif-alternatif pada desain suatu konstruksi dan diwujudkan dalam bentuk perbaikan-perbaikan dalam gambar atau spesifikasi konstruksi. Pemilik sering kali mengubah keperluannya atau mengubah kontrak kerja atau supplier (Gilbreath, 1992).

Pada umumnya ketidaksetujuan cenderung berkisar kepada ganti rugi finansial dan pada efek perubahan terhadap jadwal konstruksi (Fisk dan Reynolds, 2014) [1]. Pada umumnya kontrak juga mempunyai ketentuan untuk perubahan-perubahan formal biasanya mudah untuk ditangani.

Ketentuan tersebut biasanya memberikan kebebasan sepihak pada pemilik untuk mengubah lingkup kerja dan mengharuskan kontraktor untuk mengikuti perubahan-perubahan tersebut. Karena perubahan formal umumnya diketahui sebelum proyek terlaksana sepenuhnya, berdasarkan perencanaan dan merupakan pilihan yang sudah dipertimbangkan oleh pemilik dan didokumentasikan dalam format *change directive*.

Dalam hal ini *change order* yang dibahas adalah perubahan formal (*directed changes*) karena ini merupakan perubahan yang tertulis, yang secara resmi diajukan dan disetujui serta mendapat kompensasi dari pemilik dan disetujui oleh pemilik dan kontraktor.

5. Penyebab Terjadinya

Penyebab *change order* bermacam-macam. Ada yang merupakan kesalahan dalam bidang administrasi ada pula dalam bidang konstruksi. Banyak tulisan yang menyatakan kesalahan desain adalah penyebab yang paling dominan pada *change order*. Ada yang disebabkan dari pemilik, adapula dari kontraktor, maupun subkontraktor.

Pada penelitian sebelumnya, Diekman and Nelson (1985) menyebutkan penyebab utama *change order* ada tiga yakni kesalahan perencanaan (65%), kesalahan desain (30%), dan faktor tak terduga (5%) dalam penelitian Waty, 2013.[3]

a. Penyebab *Change Order* (Finke,1998)[6]

Menurut Finke (1998) [6] *change order* disebabkan paling tidak ada enam penyebab mekanisme yakni:

- 1) pengalihan sumber daya atau keahlian pekerja yang kurang;
- 2) pemogokan yang terjadi pada area pekerjaan;
- 3) meningkatnya harga pasar;
- 4) lemahnya pengawasan;
- 5) penghentian sementara pekerjaan yang sedang berlangsung;
- 6) penundaan waktu.

b. Penyebab *Change Order* (Hsieh et al., 2004)[4]

Penyebab *change order* dibagi menjadi dua bagian utama yang berhubungan dengan kebutuhan. Kebutuhan yang pertama adalah kebutuhan konstruksi, yang biasanya merupakan kebutuhan yang ada di lapangan dan sering terjadi karena kondisi dan keadaan lapangan. Sedang kebutuhan kedua yakni kebutuhan yang berhubungan dengan administrasi lapangan, yang berhubungan dengan surat menyurat dan peraturan yang berlaku.

Kebutuhan Konstruksi

- 1) Perencanaan teknis

Jenis *change order* ini adalah penyebab utama segala kecacatan, kesalahan dan kelalaian dalam perencanaan teknis, di mana terdapat kekeliruan dalam perhitungan estimasi, kontrak yang tidak lengkap, ketidakcocokan antara spesifikasi dan keadaan lapangan, kekeliruan perencanaan, kutipan dari spesifikasi yang kurang lengkap.

2) Kondisi bawah tanah

Penyelidikan lapangan yang tidak lengkap pada saat perencanaan, permintaan pekerjaan tambah untuk pekerjaan di bawah tanah, peningkatan penyelidikan bawah tanah, kondisi bawah tanah yang berbeda atau rembesan bawah tanah setelah penggalian.

3) Pertimbangan keselamatan kerja

Situasi yang tidak terduga selama proses pekerjaan konstruksi, di mana kontraktor sangat membutuhkan untuk menjaga pelaksanaan kerja dengan membuat perubahan yang pasti tanpa melalaikan peraturan keselamatan. Perubahan sekecil apa pun seperti mengosongkan konstruksi tanpa perencanaan yang pasti, atau mengubah rute kendaraan untuk mengurangi aktivitas proyek atau menerima metode konstruksi baru, dan akhirnya *change order* terjadi.

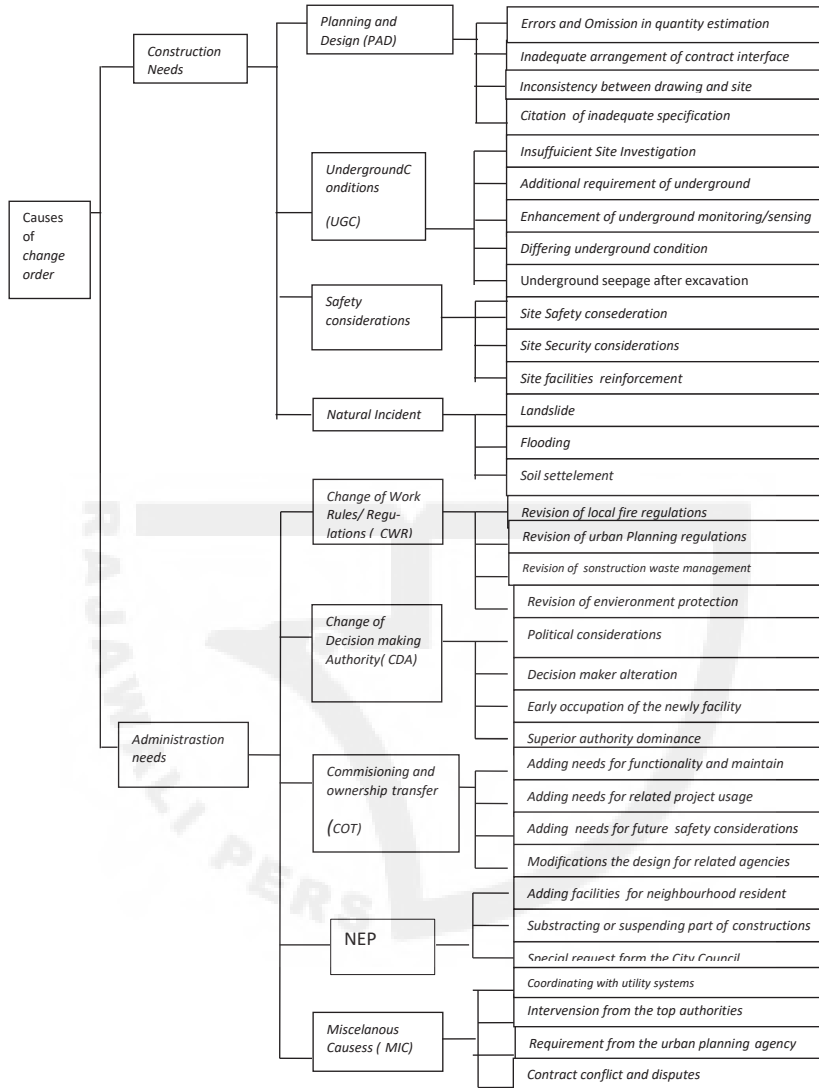
4) Kejadian alam

Iklim tropis, di mana keadaan alam dan hujan deras paling memengaruhi kejadian alam. Lebih jauh lagi seperti tanah longsor, banjir besar atau kegagalan pekerjaan dinding penahan. Jika terjadi insiden tersebut sangat besar sekali, maka konstruksi tidak dapat dikerjakan sesuai dengan perencanaan awal, sehingga mengubah perencanaan proyek yang sebelumnya sudah dibuat.

Kebutuhan Administrasi

1) Perubahan peraturan kerja/pemerintah (CWR)

Proyek pemerintah sering mengalami perpanjangan jadwal pelaksanaan untuk perencanaan dan konstruksi. Durasi proyek yang panjang, selebihnya mudah terkena perubahan dari peraturan pemerintah/hukum yang berlaku. Peraturan pemerintah dalam kekuatan selama periode perencanaan teknis dapat direvisi oleh pemerintah pada tingkat konstruksi awal (sebelum mulai pekerjaan). Seperti banyaknya proyek penelitian. Dan yang pasti peraturan pemerintah/hukum yang berlaku biasanya sampai satu dekade saja. Misalnya perlindungan hukum, urbanisasi.



Gambar 1.2 Pengelompokan Penyebab *Change Order* (Hsieh et al., 2004)[4]

Pemilik tunduk kepada perubahan perencanaan proyek konstruksi yang telah dibuat oleh wakil pemerintah/konsultan sebelum pekerjaan dimulai dalam kasus ini. Jarang suatu pekerjaan yang sudah selesai lalu dimodifikasi yang lebih lanjut sebelum izin dikeluarkan.

2. Perubahan dari pihak yang berwenang membuat keputusan (CDA)
Perubahan situasi suatu awal proyek dari yang membuat keputusan yang berwenang selama konstruksi berlangsung. Mungkin politikus atau pejabat baru pada suatu bidang. Atau konflik antar penguasa yang lebih tinggi, yakni di mana ada perbedaan yang ekstrem antara ideologi politik.
3. *Commissioning* dan Serah Terima (COT)
Pekerjaan menjelang akhir proyek, biasanya dipakai daftar kalibrasi, prototype dan simulasi. Tidak terkejut apabila menjelang proyek berakhir dapat meningkatkan permintaan modifikasi untuk membangun sarana/prasarana jika yang dimodifikasi itu penting sekali, maka modifikasi harus mementingkan masalah keselamatan kerja, kegunaan dan pemeliharaan maka *change order* pun tak dapat dihindari.
4. Situasi Lingkungan Sekitarnya (NEP)
Mengenai lingkungan yang banyak dipertimbangkan demi perencanaan teknis itu memang tidak bisa dihindarkan dari suatu proyek. Yang terjadi di luar dari yang direncanakan ketika lingkungan sekitar atau penduduk mengajukan permintaan. Dan karena proyek pemerintah adalah proyek yang mengutamakan kesejahteraan rakyat tentulah permintaan seperti ini diizinkan, meskipun harus meningkatkan anggaran proyek. *Change order* akhirnya terjadi pada proyek tersebut.
5. Data lain-lain
Kadangkala data dari sarana bawah tanah, di mana terjadi penggalian dan penyelidikan tanah. Tanggapan yang lambat paling sering terdengar yang menyebabkan kesukaran besar dalam konstruksi.

c. Penyebab *Change Order* (Barrie and Paulson, 1992)[10]

Barrie and Paulson (1992) [10] mengklasifikasikan penyebab *change order* berdasarkan pada pihak-pihak yang terlibat sesuai dengan sistem kontrak kerja antara pemilik dan kontraktor (Gambar 1.3).

1) *Change Order* Disebabkan Oleh Pemilik:

- Penundaan memasuki di lapangan
- Keterlambatan dalam penyelesaian persetujuan untuk gambar desain kontrak dan klarifikasi
- Kecacatan perencanaan dan spesifikasi termasuk kesalahan dan kelalaian
- Perubahan desain utama
- Perubahan desain yang minor
- Penambahan ruang lingkup
- Pengurangan ruang lingkup
- Perpanjangan waktu
- Kesalahan penafsiran dari pemilik atau yang mewakilinya
- Penghentian kontrak sementara
- Kontrak yang kurang tegas
- Kurangnya informasi

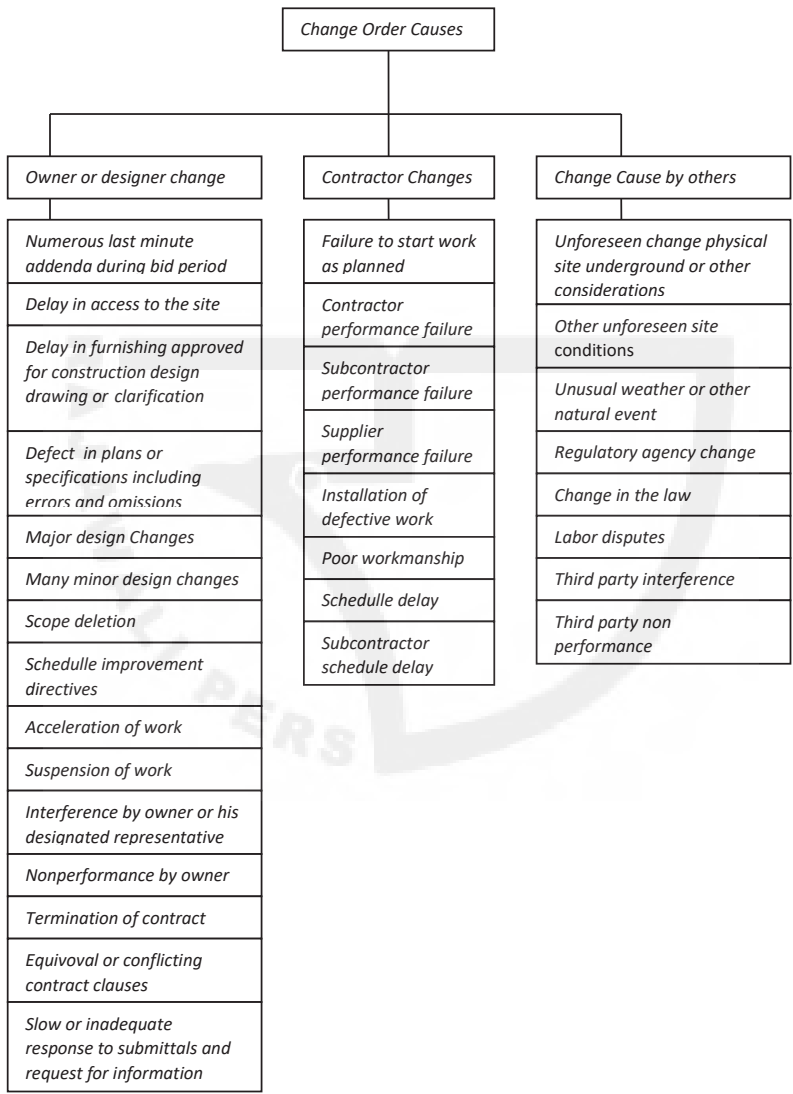
2) *Change Order* Berasal dari Kontraktor

- Kesalahan memulai pekerjaan seperti yang direncanakan
- Kegagalan dalam mengirim pekerja yang terampil
- Kegagalan kinerja kontraktor
- Kegagalan kinerja subkontraktor
- Terdapat kecacatan pemasangan pada pekerjaan
- Buruknya kinerja buruh
- Keterlambatan jadwal pekerjaan
- Keterlambatan dari jadwal subkontraktor

3) *Change Order* Karena Faktor lain-lain

- Kondisi bawah tanah yang berubah
- Faktor lain yang tak terduga
- Cuaca yang buruk
- Perubahan wewenang tertinggi
- Perubahan hukum/pemerintah

- Perselisihan buruh
- Kinerja pihak ketiga yang kurang baik
- Campur tangan pihak ketiga.



Gambar 1.3 Penyebab Change Order (Barrie and Paulson, 1992)[10]

d. Penyebab *Change Order* (Iman Soeharto, 1995) [9]

- Adanya informasi baru mengenai spesifikasi atau kriteria desain *engineering*. Pemilik bermaksud memasukkan hal tersebut karena ingin mengikuti kemajuan teknologi.
- Diminta oleh pemilik pada akhir proyek sewaktu prakomisi. Dalam hal ini yang menyangkut masalah kenyamanan (*convenience*) sering kali kurang mendapat perhatian dari pihak *engineering* proyek seperti elevasi valve dan instrumen.
- Perubahan karena terungkapnya kondisi baru yang berbeda dengan hasil pengkajian lebih dahulu. Perubahan ini sering dijumpai sewaktu pengerjaan tanah mempersiapkan lahan lokasi pabrik.
- Kurang jelasnya pasal-pasal kontrak, sehingga menimbulkan interpretasi yang berlainan dari pemilik proyek dan kontraktor.
- Keinginan mempercepat jadwal pelaksanaan.
- Adanya kondisi baru mengenai keadaan pasar mendorong pemilik memilih mempercepat penyelesaian proyek meskipun harus menambah biaya.

e. Penyebab *Change Order* (Gilbreath, 1992)[11]

- Cacat atau tidak lengkapnya informasi desain
Faktor utamanya yakni pemilik tidak puas terhadap desain perencana, yang berakibat menimbulkan problem revisi pada desain gambar dan spesifikasi. Bukan hanya itu saja, tetapi juga berkenaan struktural bangunan itu juga perlu diubah, dan ini merupakan fenomena umum pada pekerjaan *fast track*.
- Keterlambatan atau kesalahan pemilik dalam perlengkapan material dan peralatan. Biasanya pemilik menawarkan kepada kontraktor material dan perlengkapan untuk penyelesaian akhir kepada kontraktor untuk dipasang. Pemilik mempertimbangkan dan memutuskan untuk menghemat daripada membeli.
- Permintaan perubahan
Perubahan operasi kerja, keselamatan, lingkungan, pasar, studi kelayakan, pendanaan atau peraturan pemerintah.

- Perubahan kondisi yang tidak terduga di lapangan.
- Dampak dari pekerjaan yang terjadi bersamaan dengan yang lain (*collateral work*).

Tindakan sebuah kontraktor yang berhubungan dengan keterlambatan, atau disebabkan oleh subkontraktor lain, dapat juga akibat dari perubahan informal. Ini semua merupakan risiko tinggi yang ditujukan kepada jumlah, pendekatan atau ketergantungan suatu kontraktor di lapangan.

- Ketidakjelasan antara kontrak dan interpretasi kontrak.
- Pemilik membatasi metode kerja.
- Keterlambatan atau ketidakcocokan penyelesaian kontrak dari pihak pemilik.
- Penundaan atau percepatan.

Ketika pekerjaan kontraktor tertunda karena pemilik atau kontraktor lain, atau pihak ketiga, dan itu pasti meningkatkan biaya dan juga menambah waktu. Hal yang terjadi juga sama akan dilakukan jika terjadi percepatan.

Dari kelima sumber tersebut pengelompokan dari penyebab-penyebab *change order* digabungkan menjadi satu seperti yang terlihat dari Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Pengelompokan Penyebab *Change Order* (Waty, 2013)[3]

No.	Penyebab terjadinya <i>change order</i>	Hsieh <i>et al.</i> , (2004)	Barrie and Paul- son (1992)	Iman Soe- harto (1995)	Gil- breath (1992)	Finke (1998)
I	KEBUTUHAN KONSTRUKSI					
	1. Perencanaan dan desain					
	a. Kesalahan dalam desain dan perencanaan	•			•	
	b. Kesalahan dan kelalaian dalam penentuan estimasi	•				
	c. Kontrak yang kurang lengkap	•		•	•	
	d. Ketidakcocokan antara gambar dan keadaan lapangan	•				

No.	Penyebab terjadinya <i>change order</i>	Hsieh <i>et al.</i> , (2004)	Barrie and Paul- son (1992)	Iman Soe- harto (1995)	Gil- breath (1992)	Finke (1998)
	e. Kutipan dari spesifikasi yang tidak lengkap	•			•	
	f. Perubahan desain		•	•	•	
	g. Penambahan ruang lingkup		•			
	h. Pengurangan ruang lingkup		•			
	i. Penghentian pekerjaan sementara		•		•	•
	j. Ketentuan kontrak yang bertentangan atau kurang tegas		•	•	•	
	k. Jadwal yang terlalu padat				•	
	l. Keterlambatan dalam persetujuan perlengkapan untuk gambar desain atau perlengkapan pemilik		•			
	m. Perintah perbaikan jadwal		•			
	n. Perintah percepatan		•			
	2. Kondisi Bawah Tanah					
	a. Penyelidikan lapangan yang tidak lengkap	•				
	b. Peningkatan dari Penyelidikan bawah tanah	•				
	c. Kondisi bawah tanah yang berbeda	•	•	•	•	•
	d. Rembesan bawah tanah akibat penggalian	•				
	3. Pertimbangan Keselamatan Kerja					
	a. Pertimbangan keselamatan lapangan	•				
	b. Pertimbangan keamanan lapangan	•				
	c. Tambahan fasilitas keamanan	•				
	4. Kejadian Alam					
	a. Tanah Longsor	•				
	b. Banjir	•				
	c. Penurunan tanah	•				
	d. Cuaca yang tidak umum	•				

No.	Penyebab terjadinya <i>change order</i>	Hsieh <i>et al.</i> , (2004)	Barrie and Paul- son (1992)	Iman Soe- harto (1995)	Gil- breath (1992)	Finke (1998)
II	KEBUTUHAN ADMINISTRASI	•				
	1. Peraturan Perubahan Kerja					
	a. Perbaikan peraturan perencanaan Bina Marga	•	•	•		
	b. Perbaikan peraturan perlindungan lingkungan	•				
	2. Perubahan dari pihak yang berwenang untuk membuat keputusan					
	a. Pertimbangan politik	•				
	b. Penempatan awal dari fasilitas yang baru dibangun	•				
	c. Perubahan pasar				•	•
	d. Dominasi wewenang atasan	•	•			
	3. <i>Commisioning</i> dan Serah Terima					
	a. Kebutuhan tambahan untuk fungsionalitas dan perawatan	•				
	b. Kebutuhan tambahan untuk penggunaan proyek yang berhubungan	•				
	c. Kebutuhan tambahan untuk pertimbangan keselamatan mendatang	•				
	4. Permohonan lingkungan sekitar					
	a. Penambahan fasilitas untuk lingkungan penduduk	•				
	b. Mengurangi/menghentikan bagian konstruksi sehubungan masalah lingkungan	•				
	c. Permintaan khusus Dewan Kota	•				
	5. Perubahan-perubahan lain					
	a. Koordinasi dengan sistem utilitas	•				
	b. Keperluan dari agensi perencanaan Bina Marga	•		•		
	c. Konflik kontrak dan perselisihan	•			•	

No.	Penyebab terjadinya <i>change order</i>	Hsieh <i>et al.</i> , (2004)	Barrie and Paul- son (1992)	Iman Soe- harto (1995)	Gil- breath (1992)	Finke (1998)
III	PIHAK YANG TERLIBAT					
	1. Pemilik/Wakilnya	•		•		
	a. Kurangnya kontrol					•
	b. Ketidakmampuan pemilik		•			
	2. Kontraktor					
	a. Kurangnya <i>team work</i>		•		•	•
	b. Kurang memadainya peralatan/perlengkapan/tenaga kerja		•			
	c. Kegagalan kemampuan kontraktor/subkontraktor/penyedia		•			
	d. Keterlambatan kontraktor		•			
	e. Perselisihan tenaga kerja		•			
	3. Pihak Lain					
	a. Ketidakmampuan pihak ketiga		•			
	b. Campur tangan pihak ketiga		•			

Dari Tabel 1.1 dapat disarikan 50 penyebab *change order* terdiri dari: (Waty dan Sulistio, 2022) [12]:

- (1) kebutuhan konstruksi,
- (2) kebutuhan administrasi, dan
- (3) pihak yang terlibat.

Lima puluh penyebab *change order* adalah:

A. Kebutuhan Konstruksi

A.1 Perencanaan dan Desain

1. Kesalahan dalam perencanaan
2. Kesalahan dan kelalaian dalam penentuan estimasi
3. Kontrak yang kurang lengkap
4. Ketidakcocokan antara gambar dan keadaan lapangan

5. Spesifikasi yang tidak lengkap
6. Perubahan perencanaan
7. Penambahan ruang lingkup
8. Pengurangan ruang lingkup
9. Penghentian pekerjaan sementara
10. Ketentuan kontrak yang bertentangan atau kurang tegas
11. Jadwal yang terlalu padat
12. Keterlambatan dalam persetujuan perlengkapan untuk gambar desain atau perlengkapan pemilik
13. Perintah perbaikan jadwal
14. Perintah percepatan Jadwal

A.2 Kondisi Bawah Tanah

1. Penyelidikan lapangan yang tidak lengkap
2. Peningkatan dari penyelidikan bawah tanah
3. Kondisi bawah tanah yang berbeda
4. Rembesan bawah tanah akibat penggalian

A.3 Pertimbangan Keselamatan Kerja

1. Pertimbangan keselamatan lapangan
2. Pertimbangan keamanan lapangan
3. Tambahan fasilitas keamanan

A.4 Bencana Alam

1. Tanah longsor
2. Banjir
3. Penurunan tanah
4. Cuaca yang tidak umum

B. Kebutuhan Administrasi

B.1 Peraturan Perubahan Kerja (CWR)

1. Perbaikan peraturan perencanaan Bina Marga
2. Perbaikan peraturan perlindungan lingkungan hidup

B.2 Perubahan dari Pihak yang Berwenang (CDA)

1. Pertimbangan politik
2. Penempatan awal dari fasilitas yang baru dibangun
3. Perubahan pasar
4. Dominasi wewenang atasan

B.3 *Comissioning* dan Serah Terima (*Purchase Hand Over*)

1. Kebutuhan tambahan untuk fungsionalitas dan perawatan
2. Kebutuhan untuk penggunaan proyek yang berhubungan
3. Kebutuhan tambahan untuk pertimbangan keselamatan mendatang

B.4 Situasi Lingkungan Sekitar

1. Penambahan fasilitas untuk lingkungan penduduk
2. Mengurangi/menghentikan bagian konstruksi sehubungan masalah lingkungan
3. Permintaan khusus Dewan Kota

B.5 Perubahan Perubahan Lain

1. Koordinasi dengan sistem utilitas
2. Keperluan dari agensi perencanaan Bina Marga
3. Konflik kontrak dan perselisihan

C. Pihak yang Terlibat

C.1 Pemilik

1. Kurangnya kontrol
2. Ketidakmampuan pemilik
3. Keterlambatan pemilik

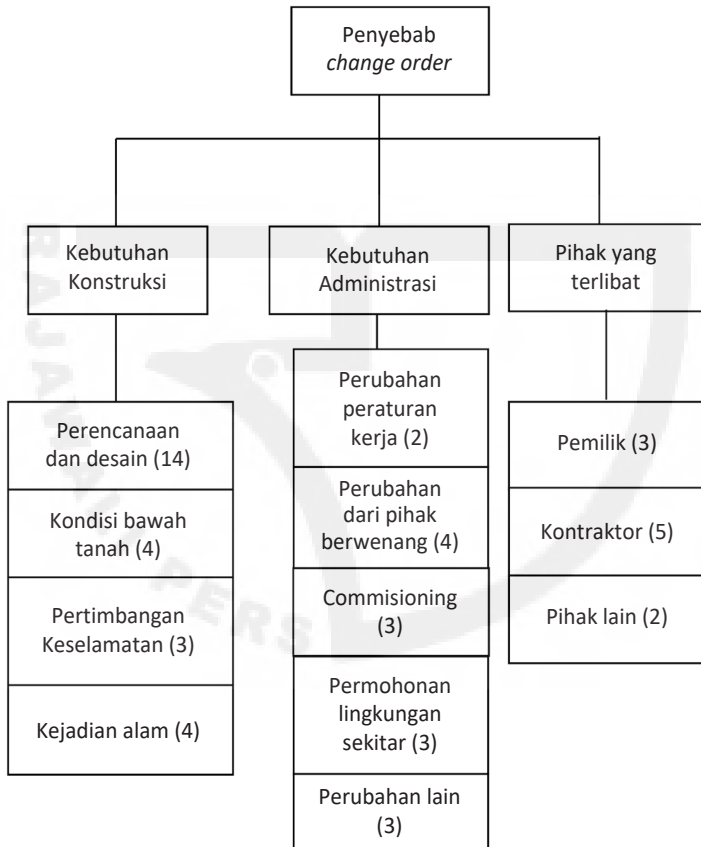
C.2 Kontraktor

1. Kurangnya *team work*
2. Kurang memadainya peralatan/perlengkapan/tenaga kerja
3. Kegagalan kemampuan kontraktor/subkontraktor
4. Perselisihan tenaga kerja
5. Keterlambatan kontraktor

C.3 Pihak lain

1. Ketidakmampuan pihak ketiga
2. Campur tangan pihak ketiga

Penyebab-penyebab yang ada dirangkum dalam Gambar 1.4 menjadi 50 penyebab *change order* yang dibagi menjadi tiga (Sulistio dan Waty, 2008)[13].



Gambar 1.4 Pengelompokan Penyebab *Change*

6. Elemen dan Prinsip

Karena *change order* adalah faktor dominan dalam menimbulkan suatu perselisihan dalam proyek konstruksi, maka haruslah dijabarkan dengan detail dan lengkap suatu kontrak.

Suatu *change order* menspesifikasikan hal-hal perubahan kontrak yang telah disetujui dan harus mendapat informasi sebagai berikut (Fisk dan Reynolds, 2014)[1].

a. Identifikasi *change order*

Identifikasi *change order* berupa:

- nomor kontrak
- tanggal kontrak
- nama proyek
- lama kontrak
- harga kontrak
- yang menyetujui
- yang memerintahkan

Selain itu juga dijabarkan hal-hal berikut.

1) Deskripsi perubahan

Misalnya perubahan dinding penahan tanah dari pasangan batu gunung menjadi pasangan batu kali. Detail yang diperlukan oleh kontraktor saat pengajuan proposal *change order* mengenai penjelasan yang jelas berupa gambar yang deskriptif.

2) Alasan perubahan

Misalnya perubahan dinding penahan tanah dari pasangan batu menjadi pasangan batu kali. Yang menyebabkan perubahan adalah karena tidaktersedianya material tersebut di daerah itu.

3) Perubahan dalam harga kontrak

Perubahan pekerjaan terjadi karena perubahan harga, apakah penambahan atau pengurangan kontrakm tetapi kebanyakan perubahan ini berupa penambahan harga kontrak.

4) Perubahan waktu kontrak

Dengan terjadinya perubahan maka waktu penyelesaian proyek pun jadi berubah.

5) Pernyataan bahwa akibat sekunder sudah termasuk, dalam hal ini persentase *overhead* dan profit juga dimasukkan.

- 6) Persetujuan oleh perwakilan pemilik dan kontraktor. Dalam *change order* harus ada persetujuan dari kedua belah pihak, barulah perubahan itu disahkan.

Masing-masing perubahan harus dievaluasi secara terpisah, tetapi terdapat prinsip-prinsip utama tertentu yang dapat diterapkan pada segala jenis *change order*.

b. Prinsip *Change Order* (Fisk dan Reynold, 2014)[1]:

- 1) Semua pekerjaan harus tertulis di dalam kontrak.
- 2) Identitas dari pihak-pihak yang berwenang untuk meminta dan menyetujui *change order* harus segera diketahui. Informasi ini harus diberikan mandor (*foreman*) dan perwakilan pihak pemilik (*owner resident project representative*).
- 3) Selama pertemuan sebelum masa konstruksi, suatu acara pertemuan atau rapat harus diadakan untuk menetapkan prosedur penanganan *change order*.
- 4) Semua perubahan dalam pekerjaan harus disahkan dalam bentuk tertulis sebelum pelaksanaan dari perubahan.
- 6) Ruang lingkup suatu *change order* harus jelas dan permintaan untuk proposal *change order* harus memiliki informasi yang cukup bagi kontraktor untuk membuat estimasi yang realistis.
- 6) Kontraktor harus mengajukan proposal untuk melaksanakan *change order* sesegera mungkin setelah menerima permintaan dan selanjutnya tanggapan persetujuan atau penolakan dari pihak pemilik harus secepat mungkin juga.
- 7) Proposal harus adil, harus memuat hak kontraktor untuk memasukkan persentase *overhead* dan profit dalam estimasi *change order* dan mengenai waktu serta material dalam penagihan *change order*. Harus memuat bahwa kontraktor berhak untuk ganti rugi karena tuntutan yang disebabkan oleh penundaan waktu yang sah, proses pengurangan *change order*, biaya untuk menyingkirkan material yang perlu dipindahkan, dan semua biaya yang sah yang terjadi selama pelaksanaan perubahan tersebut.

Permintaan perubahan perintah kerja, pada umumnya dipertimbangkan oleh manajer konstruksi profesional yang lazimnya membandingkan hal itu dengan perkiraan biaya wajar dari perubahan itu. Sesudah pertimbangan tersebut dan setelah mengadakan negosiasi dengan kontraktor bila diperlukan, manajer itu dapat merekomendasikan suatu persetujuan oleh pihak pemilik, yang selanjutnya secara formal akan melaksanakan perubahan perintah kerja tersebut.

Persiapan dan Proses

Change order harus jelas, ringkas dan eksplisit. *Change order* harus memberitahu kontraktor apa yang harus diselesaikan, batas waktu dan tempat, kapan pekerjaan harus dilaksanakan, dan jika pekerjaan tersebut terpengaruh, bagaimana kontraktor akan dibayar dan pertimbangan apa saja yang akan diberikan terhadap waktu kontrak (perpanjangan dan lain-lain).

Change order biasanya bermula dari personel konstruksi suatu proyek. Bagaimanapun besar perubahannya, biasanya juga diminta dari berbagai macam sumber seperti kontraktor, perubahan desainer, agen publik luar, atau perorangan.

Kontrak *change order* yang diajukan tertulis setelah para desainer telah memberikan pertimbangan untuk keperluan, ketepatan, metode-metode kompensasi, efek terhadap kontrak, estimasi biaya, reaksi kontraktor terhadap perubahan yang diajukan, dan probabilitas persetujuan akhir.

Perubahan apa pun dalam pekerjaan yang melibatkan perubahan dalam harga kontrak mula-mula harus disetujui oleh pemilik, sebelum *change order* dilaksanakan. Jika bukan pemilik yang menandatangani maka pihak yang menandatangani bagi pemilik harus memiliki wewenang tertulis dari pemilik untuk menandatangani bagi kepentingannya. Pihak perencana tidak memiliki wewenang untuk bertindak demi kepentingan pemilik (Fisk dan Reynolds, 2014) [1].

Ehrenheich, 1994 mengembangkan daftar optimasi *change order*, diringkas sebagai berikut (Waty, 2013) [3].

- *Change order* manajemen akan dimulai pada awal proyek.
- Tujuan dari proyek akan menjelaskan identifikasi dan persetujuan dengan pemilik.
- Penjadwalan yang pantas yang dipersiapkan diprioritaskan pada konstruksi.
- Perubahan dibuat dalam gambar dan desain yang murah dan dapat dengan cepat dilaksanakan.
- Aspek risiko perencanaan akibat kondisi lapangan, logistik, buruh, dan lain-lain harus diperhitungkan.
- Diberi biaya tambahan untuk perencanaan yang spesifik yang dapat menjelaskan, meninjau, menyetujui, dan mencatat *change order*.
- Persetujuan dalam tahap penandatanganan kontrak tentang bagaimana perubahan harga/fluktuasi yang dapat menyimpan waktu selama konstruksi dan menghindari banyak perselisihan.
- *Change order* nilainya kecil dapat diselesaikan di lapangan, sementara yang bernilai besar yang lebih rumit dapat harus disetujui dan oleh seorang profesional dan dilakukan peninjauan secara khusus.
- *Change order* akan menyatakan pembayaran kembali termasuk biaya dari seluruh dampaknya, termasuk berkurangnya produktivitas dan perpanjangan waktu pelaksanaan.
- *Change order* logistik berguna sebagai data yang sangat diperlukan untuk pengambilan keputusan dalam proyek tersebut atau yang akan datang.
- Peninjauan lapangan amat diperlukan untuk melihat secara nyata permasalahan dan mengidentifikasi perubahan yang diperlukan dalam suatu pekerjaan.
- Kunci keberhasilan dalam mengatasi *change order* yaitu tepat waktu dan komunikasi yang cepat dan tanpa masalah.
- Mengadakan rapat untuk mengetahui keinginan dari pemilik sehingga dapat memberikan pendekatan dalam pengambilan keputusan jika terjadi *change order* dan dapat dituangkan di dalam kontrak *change order*.

Dokumentasi sangat penting. Itu termasuk referensi kepada kontrak, identifikasi dari spesifik, alasan perubahan, dampak biaya dari perubahan dan permintaan tanda tangan dari persetujuan dan penerimaan.

Beberapa proses *change order* (Gilbreath, 1992)[11].

1) Identifikasi

Perubahan-perubahan yang diidentifikasi sesegera mungkin untuk dilakukan evaluasi secara menyeluruh terhadap dampaknya dan dibuat keputusan-keputusan apakah dan bagaimanakah keputusan-keputusan tersebut akan dibuat. Perubahan potensial atau yang terencana, ketika diprakarsai oleh pemilik, harus ditentukan kepada kontraktor sesegera mungkin. Hal ini seharusnya dilakukan melalui penggunaan surat dengan format tertentu. Seperti halnya dengan istilah pemberitahuan (*notification*) adalah semata-mata alat-alat yang digunakan oleh pemilik untuk memberitahukan kontraktor mengenai perubahan potensial atau yang direncanakan. Alat-alat tersebut juga digunakan oleh pemilik sebagai permohonan kepada kontraktor untuk menentukan dampak- dampak terhadap waktu dan jadwal, jika ada perubahan yang akan ditimbulkan dan dikutip juga oleh pemilik dalam kurun waktu tertentu. *Notification* (terkadang disebut juga bulletin) berbeda lagi dengan *change order* dalam hal alat-alat tersebut tidak perlu menginstruksikan kepada kontraktor untuk melakukan pekerjaan yang diubah. Alat tersebut semata-mata hanya meminta reaksi kontraktor terhadap perubahan-perubahan yang diajukan. Ketika dirancang dan digunakan sebagaimana mestinya, alat-alat tersebut seharusnya:

- Menginformasikan kontraktor semua detail dari perubahan-perubahan yang diajukan jika gambar-gambar atau spesifikasi-spesifikasi yang direvisi termasuk hal tersebut seharusnya didaftar dan dilampirkan.
- Mengindikasikan apakah informasi tersebut merupakan suatu perubahan, atau hanya merupakan tambahan atau informasi yang dijanjikan yang tidak memengaruhi perubahan atau tidak menyimpang dari persetujuan semula.

- Meminta kutipan kontraktor dalam suatu cara pembayaran (*lump sum, unit price*) pada tanggal tertentu.
- Memuat pernyataan yang jelas mengenai apakah pekerjaan tersebut seharusnya dimulai sesegera mungkin atau kontraktor seharusnya mengabaikan perubahan tersebut hingga *change order* dikeluarkan.
- Diberi tanda dan tanggal oleh pemilik. Memberi nomor pada *notification*, juga disarankan untuk memberi referensi. Akan terdapat ratusan *notifications*.
- Untuk memberitahu kepada kontraktor untuk mengetahui penerimaan terhadap notifikasi/pemberitahuan dengan mengembalikan salinan yang telah diberi tanda. Hal ini mengindikasikan kontraktor tidak menyetujui melakukan pekerjaan yang terpengaruh tetapi semata-mata kontraktor tersebut supaya mengetahui bahwa perubahan tersebut telah diajukan.
- Dikirim kepada semua kontraktor yang mungkin terpengaruh, bahkan secara tidak langsung, oleh perubahan tersebut. Proses notifikasi tersebut sesuai dengan situasi di mana perubahan-perubahan diajukan oleh pemilik. Bagaimanapun juga, banyak perubahan-perubahan diajukan/diidentifikasi oleh kontraktor. Ketika hal ini terjadi, kontraktor-kontraktor seharusnya memberitahu pemilik, mengidentifikasi perubahan tersebut dan menjelaskan dampak yang telah diantisipasi atau aktual terhadap biaya, jadwal atau hal teknis. Kontraktor-kontraktor pada umumnya melakukan hal ini dengan sebuah permintaan perubahan atau tuntutan.
- Pemilik dapat memberikan pengakuan awal untuk kontrak *change order* dan dituangkan di dalam klausul kontrak. Penyesuaian yang pantas yang harus didiskusikan dengan kontraktor untuk memungkinkan perubahan pekerjaan agar dikompensasikan sebagaimana suatu pekerjaan yang baru dimulai. Beberapa jenis persetujuan antara bagian-bagian yang termasuk dalam klausul kontrak dapat mengurangi konflik dan perselisihan. Namun, apabila konflik atau perselisihan

itu tidak dapat diatasi secara kekeluargaan maka pengadilan menjadi tempat terakhir untuk menyelesaikan perselisihan klaim.

2) Evaluasi

Sebuah perubahan yang telah diidentifikasi oleh pemilik ataupun kontraktor, pemilik harus memutuskan apakah menyetujui perubahan atau tidak.

Jika perubahan ditentukan oleh fakta, dampaknya harus diestimasi dan ditentukan. Evaluasi terhadap perubahan diajukan atau dibuat melibatkan peninjauan kembali terhadap kutipan kontraktor (atau tuntutan/klaim) untuk ketepatan, pemenuhan terhadap ketentuan-ketentuan kontrak dan kelayakan. Sama halnya estimasi harga yang wajar membantu pemilik mengevaluasi penawaran kontrak semula, hal tersebut juga menolong mengevaluasi kutipan-kutipan perubahan. Digunakan sebuah format yang mirip dengan "*Request for a Fair Price Estimate*". Metode pemberian harga yang digunakan haruslah dipastikan sama dengan yang digunakan oleh kontraktor-kontraktor untuk memudahkan perbandingan. Selama proses *change order* biasanya tidak dapat dicegah ada hal baru setelah pembatasan masalah, desain, spesifikasi/gambar, pengadaan, konstruksi, sebelum operasi, mulai dan laporan. Biaya orientasi perubahan untuk monitoring kontrol menjadi keuntungan pemilik dan konsultan. Untuk mencapai sasaran tersebut dapat dengan bantuan CPM scheduling. Suatu CPM scheduling berorientasi pada penyerahan pada kontraktor utama, proyek lapangan superintendent, estimator proyek dan konsultan proyek setelah penandatanganan kontrak (Dellon, 1986).

3) Approval

Pemilik sering kembali kepada kontraktor meminta informasi tambahan atau menolak kutipan-kutipan dan meminta kutipan yang direvisi. Terkadang negosiasi diperlukan ketika kedua belah pihak telah menyetujui kebutuhan dan jumlah dari kompensasi tambahan, *change order* dikeluarkan. Dokumentasi dan persetujuan identifikasi perubahan dan proses evaluasi dilakukan melalui sebuah format yang serupa dengan format persetujuan *change order*.

4) *Incorporation*

Sebuah *change order* disetujui oleh pemilik, *change order* tersebut dikeluarkan kepada kontraktor untuk mengubah ketentuan-ketentuan dari persetujuan semula. *Change order* tersebut dikeluarkan kepada kontraktor untuk mengubah ketentuan-ketentuan dari persetujuan semula. *Change order* dapat menggabungkan perubahan-perubahan tuntutan, notifikasi, atau permintaan perubahan kontraktor atau sering terjadi menggabungkan hasil-hasil kolektif tersebut. *Change order* seharusnya menjelaskan secara menyeluruh perubahan tersebut dan merevisi terhadap penetapan harga atau waktu pelaksanaan dalam kontrak *change order* seharusnya juga ditandatangani oleh kontraktor, menandakan penerimaan pekerjaan yang dirubah seharusnya seperti halnya perubahan dalam kompensasi.

Payment (Pembayaran)

Pembayaran untuk pekerjaan *change order* mengikuti prosedur yang sama seperti yang dijelaskan untuk pembayaran proses kontrak normal. Pengecualian adalah pekerjaan yang diubah tersebut seharusnya diidentifikasi dan didaftar secara terpisah pada estimasi kemajuan/*progress* dan faktur-faktur. Rekomendasikan bahwa pekerjaan yang sudah diubah dan yang orisinil tidak dicampur selama proses perubahan pekerjaan pada tahap ini atau dalam tahap/langkah yang lain sehingga hal ini dicatat secara terpisah.

B. Apakah Waste Material Itu?

Waste material atau sisa material dalam konstruksi dapat kita artikan sebagai kehilangan atau kehilangan sumber daya materi, waktu (dengan melihat tenaga kerja dan peralatan) dan juga modal, hal ini disebabkan oleh aktivitas yang memerlukan biaya, baik secara langsung atau tidak langsung, tetapi sama sekali tidak menambahkan nilai pada produk jasa konstruksi (Waty *et al.*, 2018) [14]. Material sebagai salah satu komponen penting yang memiliki pengaruh cukup erat dengan biaya suatu proyek, sehingga dengan adanya sisa material konstruksi yang cukup besar dapat dipastikan terjadi pembengkakan pada sektor

pembiayaan (Y.P. Devia, 2010)[15]. Material sebagai salah satu komponen yang mempunyai kontribusi sebesar 40% hingga 60% dari total biaya proyek (Budiadi, 2008)[16]. Sisa adalah kelebihan kuantitas material yang digunakan/didatangkan, tetapi tidak menambah nilai suatu pekerjaan. Sisa material konstruksi (sisa) merupakan material yang terbuang sia-sia dan tidak dapat dipakai kembali karena berbagai faktor penyebab, seperti kerusakan, kesalahan pemotongan, kesalahan pemasangan, dan sebagainya.

Pada setiap pelaksanaan proyek konstruksi bangunan, kemunculan sisa material tidak akan bisa dihindari (Aulia, 2016)[17]. Waste dalam bidang konstruksi dapat diartikan sebagai kehilangan atau kerugian berbagai sumber daya yaitu material, waktu (yang berkaitan dengan tenaga kerja dan peralatan) dan modal, yang diakibatkan oleh kegiatan-kegiatan yang membutuhkan biaya secara langsung maupun tidak langsung tetapi tidak menambah nilai kepada produk akhir bagi pihak pengguna jasa (Sulistio dan Waty, 2021).[18]

Jenis sisa material dapat dikategorikan menjadi dua bagian yaitu:

1. *demolition waste* adalah sisa material yang timbul dari hasil pembongkaran proses renovasi atau penghancuran bangunan lama;
2. *construction waste* adalah sisa material konstruksi yang berasal dari proses pembangunan atau renovasi bangunan. Sisa material tersebut tidak dapat dipakai lagi sesuai dengan fungsi semula. Sisa material ini bisa terdiri dari beton, batu bata, plester, kayu, pipa, dan lain-lain.

1. Sejarah Material Sisa

Seorang insinyur konstruksi pertama yang bernama Spivey (1974) [19] meneliti dan sekaligus menjadi pelopor dalam memperkenalkan manajemen sisa material yang nantinya akan membantu perkembangan orang-orang yang merupakan praktisi manajemen sisa konstruksi. Terdapat tiga urutan prosedur perencanaan agar dapat memaksimalkan pembuangan:

- a. menentukan potensial dari material-material yang dapat didaur ulang dikarenakan hampir semua material konstruksi dapat didaur ulang;
- b. mengevaluasi pembuangan yang akan dilakukan;
- c. pemilihan pembuangan yang akan dilakukan dengan memperhatikan volume, komposisi, faktor ekonomi, dampak terhadap lingkungan, dan menipisnya sumber daya yang tersedia.

Awalnya pekerjaan yang dilakukan oleh Spivey dianggap tidak efisien dan tidak memberikan dampak yang besar. Namun, saat ini sistem manajemen sisa konstruksi diakui sangat efektif dan dipakai untuk menanggulangi limbah padat hasil sisa konstruksi.

Keuntungan yang dapat dirasakan dari penerapan manajemen material (Bell dan Stukhart, 1986), adalah:

- a. mengurangi penumpukan material yang berlebihan;
- b. meningkatkan produktivitas;
- c. meningkatkan *supplier* material untuk meningkatkan kinerja yang baik dalam pengiriman yang tepat waktu, kualitas, dan penghematan pada biaya;
- d. meningkatkan arus keuangan;
- e. meningkatkan kemampuan agar sesuai dengan rencana dari proyek konstruksi;
- f. mengurangi biaya penyimpanan material, tempat penyimpanan material, penanganan material, perawatan material, dan risiko dari kerusakan akibat dari pemakaian.

2. Definisi Material Sisa

Sisa material adalah suatu barang tidak terpakai pada suatu proyek konstruksi biasanya barang sisa ini dapat berjumlah banyak maupun sedikit oleh karena itu perlu dipertimbangkan hal-hal apa saja yang dapat dilakukan dengan barang sisa dari hasil konstruksi tersebut.

Dalam hal ini material seperti besi yang tersisa dapat dijual kiloan yang nantinya akan dilebur kembali agar tidak menjadi barang buangan.

Material-material yang lain juga memiliki cara masing-masing untuk didaur ulang.

Material merupakan sesuatu yang tersusun atau terbuat dari bahan (Callister dan William, 2004) dalam penelitian Gregorius, 2022.[20] Material juga dapat didefinisikan sebagai bahan baku yang diolah oleh perusahaan industri melalui pembelian lokal, impor, atau pengolahan yang dilakukan oleh industri tersebut (Mulyadi, 2000) dalam penelitian Gregorius, 2022.[20] Berdasarkan KBBI material dapat diartikan sebagai bahan yang akan dipakai untuk membuat barang lain, bahan mentah untuk bangunan (seperti pasir, kayu, kapur). Melihat definisi-definisi yang disebutkan di atas maka dapat disimpulkan bahwa material adalah bahan baku yang melewati proses pengolahan kembali agar memiliki nilai pakai.

Menurut *Construction Waste Management Guide* (Resource Venture, 2005) dalam penelitian Gregorius, 2022[20] menyatakan bahwa sisa material adalah limbah yang tidak berbahaya, tetapi memiliki bentuk yang berasal dari proses pembangunan, penghancuran, dan pembersihan namun masih dapat diberdayakan, diolah, dan digunakan kembali. Berikut ini merupakan material dari aktivitas pembangunan, penghancuran, dan pembersihan, yaitu:

- a. karpet, landasan karpet, kayu, kertas, dan plastik;
- b. beton *readymix*, *paving*, batu bata, semen, sirtu, dan pasir;
- c. bekas bobokan tembok dan reruntuhan material;
- d. lembaran plafon, baja profil, besi, beton, aluminium, dan seng;
- e. lumpur, tanah, batu alam, marmer, dan granit;
- f. keramik, kaca, dan genting;
- g. cat, lapisan penutup tembok, dan lapisan *waterproofing*;
- h. pipa PVC, lem, pipa, dan aksesorisnya;
- i. kabel, lampu, dan *insulation tape*.

Material dapat dibagi menjadi dua bagian besar dalam proses penggunaannya selama konstruksi (Gavilan dan Bernold, 1994)[21] yaitu sebagai berikut.

- a. *Consumable material*, adalah material yang menjadi struktur utama saat kegiatan konstruksi selesai dilaksanakan.

Contohnya: batu pecah, semen, pasir, batu bata, baja tulangan, cat, keramik, dll.

- b. *Non-consumable material*, adalah penunjang yang dipakai selama proyek konstruksi berlangsung, tetapi bukan merupakan bagian dari fisik bangunan. Biasanya material ini dipakai selama proses pembangunan dan dapat dipakai ulang, namun ketika proyek sudah selesai maka akan menjadi nilai sisa juga.

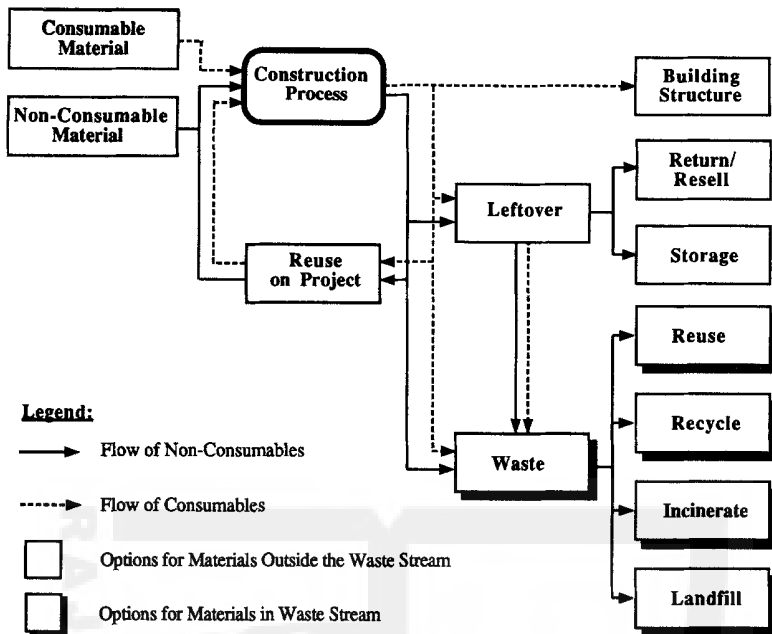
Contohnya: dinding penahan sementara, bekisting, dan perancah.

Penjelasan mengenai dua bagian besar pada material dalam penggunaannya akan diperjelas dalam gambar pola aliran. Gambar 1.5 akan menjelaskan jalannya dari dipakai sampai akhirnya memiliki nilai sisa dalam proyek pembangunan.

Dari Gambar 1.5 dapat dilihat bahwa aliran limbah padat yang ada sekarang ini sesuai dengan gambar. Pada Gambar 1.5 berisi rangkuman banyak pola aliran dari material konstruksi dari awal dikirim dan dipakai di lapangan sampai ke pembuangan terakhir. Pada umumnya penggunaan *consumable material* dari pengiriman ke lokasi proyek sampai pada ke tempat pembuangan terakhir akan berada pada empat tempat yaitu:

- a. struktur dari bangunan (*building structure*);
- b. kelebihan material (*leftover*);
- c. pemakaian ulang (*reuse*) pada proyek selanjutnya atau proyek lainnya;
- d. material sisa (*waste*).

Pada akhirnya, *consumable material* maupun *non-consumable material* akhirnya akan berakhir pada material sisa (*waste*) setelah proses konstruksi selesai.



Gambar 1.5 Aliran dari Material Konstruksi Lapangan

(Sumber: Gavilan dan Bernold, 1994)[21]

Material sisa konstruksi (*waste*) merupakan material akhir yang terbuang dan tidak dapat digunakan lagi meskipun masih ada beberapa material yang masih dapat digunakan. Faktor-faktor penyebabnya, seperti kerusakan struktur, kesalahan dalam pemotongan, kesalahan pada pemasangan, dan lain-lain (Aulia, 2016)[17]. Sisa material juga dapat didefinisikan sebagai kehilangan produktivitas yang menghasilkan biaya tambahan secara *direct* dan *indirect* tetapi tidak menambahkan nilai apa pun yang menarik perhatian konsumen (Formoso, 1999).[22]

Ada dua jenis sisa material yaitu sisa material individu yang menyangkut satu jenis material dan sisa material campuran yang menyangkut material campuran. Material campuran seperti beton *readymix* dan lain-lain, berasal juga dari *raw material* (bahan baku). Oleh karena itu, terjadi *waste* ganda yang diakibatkan dari sisa material individu untuk bahan bakunya dan sisa material campuran setelah menjadi material campuran (Asiyanto, 2005).

(Skoyles, 1987)[23] secara umum mengategorikan sisa konstruksi material menjadi empat jenis, yaitu sebagai berikut.

a. Sisa Material Langsung

Sisa material langsung adalah sisa material yang biasa ada selama proses pembangunan. Biasanya sisa material ini terbentuk pada saat penyimpanan, pada saat proses pemindahan material ke lapangan, maupun saat pengerjaan di lapangan itu sendiri. Apabila tidak ada kontrol yang baik terhadap material sisa ini akan menyebabkan kerugian yang sangat besar. Berikut adalah beberapa kategori sisa material langsung dalam kegiatan proyek:

- 1) Penyimpanan di gudang ataupun penyimpanan pada daerah di sekitar bangunan adalah faktor yang disebabkan oleh penyimpanan material yang buruk.
- 2) Sisa material selama proses perbaikan adalah sisa material yang disebabkan oleh perbaikan.
- 3) Sisa material dalam proses pengiriman yaitu kehilangan pada saat pengiriman ke lapangan, penurunan barang, dan saat penyimpanan di gudang. Pada saat pengangkutan barang kurang efektif yang mengakibatkan mutu dari material menjadi berkurang sehingga tidak dapat digunakan dan akhirnya barang tersebut akan menjadi sisa material.
- 4) Sisa material dari hasil perubahan bentuk, adalah sisa material yang terbentuk karena adanya perubahan bentuk material dari bentuk aslinya.
- 5) Penggunaan lahan yang kurang efektif adalah lahan yang tidak digunakan secara maksimal sehingga menyebabkan pekerjaan menjadi tidak efisien dan manajemen menjadi berkurang.
- 6) Sisa material selama proses perbaikan adalah sisa material yang diakibatkan oleh perbaikan pada saat penggunaan material, seperti besi stek yang berlebih dan harus dipotong yang menyebabkan hasil potongan itu menjadi nilai sisa.
- 7) Sisa material akibat salah dalam penggunaan material.
- 8) Sisa material yang ditimbulkan akibat pekerja yang kurang terampil.

- 9) Sisa material akibat spesifikasi yang tidak sesuai dengan standar detail di lapangan sehingga material tersebut menjadi nilai sisa.

b. Sisa Material Alami (*Natural Waste*)

Sisa material alami adalah sisa material yang terbentuk secara alami selama proses pembangunan yang tidak terelakkan seperti pemotongan kayu, pemotongan besi stek, penyambungan, cat yang menempel pada kalengnya saat proses pengecatan, dan juga beton yang menempel pada kolom pada saat pengecoran pelat lantai yang harus dibersihkan. Sisa material ini terbentuk secara alami namun masih dalam batas toleransi. Namun, ada kalanya sisa material yang ditimbulkan berjumlah besar jika tidak adanya pengontrolan yang baik misalnya pada saat pemotongan baja saat fabrikasi, penuangan semen yang menempel pada bagian bawah kolom secara berantakan sehingga harus dibersihkan terlebih dahulu sebelum pengecoran kolom dilakukan. Oleh karena itu, perlu adanya pengontrolan yang baik sehingga dapat meminimalisasi terjadinya nilai sisa dalam jumlah banyak.

c. Sisa Material Konsekuensi (*Consequential Waste*)

d. Sisa Material Tidak Langsung

Dalam proses konstruksi, sisa yang ditimbulkan dapat berasal dari dua tempat yang berbeda (Tchobanoglous *et al.*, 1977)[24], yaitu:

- a. *Construction Waste* adalah sisa material yang berasal dari proses pembangunan, renovasi, dan perombakan bangunan milik komersil, pribadi, dan bangunan struktur lainnya. Material sisanya biasa dikategorikan sebagai barang rongsokan. Sulit untuk mengestimasi jumlah material sisa yang diproduksi selama proses pembangunan, biasanya berupa batu bata, beton, kayu, plesteran, pipa, dan komponen listrik.
- b. *Demolition Waste* adalah sisa material yang berasal dari penghancuran maupun pembongkaran bangunan.

Pembahasan tentang *construction waste* lebih detail dapat dilihat berdasarkan pengelompokannya yang terdiri dari dua aspek (Skoyles, 1976 dalam Intan, 2005)[25].

- a. *Indirect waste* adalah limbah material yang dihasilkan karena volume pemakaian material yang berlebih dari volume yang direncanakan dalam menjalankan proyek konstruksi, sehingga tidak terjadi limbah material secara fisik di lapangan tetapi tetap memengaruhi biaya, contohnya pada saat melakukan pemasangan besi di lapangan ukuran melebihi ukuran yang sudah ditetapkan sesuai dengan standar detail pada proyek pembangunan.

- 1) *Production Waste*

Sisa material yang disebabkan karena pemakaian material yang berlebih sehingga kontraktor tidak dapat mengklaim atas kelebihan material yang terjadi di lapangan karena tidak sesuai dengan volume kontrak yang sudah ada. Contohnya: pemasangan sambungan baja yang tidak sesuai dengan ketentuan dari standar proyek.

- 2) *Negligence Waste*

Sisa material yang disebabkan oleh kesalahan di lokasi (*Site Error*), sehingga kontraktor menggunakan material yang lebih banyak dari yang sudah ditentukan. Contohnya: kesalahan dalam penggalian fondasi yang terlalu besar sehingga saat melakukan pengecoran volumenya tidak sesuai dengan volume yang sudah ditentukan.

- 3) *Substitution Waste*

Sisa material yang disebabkan oleh adanya penyimpangan material dari kesepakatan semula, sehingga terjadi pengeluaran biaya yang besar yang dikarenakan oleh tiga alasan yaitu material yang rusak, material yang dibeli terlalu banyak, dan kebutuhan material tertentu akan semakin bertambah.

- b. *Direct Waste* adalah sisa material yang timbul akibat adanya barang yang rusak dan tidak digunakan lagi pada saat proses pembangunan proyek, yang terdiri dari:

1) *Conversion Waste*

Sisa material yang timbul akibat adanya pemotongan bahan yang tidak sesuai dengan bentuk yang sudah ditentukan sehingga menjadi tidak ekonomis. Contohnya: besi, kayu, beton, dan sebagainya.

2) *Cutting Waste*

Sisa material yang timbul akibat adanya pemotongan yang tidak sesuai dengan standar yang ada. Contohnya: batu bata, besi beton, keramik, dan sebagainya.

3) *Site Storage Waste*

Sisa material yang timbul akibat penyimpanan material yang kurang baik seperti penyimpanan semen di tempat yang lembap maupun penyimpanan material di gudang yang kurang bersih.

4) *Transport and Delivery Waste*

Sisa material yang timbul pada saat transportasi material ke lokasi pekerjaan, termasuk pembongkaran dan penempatan material di tempat penyimpanan seperti membuang semen maupun keramik pada saat dipindahkan.

5) *Fixing Waste*

Sisa material yang timbul akibat material yang tercecer, terbuang, maupun rusak selama pemakaian yang dilakukan di lapangan seperti besi, semen, batu bata, dan sebagainya.

6) *Management Waste*

Sisa material yang timbul disebabkan oleh keputusan yang salah selama proses pembangunan berlangsung biasanya terjadi karena organisasi proyek yang lemah dan juga kurangnya pengawasan.

7) *Criminal Waste*

Sisa material yang timbul akibat pencurian yang terjadi di lapangan selama proses pembangunan berlangsung.

8) *Applicant and Residu Waste*

Sisa material yang timbul akibat mortar yang jatuh dan tercecer pada saat pelaksanaan maupun mortar yang mengeras dan tertinggal pada akhir pekerjaan.

9) *Wrong Use Waste*

Sisa material yang timbul karena tidak sesuainya material dengan kontrak, sehingga direksi akan meminta kontraktor untuk menyesuaikan material yang akan dipakai di lapangan sesuai dengan kontrak, hal ini dapat menyebabkan terjadinya nilai sisa di lapangan.

3. Penyebab Sisa Material

a. Penyebab Sisa Material Menurut (Gavilan dan Bernold, 1994) [21]

Berikut ini adalah penyebab sisa material menurut Gavilan dan Bernold (1994):

1) Desain

Perubahan pada desain atau perencanaan.

2) Pengadaan

Kelebihan, kekurangan, atau kesalahan dalam pemesanan/pengiriman material.

3) Penanganan

a) Penanganan material yang kurang baik (meliputi: saat fabrikasi, pengemasan, pemuatan, atau pengiriman material).

b) Penyimpanan material yang kurang baik.

4) Pelaksanaan

a) Kesalahan yang dilakukan oleh tukang atau pekerja.

b) Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik.

c) Kejadian yang tidak terduga saat pelaksanaan konstruksi, seperti bencana, kecelakaan kerja, atau cuaca yang buruk.

- 5) Residual
 - a) Sisa material yang tidak dapat digunakan kembali akibat pemotongan agar ukuran sesuai dengan desain.
 - b) Sisa *non-consumable material* setelah proses pemakaian (contoh: bekisting).
 - 6) Faktor lain
Kehilangan material.
- b. Penyebab Sisa Material Menurut (Bossink dan Browers, 1996)[26]
- Berikut ini adalah penyebab sisa material menurut Bossink dan Browers (1996):
- 1) Desain
 - a) Kesalahan dalam dokumen kontrak.
 - b) Ketidaklengkapan dokumen kontrak.
 - c) Perubahan desain.
 - d) Memilih spesifikasi produk.
 - e) Memilih produk yang berkualitas rendah.
 - f) Kurang memperhatikan ukuran dari produk yang digunakan.
 - g) Desainer tidak mengenal dengan baik jenis-jenis produk yang lain.
 - h) Pendetailan gambar yang rumit.
 - i) Informasi gambar yang kurang.
 - j) Kurang berkoordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengetahuan tentang konstruksi.
 - 2) Pengadaan
 - a) Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil.
 - b) Pemasok mengirim barang tidak sesuai dengan spesifikasi.
 - c) Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dsb.
 - d) Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
 - e) Kemasan kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan.

- 3) Penanganan
 - a) Material yang tidak dikemas dengan baik.
 - b) Membuang atau melempar material.
 - c) Penyimpanan material yang tidak benar menyebabkan kerusakan.
 - d) Material yang terkirim dalam keadaan tidak padat/kurang.
 - e) Penanganan material yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran untuk dimasukkan ke dalam gudang.
 - f) Kerusakan material akibat transportasi ke/di lokasi proyek.
- 4) Pelaksanaan
 - a) Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik.
 - b) Kecelakaan pekerja di lapangan.
 - c) Metode untuk menempatkan fondasi.
 - d) Informasi tipe dan ukuran material yang akan digunakan terlambat disampaikan kepada kontraktor.
 - e) Pengukuran di lapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume.
 - f) Kesalahan yang diakibatkan oleh tenaga kerja.
 - g) Cuaca yang buruk.
 - h) Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti.
 - i) Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan yang tidak sempurna.
 - j) Kecerobohan dalam mencampur, mengolah, dan kesalahan dalam penggunaan material sehingga perlu diganti.
- 5) Residual
 - a) Sisa pemotongan material tidak dapat dipakai lagi.
 - b) Kesalahan pesanan barang, karena tidak menguasai spesifikasi.
 - c) Sisa material karena proses pemakaian.
 - d) Kesalahan pada saat memotong material.
 - e) Kemasan.

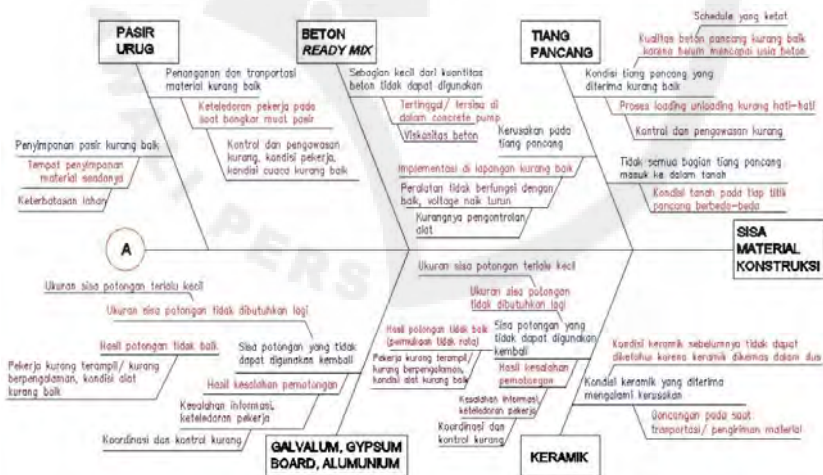
- 6) Lain-lain
 - a) Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material.
 - b) Kehilangan akibat pencurian.
- c. Penyebab Sisa Material Menurut (Budiadi, 2008)[16]

Berikut ini adalah penyebab sisa material menurut Budiadi (2008):

- 1) Norma-norma subjektif
 - a) Perasaan tidak adil yang dapat berdampak pada kepuasan pekerja.
 - b) Material sisa dianggap tidak terlalu penting sehingga merupakan prioritas yang paling terakhir.
 - c) Kurangnya komitmen pada manajemen.
 - d) Budaya yang pragmatis.
 - e) Kebijaksanaan yang buruk dapat berdampak pada kepuasan pekerja.
 - 2) Pengontrolan perilaku
 - a) Fasilitas nilai sisa material yang kurang memadai.
 - b) Proses yang kurang sempurna sehingga dapat berakibat salah pengerjaan.
 - 3) Sikap
 - a) Cara untuk mengurangi nilai sisa material.
 - b) Tanggung jawab terhadap sisa material.
 - c) Kurangnya pengetahuan tentang sisa material yang berasal dari pendidikan.
 - d) Keraguan dalam mengurangi nilai sisa sehingga menyebabkan hilangnya motivasi.
 - e) Kurangnya insentif yang berdampak pada kepuasan pekerja.
 - d. Penyebab Sisa Material Menurut (Koskela, 1992)[27]
- Berikut adalah penyebab terjadinya sisa material menurut Koskela (1992):

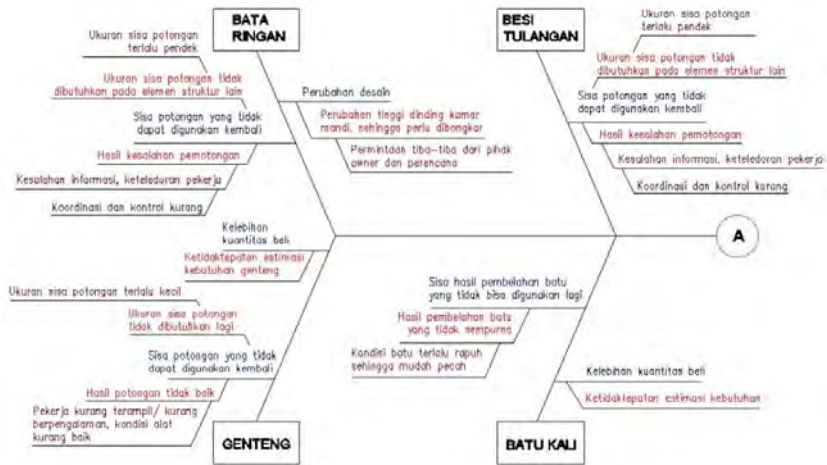
- 1) Kecacatan saat barang sampai ataupun kerusakan pada saat pengiriman.
 - 2) Waktu menunggu material.
 - 3) Kurangnya kontrol dan informasi.
 - 4) Pekerja yang kurang terlatih dan kurangnya teknologi.
 - 5) Kesalahan penyimpanan dan juga akibat pencurian.
 - 6) Pemesanan material yang berlebih dan juga kesalahan dalam penanganan material.
- e. Penyebab Sisa Material Menurut (Aulia, 2016) [17]

Penjelasan mengenai penyebab sisa material menurut Aulia (2016) menggunakan metode *fishbone diagram*. Dengan adanya diagram tersebut diharapkan agar memberikan informasi mengenai penyebab dari sisa material dengan teknik diskusi dapat dilihat pada Gambar 1.6 dan Gambar 1.7.



Gambar 1.6 *Fishbone Diagram* Sisa Material Konstruksi

(Sumber: Aulia, 2016) [17]



Gambar 1.7 Lanjutan *Fishbone Diagram* Sisa Material Konstruksi
(Sumber: Aulia, 2016) [17]

- f. Penyebab Sisa Material Menurut (Formoso *et al.*, 2002) [28]
- 1) Tulangan baja
 - a) Beberapa tulangan memiliki diameter yang terlalu besar akibat kelalaian pembuatan.
 - b) Barang yang masuk tanpa izin masuk.
 - c) Potongan kecil yang tidak dapat dipakai karena kesalahan desain.
 - 2) Semen
 - a) Penanganan dan pemindahan dari mortar.
 - b) Produksi dari bata yang juga dapat menyebabkan pengaruh pada sisa material semen, karena adanya pemakaian mortar yang berlebih pada sambungan.
 - c) Sisa dari semen paling banyak ditemukan di lapangan karena sisa dari mortar.
 - d) Ketebalan yang berlebih pada saat plester.
 - e) Ketebalan yang berlebih pada lantai beton.

- 3) Lantai keramik
 - a) Buruknya masalah pengendalian jumlah keramik.
 - b) Kerusakan pada saat pemotongan akibat dari kurang berhati-hati.
 - c) Kehilangan atau kerusakan saat pengiriman.
 - d) Kerusakan terjadi yang diakibatkan oleh kelalaian pekerja di lapangan.
 - e) Kejadian tidak terduga yang kurang menguntungkan.
- 4) Batu bata
 - a) Kerusakan pada batu bata yang terjadi akibat pembongkaran.
 - b) Keburukan dalam pengendalian jumlah batu bata yang sampai di lapangan.
- 5) Pipa dan kabel
 - a) Perencanaan yang buruk dalam pendistribusian material sehingga tidak adanya pembuatan perencanaan pemotongan.
 - b) Penggantian beberapa bagian yang memiliki kualitas yang kurang baik sehingga menjadi lebih baik yang juga dapat menambah sisa material pipa dan kabel.
 - c) Potongan kecil pipa dan kabel yang tidak dapat dipakai lagi.
- 6) Beton *ready mixed*

Kontrol yang sulit pada jumlah beton *ready mixed* yang telah sampai di lapangan.

C. Pengertian Jalan

Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi yang merupakan unsur penting dalam pengembangan kehidupan berbangsa dan bernegara, dalam pembinaan persatuan dan kesatuan bangsa, wilayah negara, dan fungsi masyarakat serta dalam memajukan kesejahteraan umum sebagaimana dimaksudkan dalam Pembukaan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.

Jalan adalah bagian sistem transportasi nasional, mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah, membentuk dan memperkuat kesatuan nasional untuk memantapkan pertahanan dan keamanan nasional serta membentuk struktur dalam rangka mewujudkan saran pembangunan nasional.

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Jenis proyek jalan pada umumnya terdiri dari dua jenis proyek yakni proyek peningkatan jalan dan proyek pembangunan jalan.

1. Proyek peningkatan jalan berarti jalan lama sudah ada, di mana mungkin jalan sudah tidak beraspal lagi atau tidak ada lapis permukaan.
2. Pembangunan jalan adalah pembangunan jalan baru.

1. Pengelompokan Jalan

- a. Jalan sesuai dengan peruntukannya terdiri atas jalan umum dan jalan khusus.
- b. Jalan umum dikelompokkan menurut sistem, fungsi, status dan kelas.

Jalan khusus bukan diperuntukkan bagi lalu lintas umum dalam rangka distribusi barang jasa yang dibutuhkan.

Sistem jaringan jalan, terdiri atas sistem jaringan primer dan sistem jaringan jalan sekunder.

Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.

Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan ke dalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.

Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Jalan umum menurut statusnya, dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa.

Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol.

Jalan nasional sama dengan jalan negara.

Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota atau antaribukota kabupaten kota dan jalan strategis provinsi.

Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi yang menghubungkan antaribukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, atau antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dengan sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten.

Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang ada di dalam kota.

Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpemukiman di dalam desa serta jalan lingkungan.

Jalan nonstatus adalah jalan-jalan yang belum diinventaris oleh negara, jalan baru yang sudah dibangun, dengan ujung-ujung jalan masih berupa hutan.

2. Pelaksanaan Pekerjaan Jalan

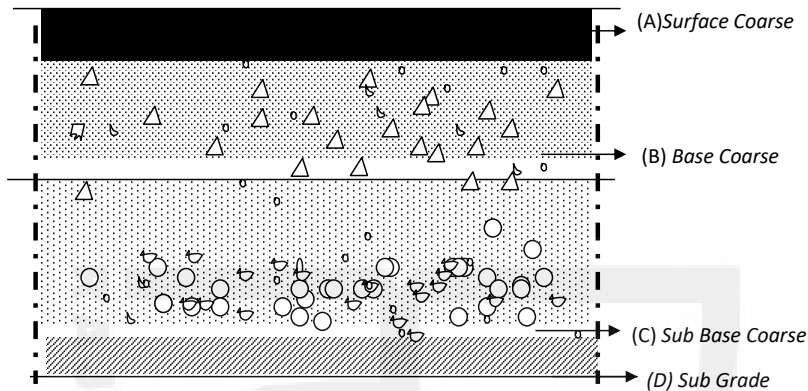
Dalam pelaksanaan pekerjaan jalan di sini yang dibahas adalah item pekerjaan aspal terdiri dari beberapa item pekerjaan yang dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok pekerjaan pokok yakni kelompok pekerjaan utama (*major item*) dan kelompok pekerjaan penunjang (pengembalian kondisi dan pemeliharaan minor), dan pemeliharaan rutin.

Major item adalah item-item pekerjaan bidang pembangunan jalan yang termasuk dalam kategori pembayaran utama, yang meliputi (1) pekerjaan tanah, (2) pekerjaan material berbutir, dan (3) lapis permukaan. Ketiga item ini sangat memengaruhi nilai kontrak karena inilah yang merupakan pekerjaan inti dari perkerasan jalan. Bila dimasukkan ke dalam perkerasan jalan maka dibagi menjadi empat bagian perkerasan jalan: (1) *sub grade*, (2) *sub base*, (3) *base course*, dan (4) *surface*. Terutama pada pekerjaan tanah yang mempunyai nilai 30%–50% dari seluruh aktivitas pekerjaan jalan (sumber: Mengenal Alat Peralatan yang dipergunakan untuk konstruksi). Ruang lingkup pekerjaan jalan sangat kompleks dan terdiri dari berbagai item pekerjaan, maka yang diteliti adalah yang mempunyai pengaruh yang besar terhadap pelaksanaan proyek jalan.

Pekerjaan pengembalian kondisi dan minor adalah pekerjaan pada bidang pembangunan jalan yang masuk dalam kategori penunjang. Item pekerjaan itu adalah pekerjaan drainase, pekerjaan pemeliharaan dan pekerjaan pengembalian kondisi pekerjaan minor. Pekerjaan minor seperti drainase, mobilisasi, dan pengembalian kondisi dan pekerjaan minor hanyalah faktor penunjang. Pekerjaan drainase adalah pekerjaan pembuatan parit. Mobilisasi dan pengembalian kondisi adalah pemeliharaan rutin, atau dapat juga pemindahan tiang listrik atau telepon atau pipa PDAM.

Pekerjaan utama (*major item*) meliputi (Gambar 1.8):

- A. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)
- B. Lapis Fondasi Atas (*Base Course*)
- C. Lapis Fondasi Bawah (*Sub Base Course*)
- D. Lapis Tanah Dasar (*Sub Grade*)



Gambar 1.8 Struktur Perkerasan Jalan

Ket. A. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan bagian perkerasan jalan yang paling atas dengan tebal 5 cm.

Lapis permukaan berdasarkan fungsinya:

- lapis nonstruktural, sebagai lapis aus dan kedap air;
- lapisan struktural, yang menahan dan menyebarkan beban roda.

Jenis pekerjaan lapis permukaan:

a. *Primer Coat*

Lapis resap pengikat (*primer coat*) harus dihampar di atas permukaan yang bukan beraspal (misalnya Lapis Fondasi Agregat). Bahan aspal terdiri dari aspal emulsi yang memenuhi AASHTO M140 atau pd S-01-1995-03 (AASHTO M 208). Umumnya hanya aspal emulsi yang dapat peresapan yang baik pada lapis fondasi tanpa pengikat yang disetujui. Aspal emulsi harus mengandung residu hasil penyulingan dari 50% dan mempunyai penetrasi dari

80/100. Aspal emulsi untuk lapis resap pengikat ini tidak boleh diencerkan di lapangan. Lapis resap pengikat harus disemprot hanya pada permukaan yang kering atau benar-benar kering.

b. *Tack Coat*

Satu lapisan aspal emulsi/aspal dingin yang ditaburkan sebagai selaput tipis pada permukaan untuk menambah perlekatan dari lapisan atau tambalan yang diletakkan **di atasnya. Suatu lapis perekat harus dihampar di atas permukaan yang beraspal (seperti lapis Penetrasi Macadam, Laston, Lataston, dan lainnya)**. Lapis perekat ini harus disemprot hanya pada permukaan yang benar-benar kering.

c. Burda (taburan aspal dua lapis)

Lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi dengan agregat yang dikerjakan dua lapis secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm. Lapisan ini dipakai sebagai lapisan non struktural.

d. Lataston (lapis tipis aspal beton “Hot Roll Sheets” HRS)

Lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi menerus. Material pengisi (*filler*) dan aspal panas dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam, keadaan panas. Tebal padat 2,5–3 cm. Lapis ini digunakan sebagai lapis permukaan struktural. Gradasi agregat kasar untuk campuran normal dan campuran lapis perata ukuran ayakan ASTM $\frac{3}{4}$ “(19 mm) 100% berat yang lolos. Gradasi agregat halus lolos 100% untuk ukuran ayakan ASTM $\frac{3}{8}$ ” (9,5mm).

e. AC (Asphalt Concrete)

Laston yang direncanakan menurut spesifikasi ini setara dengan salah satu ketentuan Laston dan digunakan untuk jalan lalu lintas berat, tanjakan persimpangan dan lokasi lain yang menahan beban yang cukup berat. Total minimal rancangan 4 cm.

Gradasi campuran yang terdiri dari agregat dan bahan pengisi harus sedemikian rupa sehingga memenuhi ketentuan, yakni ukuran ayakan ASTM $\frac{3}{4}$ “(19 mm) persen berat yang lolos (lapis aus AC-WC)

100%. Juga untuk lapis pengikat (AC-BC) ASTM 1" (25 mm) 100% berat yang lolos.

Kurva gradasi campuran harus sedemikian rupa sehingga bila digambarkan harus menunjukkan peralihan yang halus dan terletak di antara batas-batas gradasi.

Selanjutnya bentuk kurva gradasi campuran untuk partikel yang lebih kecil dari ayakan no. 8 (2,36mm) harus sedemikian rupa sehingga persentase lolos ayakan yang berurutan masing-masing tidak boleh mendekati batas atas dan batas bawah atau sebaliknya.

Ket. B. Lapis Fondasi Atas (*Base Course*)

Lapis fondasi atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis fondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis fondasi bawah). Tebal minimum adalah 15 cm.

Fungsi lapis fondasi atas:

Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.

Lapisan peresapan untuk lapis fondasi bawah:

- a. Bantalan terhadap lapis permukaan

Jenis pekerjaan meliputi:

- 1) Lapis fondasi tanah semen (*soil cement*)

Campuran antara tanah setempat dengan semen dengan perbandingan berat 6 % yang dipadatkan di tempat dengan tebal padat 15-20 cm.

- 2) Agregat base harus memenuhi persyaratan untuk bahan base kelas A,B,C di bawah ini atau yang tersebut pada spesifikasi khusus. Semua agregat untuk *base course* harus terdiri dari bahan-bahan yang bersih, keras, awet, bersudut tajam, tidak banyak tercampur dalam bentuk-bentuk tertentu yang pipih atau memanjang, dan dalam batas tertentu tidak banyak mengandung batu-batu yang lunak, yang mudah hancur, kotoran atau bahan-bahan lain yang mudah membusuk/tidak

dikehendaki. Kerikil pecah atau batu pecah untuk lapisan base kelas A,B,C hendaknya terdiri dari hasil pemecahan kerikil atau batu. Bila ditentukan demikian oleh direksi, maka untuk bahan kerikil sebelumnya harus diayak terlebih dahulu sehingga agregat hasil dari pemecahan kerikil sebelumnya harus diayak lebih dahulu sehingga agregat hasil dari pemecahan kerikil itu tidak kurang dari 50% beratnya terdiri dari partikel yang mempunyai sekurang kurangnya satu bidang pecahan.

Agregat *base course* harus memenuhi persyaratan di bawah ini, antara lain:

- 1) kekerasan min 6
 - 2) kehilangan berat dengan percobaan sodium (AASHTO T 104) max 10%
 - 3) kehilangan berat dengan percobaan magnesium max 12%
 - 4) agregat A harus memiliki lolos persentase 100% pada ASTM 2 ½"
 - 5) agregat B harus memiliki lolos persentase 100% pada ASTM 1 ½"
- b. ATB (Asphalt Treated Base)

Lapis yang terdiri dari campuran aspal keras (AC) dan agregat yang mempunyai gradasi menerus dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu. Lapis ini digunakan sebagai lapis permukaan yang struktural dan lapis fondasi. Gradasi agregat kasar untuk campuran normal dan campuran lapis perata ukuran ayakan ASTM ¾ "(19 mm) 100 % berat yang lolos. Gradasi agregat halus lolos 100% untuk ukuran ayakan ASTM 3/8" (9,5mm).

Ket. C. Lapis Fondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapis perkerasan yang terletak antara lapis fondasi atas dan tanah dasar. Untuk setiap nilai ITP bila digunakan fondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm.

Fungsi lapis fondasi bawah:

- 1) menyebarkan beban roda ke tanah dasar;
- 2) efisiensi penggunaan material, material fondasi bawah lebih murah daripada lapisan di atasnya;
- 3) lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di fondasi;
- 4) lapisan partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan fondasi atasnya.

Jenis pekerjaan *sub base course* adalah material yang digunakan harus kelas mengikuti persyaratan kelas A,B,dan C untuk sub base. Semua bahan harus bersih dari kotoran, bahan-bahan organik dan bahan lain yang tidak dikehendaki.

Agregat untuk kelas A terdiri dari batu pecah, kerikil pecah atau kerikil dengan kualitas seperti yang disebut dalam AASHO M 147.

Persentase berat yang lewat 100% pada ASTM standard Sieves 3"

Bila menggunakan kerikil pecah tidak kurang dari 50% berat partikel yang tertinggal pada ayakan no. 4 harus mempunyai paling tidak 1 bidang pecahan. Kecuali ditentukan lain, persentase yang lewat ayakan no. 200 tidak lebih 2/3 dari persentase yang lewat ayakan no. 40.

Sub Base kelas B terdiri dari campuran kerikil, pecahan batu yang mempunyai berat jenis yang seragam dengan pasir lanau atau lanau yang mengikuti persyaratan. Dengan persentase 100% berat yang lewat pada saringan ASTM 2", abrasi dari agregat kasar 0-40%.

Sub Base C terdiri dari pasir dan kerikil dengan gradasi baik mengikuti persyaratan. Lolos saringan 100% pada 1 1/2" ASTM Standard Sieve. Material Sub Base harus dipadatkan hingga mencapai paling tidak 100% dari kepadatan kering maksimum yang dipadatkan pada pemeriksaan AASHO T 180 method D. Kepadatan tersebut harus dicapai pada seluruh tebalnya.

Ket. D. Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan

permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat-sifat daya dukung tanah dasar.

Jenis pekerjaan tanah:

- 1) Galian biasa adalah galian yang mencakup seluruh galian yang tidak diklasifikasikan sebagai galian batu, galian struktur, galian sumber bahan (*borrow excavation*) dan galian perkerasan beraspal.
- 2) Galian batu adalah galian yang harus mencakup galian bongkahan batu dengan volume 1 meter kubik atau bahan lainnya. Galian ini tidak termasuk galian termasuk yang dapat dibongkar dengan penggaru (*ripper*) tunggal yang ditarik dengan traktor dengan berat maksimum 15 ton dan tenaga kuda neto maksimum sebesar 180 PK (tenaga kuda).
- 3) Urugan biasa yaitu urugan biasa yang terdiri dari bahan galian tanah atau bahan galian batu. Urugan ini harus memiliki CBR tidak kurang dari 6% setelah perendaman 4 hari bila dipadatkan 100% kepadatan kering maksimum (MDD) seperti yang ditentukan oleh SNI (03-1742-1989)
- 4) Urugan pilihan adalah urugan yang harus terdiri dari bahan tanah atau memenuhi semua ketentuan di atas untuk urugan biasa. Bila diuji yang sesuai dengan SNI 03-1744-1989, memiliki CBR paling sedikit 10% setelah 4 hari perendaman bila dipadatkan sampai 100% kepadatan kering maksimum sesuai dengan SNI 03-1742-1989. Juga haruslah terdiri dari pasir atau kerikil atau bahan berbutir lainnya dengan Indeks Plastisitas maksimum 6%.

Bab 2

PERANAN *CHANGE ORDER* TERHADAP WASTE MATERIAL

A. Peranan Waste Konstruksi

Ukuran waste konstruksi signifikan di banyak negara yang telah menguji pelaksanaannya produksi dan target keberlanjutannya (Bodoq, 2015) dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018. Waste konstruksi dapat dimulai kapan saja dalam prosedur pengembangan, dan fondasi yang mendasarinya mungkin terletak pada pilihan desain, teknik konstruksi atau bahkan dengan disposisi individu (Kulatunga *et al.*, 1987) Kaliannan *et al.*, 2018.

Waste di bidang konstruksi tidak hanya berporos pada jumlah waste yang dihasilkan di lokasi, tetapi juga terkait erat untuk tindakan seperti menunggu waktu, kelebihan produksi, penanganan bahan, pengolahan, dan pergerakan tenaga kerja (Nagapan, 2012. Sebagaimana ditunjukkan oleh Begum *et al.*, 2010 dan Rahim *et al.*, 2017 Kaliannan *et al.*, 2018, jumlah waste konstruksi setiap tahunnya semakin meningkat.

Sebagian besar waste konstruksi dapat didaur ulang dan digunakan kembali, namun sebagian besar waste biasanya dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir, Shen *et al.*, 2003 Kaliannan *et al.*, 2018. Singkatnya, tertanam kuat bahwa industri konstruksi menghasilkan jumlah yang cukup besar sebagai akibatnya.

Pertumbuhan konstruksi yang sangat besar industri secara tidak sengaja menghasilkan waste konstruksi dalam jumlah besar. Waste konstruksi diproduksi sepanjang tahun prosedur pembangunan,

misalnya di tengah pembersihan lokasi, kerusakan material, penggunaan material, material yang tidak digunakan, akuisisi berlebihan dan kesalahan manusia. Waste konstruksi yang dihasilkan berkontribusi terhadap lingkungan yang serius.

Waste konstruksi merupakan bagian luas dari seluruh konstruksi sangat berpengaruh. Jumlah yang sangat besar yang dihasilkan juga memengaruhi lingkungan

Masalah dalam Industri Konstruksi

a. Cina

Industri konstruksi Cina diharuskan untuk melanjutkan perkembangannya yang mengesankan di tahun-tahun mendatang. Akhir-akhir ini, program pembangunan perkotaan skala besar, terutama program restorasi perkotaan yang luas di kota-kota metropolitan menciptakan miliaran waste konstruksi dalam jumlah besar, dan menyebabkan efek ekologis yang sangat besar Li *et al.*, 2017 dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018[29]. Sebuah laporan dari Nasional Komisi Pembangunan dan Reformasi Cina mengatakan bahwa Cina menghasilkan sekitar 1 miliar ton konstruksi waste pada tahun 2013, yang lima kali lebih banyak dari ukuran waste kota yang dibuat di Cina pada periode yang sama, meskipun demikian, hanya sekitar 5% dari waste konstruksi yang didaur ulang atau digunakan kembali Duan *et al.*, 2016 [30]. Kasus yang tidak salah lagi tentang ini prediksi terjadi di Shenzhen, Cina, akhir tahun 2015, di mana tumpukan waste konstruksi mengalami keruntuhan Xu *et al.*, 2015 dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018 [29]. Tanah longsor menutupi hampir tiga lusin bangunan dan tidak kurang dari 85 orang hilang, muncul dari penumpukan waste konstruksi. Keadaan emosional ini menunjukkan bahwa Cina sedang menghadapi kesulitan yang sangat besar untuk mengawasi waste konstruksi dengan kemajuan kota yang signifikan di seluruh negeri.

b. Indonesia

Selama 10 tahun terakhir, penelitian yang berfokus terutama pada waste konstruksi menjadi sangat penting di Indonesia.

Melalui penelitian-penelitian sebelumnya, ada kekhawatiran dengan tingginya waste yang tidak normal di dalam konstruksi Indonesia usaha dan mengusulkan bahwa waste dapat memengaruhi pelaksanaan kemajuan pembangunan (Wibowo dan Koestalam, 2015) [31]. Legislatif Indonesia memiliki banyak program dengan tujuan akhir tertentu untuk memperluas pertumbuhan ekonomi. Salah satunya adalah MP3EI (Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia). Program ini harus didukung dengan waste yang sesuai dengan kerangka administrasi Prajati dan Tri, 2017 [32]. Tidak ada teknik praktis atau memadai yang diselesaikan oleh semua pertemuan yang terkait dengan usaha konstruksi untuk mengurangi waste konstruksi. Indonesia sebagai negara berkembang belum mengadopsi inovasi daur ulang seperti yang diciptakan dengan pengecualian reuse aspal hot mix yang disebut Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) (Wibowo dan Koestalam, 2015 [31] dan Sunarjono dan Rianto, 2012) dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018[29].

c. India

Di India, sangat normal untuk melihat tumpukan waste konstruksi yang sangat besar, bahkan ditumpuk di pinggir jalan, menyebabkan lalu lintas besar-besaran, penyumbatan dan gangguan serta tersumbatnya saluran air. Sekitar 30% dari total waste yang dihasilkan negara ini dari waste konstruksi dalam CPCB, 2017. Karena kemajuan dalam konstruksi, produksi waste konstruksi di India adalah diharapkan meningkat. Jika langkah-langkah untuk membatasi dan menangani waste konstruksi tidak dibuat dan diterapkan secara koheren, hal itu dapat membahayakan kondisi lingkungan dan juga pembangunan bangsa yang berkelanjutan. Minimisasi waste konstruksi dan penanganan sangat penting dalam perspektif ruang tempat pembuangan akhir yang terbatas dan meningkatnya jumlah waste konstruksi atau mungkin ada masalah yang teridentifikasi saat menangani waste dan menemukan ruang untuk penimbunan dalam penelitian Shrivastava dan Chini, 2009 dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018[29].

d. Amerika Serikat (AS)

Sebagian besar waste konstruksi yang saat ini diproduksi di AS terikat secara sah untuk dibuang di tempat pembuangan sampah yang diarahkan di bawah Kode Peraturan Federal (CFR). Di beberapa zona, semua atau sebagian aliran waste konstruksi dibuang secara tidak sah tanah, atau drainase termasuk air, sebagai lawan kontrol untuk memastikan kesejahteraan manusia, perdagangan dan alam dalam studi Napier, 2016 dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018[29].

Kosta Rika adalah negara berkembang di Amerika Tengah, dengan sekitar 4,9 juta penduduk, di mana 60% tinggal di daerah urbanisasi. Kontribusi industri konstruksi terhadap Produk Domestik Bruto selama 5 tahun terakhir tahun cukup tinggi. Hal ini menunjukkan pentingnya daerah ini dalam perekonomian bangsa. Waste konstruksi dihasilkan dari proyek perumahan sekitar 700 kg/m² dalam penelitian Abarca *et al.*, 2017[33].

e. Malaysia

Industri konstruksi di Malaysia sangat penting untuk pembangunan sosial ekonomi negara. Ini memotong 3,9% terhadap Produk Domestik Bruto keseluruhan negara dalam studi Bank Negara Malaysia, 2015. Perekonomian Malaysia diperkirakan akan menunjukkan pertumbuhan yang berkelanjutan antara 4,3% sampai 4,8% pada tahun 2017, dan 5,0% sampai 6,0% untuk tahun 2018 dalam penelitian CIBD, 2017, perkembangan kegiatan konstruksi telah mendorong peningkatan yang menonjol dalam produksi waste konstruksi dalam penelitian Mah *et al.*, 2016. Apalagi Rahman dan Nagapan, 2015 menunjukkan bahwa industri konstruksi menghadapi masalah berat karena jumlah waste konstruksi yang sangat besar generasi di Malaysia. Sayangnya, Malaysia tidak memiliki informasi pasti tentang data waste konstruksi dan faktor penyebab produksi sampah di lokasi tertentu dalam penelitian Begum *et al.*, 2010 dan Nagapan *et al.*, 2012 dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018[29].

Masalah serupa juga disorot oleh peneliti lain dalam penelitian Yuan *et al.*, 2011; penelitian Lu dan HongPing, 2011; dan

penelitian Aziz *et al.*, 2012 dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018[29]

Untuk mengatasi masalah ini, Dewan Pengembangan Industri Konstruksi Malaysia yang disingkat CIDB memulai Program Transformasi Industri Konstruksi yang disebut CITP di mana sejak tahun 2016–2020 untuk melakukan pencatatan waste konstruksi untuk negara dalam penelitian CIDB, 2017. Selanjutnya, pembuat kebijakan seperti National Solid and Public Cleansing Corporation (SWCorp) telah memulai penelitian tentang kuantifikasi waste konstruksi dalam penelitian Solid Waste Management, 2015. Sayangnya, hanya beberapa peneliti telah mempelajari masalah waste konstruksi di Malaysia.

f. Turki

Industri konstruksi di Turki dianggap sebagai salah satu kekuatan pendorong utama pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan.

Turki merupakan negara yang memiliki risiko bencana alam yang tinggi terutama gempa bumi Ulubeyli *et al.*, 2017, sedangkan 66% dari tanah berada di zona gempa tingkat pertama dan kedua yang mencerminkan hampir 71% populasi negara. Kapan pembangunan Turki yang ada dipertimbangkan, jelas bahwa sebagian besar pembangunan harus diubah melalui kegiatan pembongkaran, perkuatan dan penguatan yang harus dilakukan dalam waktu singkat karena risiko gempa tinggi dalam penelitian Kose dan Koroglu, 2007 dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018[29]

Waste konstruksi didaur ulang dan bahan yang tersisa akan ditransfer ke tempat pembuangan sampah oleh perusahaan kontraktor Arslan *et al.*, 2012 dan penelitian semacam Report dari Turki yang dalam bahasa di sana disebut *Türkiye inşaat malzemeleri sektör görünüm raporu*, 2011 dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018[29].

Daur ulang telah didirikan dan dipraktikkan di Turki sejak tahun 2006.

B. Akar Penyebab Timbulnya Waste Konstruksi

Waste konstruksi diciptakan sepanjang seluruh kerangka waktu konstruksi dari titik awal paling awal dari *outline* yang disusun hingga tahap terakhir. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya waste konstruksi generasi. Sangatlah penting untuk membedakan penyebab-penyebab tersebut untuk mengendalikan munculnya waste di sumbernya. Sebagian besar waste konstruksi dihasilkan selama tahap desain dan konstruksi karena kecenderungan untuk menghasilkan waste lebih tinggi pada tahap tersebut.

Menurut Nagapan *et al.*, 2012 dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018[29], ada beberapa akar penyebab timbulnya waste konstruksi seperti desain, pekerja, manajemen, pengadaan, kondisi lokasi, penanganan dan faktor eksternal. Secara harafiah, jenis tertentu dari bahan konstruksi menggunakan sumber daya energi yang tidak berkelanjutan dalam jumlah besar seperti, kayu, pasir, dan hancuran batu dalam penelitian Formoso *et al.*, 2002[28].

Hasil penelitian Kaliannan *et al.*, 2018[29] yang menggunakan metode dengan menghitung frekuensi yang didapat dari 38 artikel untuk mencari akar penyebab timbulnya waste konstruksi.

Frekuensi yang dihitung dibagi dengan total frekuensi seluruh proyek dan dikali dengan 100%. Lalu hasilnya divalidasi dengan bantuan pakar sehingga didapat frekuensi yang tepat yang dapat dipakai sebagai acuan menghasilkan akar penyebab timbulnya waste konstruksi.

Sebagaimana terlihat dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018 [29] yang menyatakan bahwa akar penyebab waste konstruksi adalah seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Akar Penyebab Waste Konstruksi

Nomor	Akar penyebab	Persentase (%)
1.	Perubahan desain konstan	78,9
2.	Penyimpanan material yang tidak tepat	68,4
3.	Penanganan material yang buruk	60,5
4.	Akibat cuaca buruk	55,3
5.	Kesalahan pemesanan	52,6

Berdasarkan Tabel 2.1 menghasilkan lima akar penyebab yang menjadi penyebab waste konstruksi dengan penyebab tertinggi adalah perubahan desain konstan hingga kepada kesalahan pemesanan sebagai akar penyebab tertinggi kelima dalam dunia konstruksi.

Akar penyebab waste konstruksi memiliki enam grup kelompok penyebab yakni:

1. desain dan dokumentasi;
2. proyek manajemen;
3. material dan peralatan;
4. sumber daya manusia;
5. kondisi site lapangan;
6. penyebab eksternal.

Untuk kelompok penyebab desain dan dokumentasi, akar penyebab waste adalah perubahan desain konstan.

Untuk kelompok material dan peralatan terdiri akar penyebab waste adalah:

1. penyimpanan material yang tidak tepat;
2. penanganan material yang buruk;
3. kesalahan pemesanan.

Untuk kelompok eksternal akar penyebab adalah akibat cuaca buruk. Sedangkan kelompok penyebab lain seperti: proyek manajemen, sumber daya manusia dan kondisi site lapangan tidak menghasilkan akar penyebab yang sangat besar frekuensinya.

Dengan demikian, dapat disimpulkan sementara dari enam grup penyebab yang merupakan penyebab waste konstruksi terbesar adalah dari material dan peralatan, desain dan dokumentasi dan penyebab eksternal, sedangkan ketiga penyebab lainnya tidak menghasilkan akar penyebab waste yang sangat besar.

C. Penyebab Waste Material Proyek Konstruksi Jalan

Pada awalnya penyebab waste material proyek konstruksi jalan yang didapat dari berbagai literatur sebanyak 91 penyebab dengan sumber 9 variabel yang terlihat pada Tabel 2.2, yakni variabel:

1. Variabel desain dengan 12 indikator penyebab;
2. Variabel pengadaan dengan 9 indikator penyebab;
3. Variabel penanganan dengan 11 indikator penyebab;
4. Variabel pelaksanaan dengan 31 indikator penyebab;
5. Variabel residual dengan 4 indikator penyebab;
6. Variabel lain lain dengan 1 indikator penyebab;
7. Variabel sikap dengan 4 indikator penyebab;
8. Variabel norma subjektif dengan 13 indikator penyebab;
9. Variabel pengontrolan perilaku dengan 6 indikator penyebab.

Kemudian dengan bantuan pakar maka didapat beberapa hasil untuk waste material yang dipakai dalam proyek konstruksi jalan.

Setelah melalui beberapa tahapan maka didapat hasil waste material beberapa proyek konstruksi jalan, antara lain material agregat B, material timbunan tanah dan material semen.

Pada material waste untuk ketiga material tersebut didapat penyebab waste yang berbeda antara waste material agregat B, timbunan tanah dan semen.

- Waste material agregat B ada 12 indikator penyebab waste.
- Waste material timbunan tanah ada 26 indikator penyebab waste.
- Waste material semen ada 32 indikator penyebab waste.

Berbagai tahapan ini bersumber pada penelitian disertasi Waty, 2017.

Berdasarkan data dari penelitian ini maka dilakukan kembali untuk menentukan waste material proyek peningkatan jalan, di mana dilakukan beberapa tahapan ulang.

Tahapan ulang dengan bantuan pakar akhirnya ditentukan waste material semen yang dipakai dengan 32 indikator penyebab yang bersumber pada 6 variabel yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 dengan 32 penyebab indikator.

Tabel 2.2 Sumber dan Penyebab *Material Waste* (Waty, 2107)[34]

No.	Sumber		Penyebab	Referensi
1.	Desain	1	Kesalahan dalam dokumen kontrak	Bossink, 1996
		2	Ketidaklengkapan dokumen kontrak	Bossink, 1996
		3	Perubahan desain	Bossink, 1996
		4	Memilik spesifikasi produk	Bossink, 1996
		5	Memilih produk yang berkualitas rendah	Bossink, 1996
		6	Kurang memperhatikan ukuran dari produk yang digunakan	Bossink, 1996
		7	Desainer tidak mengenal dengan baik jenis produk yang digunakan	Bossink, 1996
		8	Pendetailan gambar yang rumit	Bossink, 1996
		9	Informasi gambar desain jalan yang kurang lengkap	Bossink, 1996
		10	Kurang berkoordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengetahuan tentang konstruksi Kurangnya informasi dalam gambar	Bossink, 1996
		11	Kurang lengkapnya informasi masalah tipe dan ukuran material pada dokumen desain	Ekanayake, 2000
		12	Perencanaan konstruksi tidak sempurna	Pola dan Ballard, (2004)
2.	Pengadaan	13	Kesalahan pemesanan mengakibatkan kelebihan atau kekurangan material	Bossink, 1996
		14	Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil	Bossink, 1996
		15	Pembelian material tidak sesuai dengan spesifikasi	Bossink, 1996
		16	Pemasok pengirim barang yang tidak sesuai spesifikasi	Bossink, 1996
		17	Pengepakan kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan	Bossink, 1996
		18	Kekurangan dari kemungkinan pesanan dalam jumlah kecil	Ekanayake, 2000
		19	Kurangnya pemahaman produk alternatif	Ekanayake, 2000
		20	Kurangnya pemahaman tentang standar yang tersedia di pasar	Ekanayake, 2000

No.	Sumber		Penyebab	Referensi
		21	Pemesanan material yang tidak memenuhi kebutuhan proyek	Pola dan Ballard, (2004)
3.	Penanganan Material	22	Pemesanan material yang tidak memenuhi kebutuhan proyek	Alwi et al. (2000)
		23	Kerusakan akibat transportasi ke/di lokasi proyek	Bossink, 1996
		24	Penyimpanan yang keliru menyebabkan kerusakan	Bossink, 1996
		25	Material yang tidak dikemas dengan baik	Bossink, 1996
		26	Membuang/melempar material	Bossink, 1996
		27	Material yang terkirim dalam keadaan tidak padat/kurang	Bossink, 1996
		28	Penanganan yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran material untuk dimasukkan dalam gudang	Ekanayake, 2000
		29	Sikap atau tindakan tim proyek dan pekerja yang tidak ramah/kasar	Ekanayake, 2000
		30	Pencurian	Ekanayake, 2000
		31	Kerusakan material djenispat	Alwi et al., (2000)
		32	Kesalahan penyusunan material dilapangan	Alwi et al. (2000)
4	Pelaksanaan	33	Penanganan material yang tidak perlu	Alwi et al. (2000)
		34	Kesalahan yang diakibatkan oleh tenaga kerja	Bossink, 1996
		35	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik	Bossink, 1996
		36	Cuaca yang buruk	Bossink, 1996
		37	Kecelakaan pekerja di lapangan	Bossink, 1996
		38	Penggunaan material yang salah hingga perlu diganti	Bossink, 1996
		39	Metode untuk menempatkan fondasi	Bossink, 1996
		40	Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan yang tidak sempurna	Bossink, 1996
		41	Informasi tipe dan ukuran material yang akan digunakan terlambat disampaikan ke kontraktor	Bossink, 1996
		42	Kecerobohan dalam mencampur, mengolah dan menggunakan material kerja yang tidak akurat dan lain-lain	Bossink, 1996

No.	Sumber		Penyebab	Referensi
		43	Pengukuran dimensi yang tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume	Bossink, 1996
		44	Kesalahan karena kelalaian	Ekanayake, 2000
		45	Kerusakan pekerjaan yang kurang terampil	Ekanayake, 2000
		46	Menggunakan material yang salah hingga perlu diganti	Ekanayake, 2000
		47	Jumlah yang dibutuhkan tidak jelas karena perencanaan tidak jelas	Ekanayake, 2000
		48	Informasi yang terlambat sampai ke kontraktor mengenai tipe dan ukuran	Ekanayake, 2000
		49	Material yang akan dipasang	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		50	Material yang digunakan longgar	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		51	Perbaikan pekerjaan finishing	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		52	Penundaan jadwal	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		53	Tukang lambat/tidak efektif	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		54	Kurangnya pengawasan/kualitas buruk	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		55	Perbaikan pada pekerjaan struktur	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		56	Perbaikan pada pekerjaan bekisting	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		57	Peralatan sering pecah/rusak	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		58	Menunggu tukang	Pola dan Ballard, (2004)
		59	Peralatan tidak dapat diandalkan	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		60	Perbaikan pekerjaan pondasi	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		61	Kesalahan pekerja	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		62	Menunggu instruksi	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		63	Menunggu perbaikan peralatan	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
5.	Residual	64	Lambatnya gambar revisi dan distribusi	Alwi <i>et al.</i> , (2000)
		65	Sisa pemotongan material yang tidak terpakai lagi	Bossink, 1996
		66	Kesalahan pada saat pemotongan material	Bossink, 1996
		67	Kesalahan pesanan barang, karena tidak menguasai spesifikasi	Bossink, 1996
		68	Pengepakan	Bossink, 1996
		69	Kehilangan akibat pencurian	Bossink, 1996

No.	Sumber		Penyebab	Referensi
6.	Lain-lain	70	Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material	Bossink, 1996
7.	Sikap	71	Kurangnya insentif	Loosemore, 2001
		72	Keragu-raguan mengurangi sisa material	Loosemore, 2001
		73	Kurangnya pengetahuan atas nilai sisa Konsekuensi sisa material Cara untuk mengurangi sisa material Tanggung jawab terhadap sisa material	Loosemore, 2001
		74	Percaya bahwa sisa material tidak dapat dihindari	Loosemore, 2001
8.	Norma-norma subjektif	75	Budaya yang pragmatis	Loosemore, 2001
		76	Budaya pemborosan	Loosemore, 2001
		77	Perasaan yang tidak adil	Loosemore, 2001
		78	Standar industri yang tidak konsisten	Loosemore, 2001
		79	Sisa material yang tidak jelas	Loosemore, 2001
		80	Sisa material merupakan prioritas terakhir	Loosemore, 2001
		81	Komitmen manajemen yang kurang	Loosemore, 2001
		82	Kurangnya pengetahuan atas nilai sisa Konsekuensi sisa material Cara untuk mengurangi sisa material Tanggung jawab terhadap sisa material	Loosemore, 2001
		83	Kesalahan pada saat pemotongan material	Loosemore, 2001
		84	Percaya bahwa sisa material tidak dapat dihindari	Loosemore, 2001
		85	Sisa material merupakan prioritas terakhir	Loosemore, 2001
		86	Kesalahan pesanan barang, karena tidak menguasai spesifikasi	Loosemore, 2001
		87	Kurang adanya konsultasi	Loosemore, 2001

No.	Sumber		Penyebab	Referensi
9.	Pengontrolan perilaku	88	Penyimpangan pengendalian penjadwalan material	Loosemore, 2001
		89	Penyimpangan pengendalian biaya material	Loosemore, 2001
		90	Proses desain yang kurang	Loosemore, 2001
		91	Fasilitas sisa material kurang	Loosemore, 2001
		92	Pemasaran sisa material kurang	Loosemore, 2001
		93	Pengurangan sisa material sulit, tidak praktis, dan perlu biaya	Loosemore, 2001

Tabel 2.3 Sumber dan Penyebab Waste Material Semen

No.	Sumber	Penyebab	Sumber referensi
1.	Desain	1. Kesalahan dalam dokumen kontrak 2. Ketidaklengkapan dokumen kontrak 3. Kesalahan pemesanan karena memilih spesifikasi produk yang berbeda 4. Informasi gambar desain jalan yang kurang lengkap 5. Kurang berkoordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengetahuan tentang konstruksi 6. Kurang lengkapnya informasi masalah tipe dan ukuran material pada dokumen. 7. Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan yang tidak sempurna	Bossink, 1996 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Pola dan Ballard (2004)
2.	Pengadaan	8. Kesalahan pemesanan mengakibatkan kelebihan atau kekurangan 9. Kekurangan dari kemungkinan pemesanan dalam jumlah kecil 10. Pemesanan material yang tidak memenuhi kebutuhan proyek 11. Menunggu material 12. Pengepakan kurang baik mengakibatkan terjadinya waste	Bossink, 1996 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Waty, 2017 Bossink, 1996

No.	Sumber	Penyebab	Sumber referensi
3.	Penanganan	13. Kerusakan material akibat transportasi ke/di lokasi proyek 14. Penyimpanan material yang keliru menyebabkan kerusakan 15. Penanganan yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran material untuk dimasukkan ke dalam gudang 16. Sikap atau tindakan tim proyek dan pekerja yang tidak ramah/kasar 17. Pencurian 18. Kerusakan material di tempat 19. Kesalahan penghamparan material di lapangan	Bossink, 1996 Bossink, 1996 Ekayanake, 2000 Ekayanake, 2000 Ekayanake, 2000 Alwi <i>et al.</i> , 2002 Alwi <i>et al.</i> , 2002
4.	Pelaksanaan	20. Cuaca yang buruk 21. Penggunaan material yang salah hingga perlu diganti 22. Kecerobohan dalam mencampur, mengolah dan menggunakan material untuk dimasukkan ke dalam gudang 23. Pengukuran dimensi yang tidak akurat sehingga tidak terjadi kelebihan volume 24. Kerusakan karena pekerja yang kurang terampil	Waty, 2017 Ekayanake, 2000 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Ekayanake, 2000
		1. Karena perencanaan yang tidak jelas sehingga kelebihan volume 2. Perbaikan pekerjaan 3. Lambatnya gambar distribusi 4. Lambatnya gambar revisi dan pendistribusiannya	Waty, 2017 Alwi <i>et al.</i> , 2002 Alwi <i>et al.</i> , 2002
5.	Residu	5. Sisa material karena proses pemakaian 6. Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material	Waty, 2017 Bossink, 1996
6.	Pengontrolan perilaku	7. Penyimpangan pengendalian penjadwalan material 8. Penyimpangan pengendalian biaya material	Loosemore, 2001 Loosemore, 2001

D. Dampak *Change Order*

Change order memegang peranan penting dalam hal waste material. Pada penelitian Waty 2018 [35] menyatakan bahwa *change order* yang menjadi penyebab waste material proyek konstruksi jalan.

Waste material yang terjadi cukup besar pada proyek konstruksi jalan di Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara pada proyek peningkatan jalan disebabkan oleh *change order*.

Change order merupakan perubahan pekerjaan baik itu pekerjaan kurang ataupun pekerjaan tambah ataupun penambahan item pekerjaan baru ataupun penghilangan pekerjaan di mana ke semua hal tersebut dalam menyebabkan waste material terjadi.

Pada bab 1 telah disebutkan mengenai penyebab *change order* maka pada bab ini akan dibahas dampak *change order*.

Dampak *change order* merupakan akibat yang ditimbulkan oleh *change order* dengan beberapa pendapat seperti di bawah ini.

1. Dampak Menurut Hwang, 2012[36]

Menurut Hwang, B. (2012) *change order* dapat memberi dampak positif dan negatif pada biaya maupun kualitas proyek. Perubahan ini dapat menguntungkan maupun merugikan. Perubahan yang menguntungkan bisa didapat dari manajemen nilai. Manajemen nilai bermanfaat bagi proyek dalam jangka panjang meski menimbulkan biaya lebih. Perubahan yang merugikan sebaiknya dihindari dalam proyek. Beberapa dampak negatif dari *change order* menurut Hwang, B. (2012)[36] sebagai berikut.

- a. Kenaikan biaya proyek
Penambahan pekerjaan akan menyebabkan peningkatan pada biaya proyek.
- b. Merekrut tenaga kerja profesional
Pada perubahan yang memerlukan teknologi tertentu maka akan diperlukan tenaga profesional khusus untuk mengerjakannya.
- c. Peningkatan biaya *overhead*
Perubahan proyek perlu divalidasi dan disepakati bersama oleh

pemilik dan kontraktor. Perubahan perlu dikomunikasikan dan didokumentasi dengan baik kepada pihak-pihak yang terlibat. Oleh karena itu, biaya diperlukan untuk dokumentasi hukum dan prosedur tertulis yang berkaitan perubahan tersebut.

d. Penurunan kualitas

Akibat dari perubahan kinerja kontraktor mungkin cenderung menurun karena sering terjadi perubahan dari pemilik.

e. Penurunan produktivitas tenaga kerja

Pada kasus-kasus di mana pekerja perlu bekerja lembur dalam waktu lama untuk mengejar keterlambatan jadwal proyek akibat dari perubahan menyebabkan produktivitas pekerja menurun.

f. Keterlambatan pada proses pengadaan barang

Perubahan proyek yang memerlukan bahan atau peralatan khusus sering menyebabkan keterlambatan pengadaan.

g. Pengerjaan ulang dan pembongkaran

Pengerjaan ulang dan pembongkaran terjadi baik akibat dari kesalahan pelaksana maupun perubahan desain.

h. Keamanan pekerja

Ketika terjadi perubahan yang memerlukan peralatan baru maupun metode konstruksi yang baru, langkah-langkah keselamatan kerja perlu diperbarui untuk menjaga keselamatan para pekerja.

i. Keterlambatan dalam jadwal penyelesaian

Perubahan pekerjaan paling sering menyebabkan penambahan durasi proyek.

2. Dampak Menurut Keane (2010)[37]

Menurut Keane (2010), dampak *change order* dapat dikelompokkan dalam lima kategori: biaya, kualitas, waktu, efek terkait organisasi, dan efek lainnya.

- a. Efek yang berhubungan dengan biaya: keterlambatan pembayaran dapat, mengarah ke peningkatan biaya proyek karena tarif bunga. *Change order* memerlukan prosedur pemrosesan, dokumen, dan ulasan sebelum dapat diimplementasikan, yang akan

menyebabkan peningkatan biaya *overhead*. Pembayaran tambahan untuk kontraktor dapat menjadi efek potensial dari *change order* pada proyek konstruksi. *Change order* dianggap sebagai pekerjaan tambahan untuk kontraktor.

- b. Efek terkait kualitas: *change order* selama proyek dapat memengaruhi kualitas. *Change order*, jika sering, dapat menurunkan kualitas kerja. *Change order* dapat memengaruhi waktu penyelesaian proyek dan dapat menyebabkan percepatan proses konstruksi yang memengaruhi kualitas.
- c. Efek terkait waktu: *change order* yang terjadi saat konstruksi sedang berlangsung atau bahkan selesai biasanya menyebabkan pengerjaan ulang dan keterlambatan penyelesaian proyek. *Change order* selama proyek dapat memengaruhi kemajuan proyek, yang pada selanjutnya dapat memengaruhi pembayaran kepada subkontraktor, biasanya karena kontraktor utama tidak dapat membayar subkontraktor sampai mereka telah dibayar oleh pemiliknya sendiri. Keterlambatan jadwal penyelesaian adalah hal yang sering terjadi pada proyek konstruksi. Keterlambatan logistik dapat terjadi karena *change order* membutuhkan material dan peralatan baru.
- d. Efek terkait organisasi: perselisihan tentang *change order* dan klaim tidak bisa dihindari dan klausa *change order* sering menjadi sumber perselisihan dalam proyek. Perubahan konstruksi adalah sumber utama sengketa konstruksi. *Change order* pada akhirnya dapat memengaruhi hubungan profesional pada proyek konstruksi, yang mengarah ke perselisihan dan penundaan lebih lanjut. Klaim dan perselisihan dapat berdampak buruk pada reputasi perusahaan, dan juga dapat membuat perselisihan profesional lebih mungkin terjadi. Perubahan dapat memengaruhi kondisi keselamatan dalam proyek konstruksi. *Change order* mungkin membutuhkan metode dan tindakan pencegahan tambahan. Percepatan pekerjaan dapat menyebabkan kondisi keselamatan yang buruk. Selanjutnya, keterlambatan penyelesaian konstruksi, kegagalan dalam memenuhi persyaratan kualitas, dan meningkatnya risiko kecelakaan dapat merusak reputasi perusahaan, memburuknya

hubungan profesional dan menyebabkan perselisihan di antara para profesional.

- e. Efek lain: *change order* dapat memengaruhi kemajuan proyek tanpa menyebabkan keterlambatan. Efek *change order* terkait waktu yang merugikan dapat dikompensasi dengan percepatan penyelesaian pekerjaan.

Sebagian besar *change order* yang dikeluarkan selama periode konstruksi merupakan penyebab utama penambahan biaya dan waktu, gangguan, dan sengketa. Dalam beberapa kasus, *change order* menyebabkan kebingungan dan menyebabkan efek yang merusak lingkungan, Alnuami (2010).

3. Dampak Menurut Alnuami (2010)[38]

Dalam penelitian Alnuami (2010) diperoleh dampak *change order* terbesar adalah:

- a. keterlambatan waktu penyelesaian proyek;
- b. menyebabkan klaim dan sengketa;
- c. biaya membengkak;
- d. menambah anggaran untuk kontraktor;
- e. menurunkan kualitas pekerjaan.

Jika tidak ada kesepakatan yang dicapai antara para pihak proyek tentang perubahan, akan menyebabkan sengketa atau perselisihan yang dapat berdampak negatif pelaksanaan proyek dan mengurangi peluangnya untuk berhasil diselesaikan, Alaryan (2014).

4. Dampak Menurut Alaryan *et al.*, 2014[39]

Menurut Alaryan *et al.*, (2014), terdapat 12 dampak *change order*, yaitu:

- a. meningkatkan biaya proyek;
- b. peningkatan durasi pekerjaan individual;
- c. keterlambatan jadwal penyelesaian;
- d. keterlambatan pembayaran;
- e. pembongkaran dan pekerjaan ulang;

- f. menurunkan produktivitas pekerja;
- g. meningkatkan biaya *overhead*;
- h. menurunkan kualitas pekerjaan;
- i. keterlambatan material dan peralatan;
- j. sengketa antara kontraktor dan pemilik;
- k. menghambat pekerjaan lain;
- l. meningkatkan anggaran untuk kontraktor.

5. Dampak Menurut Martanti (2018)[40]

Menurut Martanti (2018) terdapat 14 dampak *change order*, yaitu:

- a. ketidaktersediaan material;
- b. ketidaktersediaan peralatan;
- c. ketidaktersediaan tenaga kerja;
- d. proyek tidak sesuai dengan jadwal;
- e. mengganggu *cashflow* kontraktor;
- f. menambah anggaran untuk kontraktor;
- g. biaya proyek membengkak;
- h. peningkatan keuntungan proyek;
- i. penurunan keuntungan proyek;
- j. pekerjaan dilakukan tidak sesuai prosedur;
- k. penurunan kualitas pekerjaan;
- l. penurunan performa dan moral pekerja;
- m. pekerjaan ulang;
- n. penurunan kualitas hubungan antar kontraktor dan pemegang kepentingan.

6. Dampak *Change Order* (Osman, 2009)

Osman (2009) menyimpulkan bahwa lima pengaruh tertinggi dari *change order* adalah:

- a. peningkatan biaya proyek;
- b. pembayaran tambahan untuk kontraktor;

- c. peningkatan biaya *overhead*;
- d. penundaan jadwal penyelesaian;
- e. pengerjaan ulang dan pembongkaran.

7. Dampak Menurut Duah (2017) [41]

Menurut Duah (2017)[27] mengategorikan faktor dampak *change order* menjadi tiga kategori, yaitu:

- a. Faktor terkait produktivitas tenaga kerja
 - penumpukan perdagangan;
 - etika dan moral;
 - perekrutan tenaga kerja;
 - jumlah pekerja yang tidak efisien;
 - pekerjaan bersamaan;
 - kurangnya pengawasan;
 - proses belajar;
 - kesalahan dan kelalaian;
 - proyek bersama;
 - akses proyek;
 - logistik;
 - kelelahan;
 - dampak yang berkelanjutan;
 - lembur;
 - perubahan cuaca dan iklim;
 - rasa tersinggung;
 - gangguan dan intefensi;
 - menganggur;
 - percepatan;
 - penundaan pekerjaan;
 - urutan dan tahapan.

- b. Faktor yang menambahkn biaya
- penambahan biaya administrasi kontrak;
 - *cashflow* terganggu;
 - kehilangan keuntungan;
 - meningkatkan biaya pekerjaan;
 - kekurangan biaya;
 - pemesanan ulang alat;
 - biaya lebih pembelian barang;
 - peningkatan biaya material;
 - waktu pengawasan untuk proyek lain;
 - biaya finansial;
 - depresiasi;
 - pembatalan kontrak.
- c. Faktor terkait kondisi proyek dan lapangan
- masalah kapasitas;
 - perubahan kondisi;
 - dampak yang berkelanjutan;
 - dampak kumulatif dari *change order*;
 - waktu koordinasi;
 - perubahan iklim dan cuaca;
 - urutan dan tahapan.

8. Dampak *Change Order* Menurut Onkar dan Bhirud, 2015[42]

Dampak *change order* menurut Onkar dan Bhirud, 2015 menyimpulkan ada beberapa dampak *change order* antara lain:

- a. meningkatkan biaya *overhead*;
- b. menyebabkan *rework* atau pekerjaan ulang;
- c. menyebabkan keterlambatan material;
- d. menyebabkan keterlambatan peralatan kerja;

- e. menghambat pekerjaan lain;
- f. menyebabkan penurunan produktivitas.

9. Dampak *Change Order* Menurut Ibbs, 2012

Menurut Ibbs (2012)[29], semua perubahan memiliki kesamaan, yaitu penambahan atau penghapusan pada ruang lingkup pekerjaan, yang akibatnya menciptakan pengerjaan ulang dan penjadwalan ulang, percepatan, penundaan, atau penahanan. Kejadian-kejadian ini dapat merusak produktivitas tenaga kerja. Biaya tenaga kerja proyek dapat meningkat dan memperlambat kemajuan proyek, memperpanjang jadwal dan meningkatkan biaya *overhead*. Total biaya proyek selanjutnya dapat meningkat sehingga mengurangi atau menghilangkan profitabilitas kontraktor dan mengganggu pengembalian investasi atau utilitas pemilik proyek. Ketika pemilik menjadi sumber perubahan, perubahan biaya dan jadwal dimasukkan ke dalam kontrak asli dengan cara mengubah pesanan. Amendemen ini memungkinkan pemilik untuk mengubah pekerjaan yang dilakukan oleh kontraktor dan menyediakan mekanisme untuk mendefinisikan penyesuaian pada ruang lingkup, harga, dan jadwal proyek.

Change order memegang peranan penting dalam hal waste material.

Pada penelitian Waty, 2017 [34] menyatakan bahwa *change order* yang menjadi penyebab waste material proyek konstruksi jalan.

Waste material yang terjadi cukup besar pada proyek konstruksi jalan di Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara pada proyek peningkatan jalan disebabkan oleh *change order*.

Change order merupakan perubahan pekerjaan baik itu pekerjaan kurang ataupun pekerjaan tambah ataupun penambahan item pekerjaan baru ataupun penghilangan pekerjaan di mana ke semua hal tersebut dalam menyebabkan waste material terjadi.

E. Peranan *Change Order* terhadap Waste Material

Penelitian Waty *et al.*, 2018[14] menyatakan bahwa waste material terjadi pada 107 proyek peningkatan jalan sebagian besar disebabkan karena *change order*, bahkan tahun berikutnya dalam penelitian Waty

dan Sulistio, 2019[43] menguatkan dengan memberikan statement untuk rekomendasi waste material bahwa mengurangi *change order* akan mengurangi waste material.

Mengacu kepada beberapa hal di atas (pada subbab waste konstruksi dan subbab waste material proyek konstruksi jalan dan subbab dampak *change order*) maka ditetapkan draft kuesioner untuk menentukan pengaruh dari dampak *change order* terhadap waste material proyek konstruksi jalan dengan mengacu pada penyebab waste material.

Draft kuesioner dampak *change order* terhadap waste material konstruksi jalan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Kuesioner Penyebab Waste Material

No.	Sumber	Penyebab	Keterangan
1.	Desain	1. Kesalahan dalam dokumen kontrak 2. Ketidaklengkapan dokumen kontrak 3. Kesalahan pemesanan karena memilih spesifikasi produk yang berbeda 4. Informasi gambar desain jalan yang kurang lengkap 5. Kurang berkoordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengetahuan tentang konstruksi 6. Kurang lengkapnya informasi masalah tipe dan ukuran material pada dokumen 7. Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan yang tidak sempurna	Bossink, 1996 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Pola dan Ballard (2004)
2.	Pengadaan	8. Kesalahan pemesanan mengakibatkan kelebihan atau kekurangan 9. Kekurangan dari kemungkinan pemesanan dalam jumlah kecil 10. Pemesanan material yang tidak memenuhi kebutuhan proyek 11. Menunggu material 12. Pengemasan kurang baik mengakibatkan terjadinya waste	Bossink, 1996 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Waty, 2017 Bossink, 1996

No.	Sumber	Penyebab	Keterangan
3.	Penanganan	13. Kerusakan material akibat transportasi ke/di lokasi proyek 14. Penyimpanan material yang keliru menyebabkan kerusakan 15. Penanganan yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran material untuk dimasukkan ke dalam gudang 16. Sikap atau tindakan tim proyek dan pekerja yang tidak ramah/kasar 17. Pencurian 18. Kerusakan material di tempat 19. Kesalahan penghamparan material di lapangan	Bossink, 1996 Bossink, 1996 Ekayanake, 2000 Ekayanake, 2000 Ekayanake, 2000 Alwi <i>et al.</i> , 2002 Alwi <i>et al.</i> , 2002
4.	Pelaksanaan	20. Cuaca yang buruk 21. Penggunaan material yang salah hingga perlu diganti 22. Kecerobohan dalam mencampur, mengolah dan menggunakan material untuk dimasukkan ke dalam gudang 23. Pengukuran dimensi yang tidak akurat sehingga tidak terjadi kelebihan volume 24. Kerusakan karena pekerja yang kurang terampil 25. Karena perencanaan yang tidak jelas sehingga kelebihan volume 26. Perbaikan pekerjaan 27. Lambatnya gambar distribusi 28. Lambatnya gambar revisi dan pendistribusiannya	Waty, 2017 Ekayanake, 2000 Bossink, 1996 Bossink, 1996 Ekayanake, 2000 Waty, 2017 Alwi <i>et al.</i> , 2002 Alwi <i>et al.</i> , 2002 Alwi <i>et al.</i> , 2002
5.	Residu	29. Sisa material karena proses pemakaian 30. Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material	Waty, 2017 Bossink, 1996
6.	Pengontrolan perilaku	31. Penyimpangan pengendalian penjadwalan material 32. Penyimpangan pengendalian biaya material	Loosemore, 2001 Loosemore, 2001

Sumber: Waty dan Sulistio, 2020 [44]

Dampak *change order*:

1. meningkatkan pembiayaan proyek (Shrestha dan Fathi, 2019)[45]
2. mengurangi mutu proyek (Shrestha dan Fathi, 2019)[46]
3. memperpanjang waktu pelaksanaan proyek (Waty dan Sulistio, 2022)[47]





Bab 3

BAGAIMANA MENGUKUR PENGARUH *CHANGE ORDER* PROYEK KONSTRUKSI JALAN

A. Pengukuran Pengaruh *Change Order* Proyek Konstruksi Jalan

Pengukuran pengaruh *change order* proyek konstruksi jalan dilakukan dengan menyebarkan kuesioner yang sudah divalidasi oleh beberapa pakar. Validasi yang dilakukan lebih dari satu kali bahkan hingga kali yang ketiga baru berhasil menemukan draft kuesioner yang ditetapkan seperti pada akhir Bab 2.

Kuesioner disebarakan kepada responden yang terdiri dari responden konsultan, kontraktor selaku penyedia jasa dan owner dari pihak pemerintah dan pihak swasta. Pengembalian responden juga cukup banyak didapat.

Karena kuesioner yang disebarakan maka pengukuran dengan menggunakan skala Likert dari skala 1 hingga 6 dari sangat tidak berpengaruh hingga sangat berpengaruh sekali.

Karena pengukuran berupa kuesioner yang disebarakan maka hasil responden berupa hasil jawaban yang tidak dapat diukur secara langsung sehingga hasil pengembalian kuesioner dilakukan pengolahan yang menjadikannya jawabannya menjadi jawaban variabel laten.

Karena variabel laten maka dilakukan pengolahan data dengan bantuan Smart PLS 4.0.

Menurut Ghozali (2014)[48], SEM merupakan gabungan dari dua metode statistik yang terpisah yaitu analisis faktor dan model

persamaan simultan. Dalam analisis SEM, variabel dibedakan menjadi:

- 1) Variabel Laten, adalah variabel yang tidak dapat diukur secara langsung kecuali diukur dengan satu atau lebih variabel manifes. Variabel laten disebut pula dengan istilah *unobserved* variabel, konstruk atau konstruk laten. Variabel laten diberi simbol lingkaran atau elips.

Variabel laten dapat digolongkan menjadi dua yaitu sebagai berikut.

1. Variabel laten eksogen, merupakan variabel independen (bebas) yang memengaruhi variabel dependen (terikat). Dalam penelitian ini yang menjadi variabel laten eksogen adalah variabel Desain, Pengadaan, Penanganan, Pelaksanaan, Residual dan Pengontrolan Perilaku yang dapat dilihat pada X1 hingga X6.
2. Variabel laten endogen, merupakan variabel dependen yang dipengaruhi oleh variabel independen. Dalam penelitian ini variabel dependen adalah dampak *change order* yang disebut Y1.

1. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan SEM (Structural Equation Model) PLS (Partial Least Square). Pertimbangan dipergunakan Aplikasi dan metode olah data menggunakan PLS SEM, menurut Sarwono (2014) dalam penelitian membuat Skripsi, Tesis, dan Disertasi dengan Partial Least Square SEM (PLS SEM), terdapat beberapa asumsi dalam PLS SEM sebagai berikut.

- a. Asumsi utama dalam penggunaan PLS SEM ialah tidak mengharuskan mengikuti asumsi normalitas karena PLS SEM tidak memperlakukan data sebagaimana dalam SEM yang berbasis kovarian di mana di dalam SEM tersebut data diharuskan terdistribusi normal. Kelonggaran ini memungkinkan kita menggunakan data yang tidak terdistribusi normal.
- b. PLS SEM dapat menggunakan ukuran sampel yang kecil tidak seperti pada SEM yang berbasis kovarian yang mengharuskan peneliti menggunakan ukuran sampel yang besar dikarenakan SEM merupakan suatu prosedur yang dikategorikan dalam prosedur multivariate mengharuskan jumlah data yang besar, misalnya setidaknya-tidaknya 400.

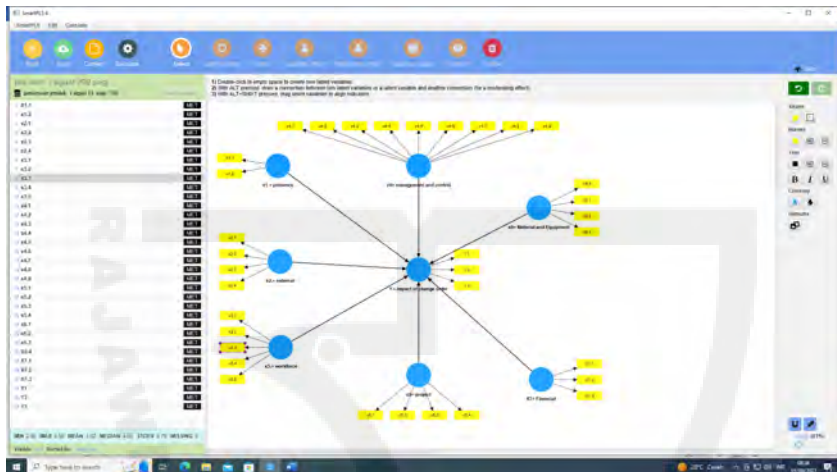
Sebaliknya PLS SEM tidak mengharuskan peneliti menggunakan jumlah data yang besar. Dengan demikian, prosedur ini memberikan keuntungan bagi pengguna saat kesulitan mencari data dalam jumlah yang besar.

- c. Tidak mengharuskan randomisasi sampel, dengan demikian sampel yang dipilih dengan menggunakan nonprobabilitas, seperti *accidental sampling*, *purposive sampling*, dan sejenisnya dapat digunakan dalam PLS SEM.
- d. Memperbolehkan indikator formatif dalam mengukur variabel laten selain indikator reflektif. Hal ini tidak diizinkan dalam SEM berbasis kovarian, yaitu hanya menggunakan indikator reflektif saja.
- e. PLS SEM mengizinkan adanya variabel laten dikotomi.
- f. PLS SEM memberi kelonggaran terhadap keharusan adanya skala pengukuran interval. Dengan demikian, peneliti dapat menggunakan skala pengukuran selain interval.
- g. Distribusi residual dalam PLS SEM tidak diharuskan seperti pada SEM berbasis kovarian, di mana di dalam SEM tersebut distribusi residual harus sekecil mungkin seperti pada regres linear.
- h. PLS SEM cocok digunakan sebagai prosedur yang digunakan untuk mengembangkan teori pada tahap awal. Hal ini berbeda dengan pada SEM berbasis kovarian dengan menggunakan teori untuk dikonfirmasi dengan menggunakan data sampel.
- i. Pendekatan regresi dalam SEM lebih cocok dibanding pendekatan regresi dalam SEM lebih cocok dibandingkan dalam SEM yang berbasis kovarian.
- j. Dalam PLS SEM hanya diperbolehkan model *recursive* (sebab akibat) saja dan tidak mengizinkan model *no recursive* (timbang balik) sebagaimana dalam SEM yang berbasis kovarian.
- k. PLS SEM memungkinkan model sangat kompleks dengan banyak variabel laten dan indikator. Ukuran sampel untuk metodologi SEM berbasis kovarians harus cukup besar (10–20 kali parameter) dan konsensus yang tidak jelas menunjukkan kekurangan di antara literatur yang ada tentang ukuran sampel yang dibutuhkan (dalam penelitian Durdyev *et al.*, 2018)[49].

Sampel yang didapat juga cukup banyak maka dilakukan pengolahan data untuk langkah selanjutnya.

2. Proses Pengolahan Data

Proses pengolahan data menggunakan Cara Metode *Partial Least Square* yang berbasis pada penggambaran. menunjukkan model penelitian yang akan digunakan.



Gambar 3.1 Model Awal PLS

a. Uji Validitas Konvergen

Loading factor adalah standar dari estimasi bobot yang dapat menghubungkan antarvariabel dan indikator yang memiliki angka dari 0 sampai dengan 1. Jika angka yang tampil di *layer* semakin besar artinya *maka loading factor* itu semakin kuat (Ghozali, 2104) [48]. Secara umum data *loading factor* harus memiliki nilai lebih dari 0,6 yang mengindikasikan bahwa nilai tersebut di atas nilai *error variance*, jika nilai *loading* variabel dibawah 0,6. Maka nilai *loading factor* itu dilarang digunakan.

b. Uji Validitas Divergen

Nama dari uji validitas divergen adalah *UJI Average Variance Extracted (AVE)*. Tujuan dari uji validitas *divergent* adalah untuk merefleksikan masing-masing variabel laten dalam model reflektif (Setiawan, 2021). Nilai Model reflektif dianggap kuat jika nilai AVE di atas 0,5.

Serta nilai AVE harus lebih besar dari nilai *cross loading correlation*. Jika sampai nilai AVE dibawah 0,5 maka dianggap *error* lebih tinggi.

c. Uji Validitas Diskriminan

Adapun uji validitas diskriminan adalah indikator reflektif yang dapat dilihat pada nilai *cross loading* antara indikator dengan variabelnya.

d. Uji Relabilitas Cronbach Alpha

Hasil dari uji *Cronbach alpha* dapat menggambarkan validitas konvergen. Jika nilai Cronbach alpha > dari 80%/0,8 maka mengindikasikan skala baik, jika > 60%/0,65 memiliki skala yang diterima, dan >0,6 maka dianggap estimasi rendah Ghazali, 2016) [50]. Nilai *Cronbach alpha* juga harus nilainya > 0,60/60% untuk melihat olahan data dapat diterima.

e. Uji Relabilitas Komposit

Nilai reliabilitas komposit akan dianggap baik jika memiliki nilai > 0,6. Adapun nilai reliabilitas komposit jauh lebih tinggi untuk semua konstruk/variabel jika dibandingkan dengan nilai *Cronbach alpha* (Ghozali, 2016) [50]. Adapun fungsinya adalah menunjukkan *internal consistency* dari suatu indikator dalam variabel laten.

f. Uji Model Fit

Model Fit berfungsi untuk merepresentasikan seberapa bagusnya kecocokan suatu variabel laten dalam penelitian. Sebagai syarat supaya sebuah model dapat mencapai model fit yang berlaku, maka batasan atau syarat sebuah model fit sebagai berikut: Nilai RMS Theta atau *Root Mean Square Theta* < 0,079, Nilai SRMR atau *Standardized Root Mean Square* < 0,08 dan Nilai NFI < 1

g. Uji T

Uji T adalah uji komparasi/uji beda. Uji komparasi adalah salah satu Analisis statistik yang bertujuan untuk membandingkan antara 2 variabel yang sedang diteliti mengenai perbedaan yang signifikan atau tidak (Mundir, 2012).

- 1) Jumlah sampel kurang kecil, antara 5 – 30 sampel/responden.
- 2) Menerapkan besarnya level of *significance* (A) sebesar 0,05.
- 3) Keputusan.

$H_0 : \beta_1 = 0$, artinya variabel bebas secara parsial tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel terkait.

$H_0 : \beta_1 \neq 0$, artinya variabel bebas secara parsial memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel terkait

- h. Mengambil keputusan (dengan nilai signifikansi)
 - Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.
 - Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

B. Regresi Linier Berganda

Regresi linier berganda adalah hasil dari perkembangan dari regresi linier sederhana yang dapat digunakan untuk memprediksi permintaan di masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu atau untuk mengetahui pengaruh satu atau lebih dari variabel bebas (Independent) terhadap satu variabel yang tidak bebas (Dependent) perbedaannya adalah dari jumlah variabel bebas lebih dari 1 yang memengaruhi variabel tidak bebas (Siregar, 2017).

C. Uji Hipotesis

1. Hipotesis 1

H_0 = Desain tidak berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi jalan.

H_a = Desain berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi jalan.
2. Hipotesis 2

H_0 = Pengadaan tidak berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* pada proyek konstruksi jalan.

H_a = Pengadaan tidak berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* pada proyek konstruksi jalan.
3. Hipotesis 3

H_0 = Penanganan berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi jalan.

Ha = Penanganan tidak berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi jalan.

4. Hipotesis 4

H0 = Pelaksanaan berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi jalan.

Ha = Pelaksanaan tidak berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi jalan.

5. Hipotesis 5

H0 = Residu tidak berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi jalan.

Ha = Residu berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi jalan.

6. Hipotesis 6

H0 = Pengontrolan perilaku berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi jalan.

Ha = Pengontrolan perilaku tidak berpengaruh signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi jalan.

D. Hasil Pengukuran Dampak *Change Order* Proyek Konstruksi Jalan

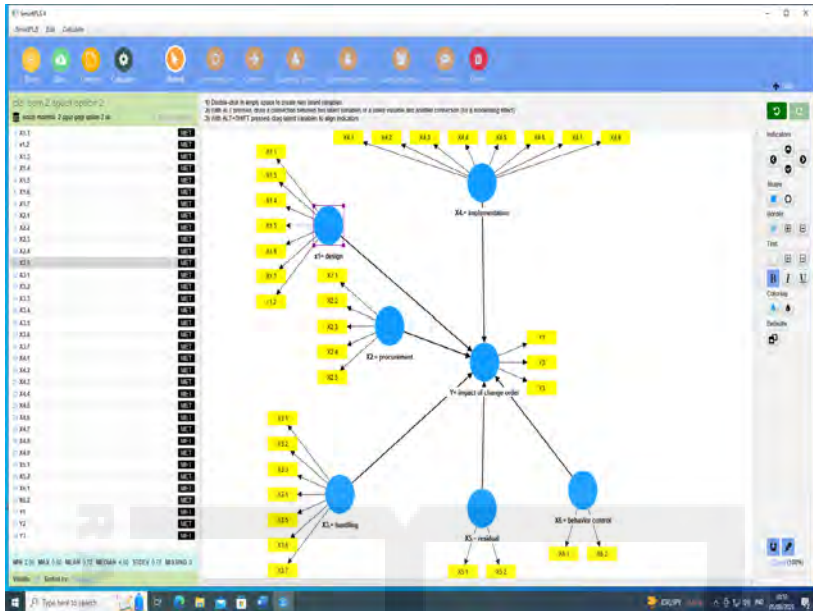
Berdasarkan hasil pengolahan data dengan PLS SEM 4.0 maka didapat hasil pengolahan datanya sebagai berikut.

1. Perhitungan Algorith

Berdasarkan tahapan perhitungan Algorith maka didapat hasil sebagai berikut.

a. *Outer Loading* (uji validitas konvergen)

Melalui beberapa langkah awal setelah model di run menghasilkan *outer loading* yang memiliki syarat harus $> 0,6$ (Ghozali *et al.*, 2014) [48] maka dilakukan beberapa putaran sehingga pada putaran tertentu menghasilkan *outer loading* di atas 0,6 yang terjadi pada putaran seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Model Akhir yang Memenuhi Syarat

Model yang memenuhi syarat harus memiliki *outer loading* di atas 0,6 seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Hasil Outer Loading yang Memenuhi Syarat

	Outer loadings
X1.1 <- x1= design	0.638
X1.4 <- x1= design	0.777
X1.5 <- x1= design	0.652
X1.6 <- x1= design	0.842
X1.7 <- x1= design	0.693
X2.1 <- X2.= procurement	0.645
X2.3 <- X2.= procurement	0.874
X2.4 <- X2.= procurement	0.900
X3.1 <- X3.= handling	0.641
X3.2 <- X3.= handling	0.796
X3.3 <- X3.= handling	0.737

	<i>Outer loadings</i>
X3.4 <- X3.= handling	0.790
X3.6 <- X3.= handling	0.774
X3.7 <- X3.= handling	0.648
X4.1 <- X4.= implementation	0.753
X4.4 <- X4.= implementation	0.843
X4.5 <- X4.= implementation	0.630
X4.7 <- X4.= implementation	0.713
X4.9 <- X4.= implementation	0.846
X5.1 <- X5.= residual	0.974
X5.2 <- X5.= residual	0.969
X6.1 <- X6.= behavior control	0.952
X6.2 <- X6.= behavior control	0.908
Y1 <- Y= impact of change order	0.831
Y2 <- Y= impact of change order	0.811
Y3 <- Y= impact of change order	0.743
X1.2 <- X1= design	0.699

Di mana indikator yang memenuhi syarat terdiri dari variabel:

Variabel laten X1 dengan indikator X1.1, X1.4, X1.5, X1.6, X1.7

Variabel laten X2 dengan indikator x2.1, X2.3 dan X2.4

Variabel laten X3 dengan indikator X3.1, X3.2, X3.3, X3.4, X3.6 dan X3.7

Variabel laten X 4 dengan indikator x4.1, X4.4, X4.5, X4,7,dan X4.9

Variael laten x5 dengan indikator X5.1.X5.2

Variabel laten X6 dengan indikator X6.1, dan X6.2

Variabel Laten Y dengan indikator Y1, Y2 dan Y3

b. Uji validitas divergen

Berdasarkan hasil uji validitas divergen maka seluruh hasil harus Average Variance Extracted harus berada di atas 0,5 seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Uji Average Variance Extracted

	Cronbach's alpha	(rho_a)	(rho_c)	Latent (AVE)
X2.= procurement	0.765	0.868	0.853	0.664
X3.= handling	0.829	0.845	0.874	0.539
X4.= implementation	0.822	0.859	0.872	0.580
X5.= residual	0.941	0.944	0.971	0.944
X6.= behavior control	0.849	0.911	0.928	0.866
Y= impact of change order	0.712	0.708	0.838	0.634
x1= design	0.830	0.841	0.865	0.519

c. Uji validitas diskriminan

Hasil uji validitas diskriminan menunjukkan bahwa seluruh hasil masing-masing uji variabel itu dengan indikator harus lebih besar daripada variabel lain dengan indikator tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Crossloading Uji validitas diskriman antara variabel dengan indikator

	X2.= procurement	X3.= handling	X4.= implementation	X5.= residual	X6.= behavior control	Y= impact of change order	x1= design
X1.1	0.131	0.133	0.191	0.283	0.259	0.062	0.638
X1.4	0.215	0.276	0.309	0.371	0.310	0.187	0.777
X1.5	0.196	0.319	0.366	0.284	0.223	0.220	0.652
X1.6	0.228	0.456	0.450	0.413	0.399	0.301	0.842
X1.7	0.264	0.405	0.392	0.399	0.372	0.267	0.693
X2.1	0.645	0.283	0.281	0.200	0.121	0.086	0.292
X2.3	0.874	0.367	0.303	0.276	0.215	0.227	0.226
X2.4	0.900	0.382	0.397	0.297	0.222	0.272	0.251
X3.1	0.242	0.641	0.400	0.316	0.300	0.369	0.312
X3.2	0.301	0.796	0.639	0.366	0.327	0.585	0.422
X3.3	0.236	0.737	0.528	0.637	0.548	0.431	0.444
X3.4	0.353	0.790	0.686	0.594	0.509	0.551	0.434
X3.6	0.381	0.774	0.679	0.359	0.297	0.699	0.240
X3.7	0.308	0.648	0.484	0.687	0.597	0.538	0.278
X4.1	0.406	0.654	0.753	0.619	0.501	0.507	0.439
X4.4	0.250	0.560	0.843	0.378	0.350	0.710	0.379

	X2.= procure- ment	X3.= handling	X4.= imple- mentation	X5.= residual	X6.= behavior control	Y= impact of change order	x1= design
X4.5	0.119	0.546	0.630	0.785	0.676	0.467	0.402
X4.7	0.402	0.523	0.713	0.490	0.370	0.410	0.257
X4.9	0.377	0.730	0.846	0.469	0.408	0.773	0.400
X5.1	0.325	0.645	0.655	0.974	0.849	0.573	0.465
X5.2	0.300	0.642	0.668	0.969	0.823	0.533	0.490
X6.1	0.230	0.596	0.587	0.875	0.952	0.536	0.439
X6.2	0.216	0.454	0.476	0.706	0.908	0.390	0.382
Y1	0.174	0.627	0.509	0.418	0.387	0.831	0.140
Y2	0.318	0.588	0.534	0.556	0.472	0.811	0.138
Y3	0.154	0.560	0.790	0.394	0.358	0.743	0.424
x1.2	0.146	0.245	0.259	0.317	0.302	0.146	0.699

Hasil uji validitas diskriminan juga didapat dari hasil uji dengan Fornel Lacker yang dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil Uji Validitas Diskriminan dengan Fornel Lacker

	X2.= procure- ment	X3.= handling	X4.= imple- men- tation	X5.= residual	X6.= behavior control	Y= impact of change order	x1= design
X2.= procurement	0.815						
X3.= handling	0.424	0.734					
X4.= imple- mentation	0.403	0.794	0.761				
X5.= residual	0.322	0.662	0.681	0.971			
X6.= behavior control	0.240	0.574	0.579	0.861	0.930		
Y= impact of change order	0.266	0.745	0.786	0.570	0.508	0.796	
x1= design	0.290	0.473	0.493	0.491	0.445	0.311	0.721

Untuk menilai validitas diskriminan adalah dengan Fornell Larcker *Criterion*, yaitu sebuah metode tradisional yang telah digunakan lebih dari 30 tahun, yang membandingkan nilai akar kuadrat dari Average Variance Extracted (AVE) setiap konstruk dengan korelasi antara konstruk lainnya dalam model (Henseler *et al.*, 2016).[51] Jika nilai akar kuadrat AVE setiap konstruk lebih besar daripada nilai korelasi antarkonstruk dengan konstruk lainnya dalam model, maka model tersebut dikatakan memiliki nilai validitas diskriminan yang baik (Fornell dan Larker, 1981).[52]

Hasil dari perhitungan konstruk dari X1 terhadap X1 harus lebih besar daripada X1 terhadap X2, demikian seterusnya untuk variabel lainnya. Misalnya hasil perhitungan X2 dengan X2 adalah 0,815 harus lebih besar daripada X2 dengan X1. Hasil perhitungan X2 dan X1 adalah 0,266 sehingga hasil tersebut dinyatakan diterima. Hasil uji validitas Diskriminan juga dapat dilihat pada Tabel HTMT (heteroit-monorait ratio (HTMT))

	Heterotrait-monotrait ratio (HTMT)
X3.= handling <-> X2.= procurement	0.513
X4.= implementation <-> X2.= procurement	0.507
X4.= implementation <-> X3.= handling	0.938
X5.= residual <-> X2.= procurement	0.368
X5.= residual <-> X3.= handling	0.761
X5.= residual <-> X4.= implementation	0.817
X6.= behavior control <-> X2.= procurement	0.281
X6.= behavior control <-> X3.= handling	0.685
X6.= behavior control <-> X4.= implementation	0.713
X6.= behavior control <-> X5.= residual	0.949
Y= impact of change order <-> X2.= procurement	0.356
Y= impact of change order <-> X3.= handling	0.936
Y= impact of change order <-> X4.= implementation	0.960

Y= impact of change order <-> X5.= residual	0.698
Y= impact of change order <-> X6.= behavior control	0.640
x1= design <-> X2.= procurement	0.360
x1= design <-> X3.= handling	0.515
x1= design <-> X4.= implementation	0.540
x1= design <-> X5.= residual	0.531
x1= design <-> X6.= behavior control	0.499
x1= design <-> Y= impact of change order	0.351

Terdapat empat penilaian yang tidak memenuhi syarat karena melebihi 0,9 yakni pada:

1. Y terhadap x4 = 0,960
2. Y terhadap X3 = 0,936
3. X6 terhadap X5= 0,949
4. X4 terhadap X3 =0,938

Tetapi selebihnya pada yang penilaian memenuhi syarat karena semua nilai berada di bawah 0,9 pada persamaan lainnya di atas.

d. Uji Relabilitas *Cronbach Alpha*

Hasil dari uji *Cronbach alpha* dapat menggambarkan validitas konvergen. Jika nilai Cronbach alpha > dari 80%/0,8 maka mengindikasikan skala baik, jika > 60%/0,65 memiliki skala yang diterima, dan >0,6 maka dianggap estimasi rendah (Ghozali, 2016) [50]

Nilai *Cronbach alpha* juga harus nilainya > 0,60/60% untuk melihat olahan data dapat diterima, seperti yang terlihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Hasil Uji Reliabilitas Croncbach Alpha

	Cronbach's alpha	(rho_a)	(rho_c)	Standard (AVE)
X2.= pr	0.765	0.868	0.853	0.664
X3.= ha	0.829	0.845	0.874	0.539
X4.= in	0.822	0.859	0.872	0.580
X5.= re	0.941	0.944	0.971	0.944
X6.= be	0.849	0.911	0.928	0.866
Y= imp	0.712	0.708	0.838	0.634
x1= de	0.830	0.841	0.865	0.519

e. Uji Reliabilitas Komposit

Nilai reliabilitas komposit akan dianggap baik jika memiliki nilai > 0,6, seperti yang terlihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Uji Reliabilitas Komposite

	Cronbach's alpha	(rho_a)	(rho_c)	Standard (AVE)
X2.= pr	0.765	0.868	0.853	0.664
X3.= ha	0.829	0.845	0.874	0.539
X4.= in	0.822	0.859	0.872	0.580
X5.= re	0.941	0.944	0.971	0.944
X6.= be	0.849	0.911	0.928	0.866
Y= imp	0.712	0.708	0.838	0.634
x1= de	0.830	0.841	0.865	0.519

f. Uji Model Fit

Uji model fit dapat dilihat pada Tabel 3.7

Tabel 3.7 Uji Model Fit

	Saturated model	Estimated model
SRMR	0.117	0.117
d_ULS	5.177	5.177
d_G	2.452	2.452
Chi-square	8218.520	8218.520
NFI	0.508	0.508

- Berdasarkan hasil uji model fit maka SRMR tidak kurang dari 0,1, berarti modelnya kurang bagus, tetapi NFI semakin mendekati 1.
- g. Uji Kolinearitas
- Hasil uji multikolinearitas menyatakan hasil angka VIF harus lebih kecil dari 5, di mana semua indikator penyebab menunjukkan hal yang sama seperti pada Tabel 3. 8 di bawah ini.

Tabel 3.8 Hasil Uji Multikolinearitas

	VIF
X1.1	4.549
X1.4	3.324
X1.5	1.417
X1.6	1.987
X1.7	1.464
X2.1	1.397
X2.3	1.775
X2.4	1.664
X3.1	1.777
X3.2	2.943
X3.3	2.019
X3.4	1.882
X3.6	1.946
X3.7	1.815
X4.1	1.901
X4.4	2.701
X4.5	1.553
X4.7	1.741
X4.9	2.801
X5.1	4.717
X5.2	4.717
X6.1	2.189
X6.2	2.189

	VIF
Y1	1.918
Y2	1.865
Y3	1.162
x1.2	3.737

Tabel 3.9 VIF Inner Model

	VIF
X2.= procurement -> Y= impact of change order	1.256
X3.= handling -> Y= impact of change order	3.038
X4.= implementation -> Y= impact of change order	3.152
X5.= residual -> Y= impact of change order	4.974
X6.= behavior control -> Y= impact of change order	3.908
x1= design -> Y= impact of change order	1.433

Begitu pula dengan inner model semuanya tidak mempunyai multi kolinearitas karena nilai VIF berada di bawah angka 5.

2. Pengujian Inner Model

Pengujian Inner model berupa hasil perhitungan:

- R Square* pada konstruk endogen (Sekaran & Bougie, 2016) [53]. Nilai R Square adalah koefisien determinasi pada konstruk endogen.

Hasil perhitungan R square menyatakan bahwa R adjusted square sebesar 0,677 seperti terlihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 R Square

	R-square	R-square adjusted
Y= impact of change order	0.680	0.677

Menurut Chin (1998)[54] dalam Ghozali dan Latan, 2015[55], nilai R square sebesar 0.67 (kuat), 0.33 (moderat) dan 0.19 (lemah). R square sudah memenuhi syarat karena melebihi 0,6 yang menyatakan hubungan yang kuat karena melebihi 0,67 (Chin, 1998)[54] dalam Ghozali dan Latan, 2015[55].

Variabel endogen *change order* mampu menjelaskan variabel eksogen X1 hingga X6 secara kuat nilai R square adjusted sebesar 0,677 yang menurut Chin, 1998[54] memiliki hubungan yang kuat.

Dari Tabel 4.6, maka nilai R Square adjusted pengaruh secara bersama-sama X1, X2, X3, X4, X5, X6 terhadap Y adalah sebesar 0,677 untuk variabel bebas (X1) dengan nilai R square adjusted 0,677 maka dapat dijelaskan bahwa semua variabel bebas (X1) hingga X6 secara serentak memengaruhi Y sebesar 67,7 %, yang mempunyai hubungan yang kuat antara X1, X2, X3, X4, X5, X6 terhadap dampak *change order*.

b. *Effect Size (F Square)*

Hasil dari perhitungan F square menyatakan bahwa hasil perhitungan sudah memenuhi syarat karena Hasil f square dapat dilihat pada Tabel 3.11

Di mana yang memenuhi syarat adalah X1, X2, X3, dan X4.

	f-square
X2.= procurem	0.020
X3.= handling	0.142
X4.= implemer	0.330
X5.= residual	0.001
X6.= behavior	0.005
x1= design -> Y	0.042

Hasil dari f square menyatakan terdapat 4 variabel yang memenuhi syarat karena melebihi 0,02. Nilai f square 0,02 sebagai kecil, 0,15 sebagai sedang, dan nilai 0,35 sebagai besar. Terdapat 4 variabel yang memenuhi syarat yakni Procurement, handling, Implementation, dan Design. Dengan 3 variabel yang dikategorikan

sedang karena melebihi 0,15 dan 1 model yang memiliki nilai kecil karena memiliki nilai sama atau sebesar 0,02.

3. Perhitungan Bootstrapping

Setelah tahapan pertama dilalui maka dilakukan tahapan kedua yakni perhitungan bootstrapping, yang merupakan nilai koefisien jalur atau besarnya hubungan/pengaruh konstruk laten dengan hasil sebagai berikut.

Hasil uji hipotesis pada Tabel 3.10

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
X2.= procurement -> Y= impact of change order	-0.090	-0.088	0.023	3.858	0.000
X3.= handling -> Y= impact of change order	0.371	0.370	0.036	10.367	0.000
X4.= implementation -> Y= impact of change order	0.577	0.577	0.042	13.782	0.000
X5.= residual -> Y= impact of change order	-0.038	-0.038	0.045	0.837	0.402
X6.= behavior control -> Y= impact of change order	0.076	0.077	0.040	1.889	0.059
x1= design -> Y= impact of change order	-0.138	-0.137	0.022	6.235	0.000

Hasil uji hipotesis menghasilkan empat variabel waste material yang berpengaruh signifikan terhadap *change order* yakni:

- 1) *Procurement* (pengadaan);
- 2) *Handling* (penanganan);
- 3) *Implementation* (pelaksanaan);
- 4) *Design* (desain).

Pada Output Path Coefficient seperti pada tabel di atas adalah melihat besarnya pengaruh langsung (*Direct Effect*) masing- masing variabel bebas (eksogen) terhadap variabel terikat (endogen).

Besarnya koefisien parameter untuk variabel X1 terhadap Y sebesar -0,138 yang berarti mempunyai pengaruh negatif X1 terhadap Y. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan bootstrap atau resampling, di mana hasil uji koefisien estimasi X1 terhadap Y hasil bootstrap adalah -13,8 % dengan nilai T hitung $6,235 > 1,96$ (T tabel) dan nilai p value adalah $0,000 < 0,05$ sehingga tolak H_0 atau yang berarti terdapat pengaruh langsung X1 terhadap Y bermakna atau signifikan secara statistik.

Besarnya koefisien parameter untuk variabel X2 terhadap Y sebesar -0.09 yang berarti terdapat terdapat pengaruh negatif X2 terhadap Y. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan bootstrap atau resampling, di mana hasil uji koefisien estimasi X2 terhadap Y hasil bootstrap adalah - 9 % dengan nilai T hitung $3,858 > 1,96$ (T tabel) maka nilai p value adalah $0.00 < 0,05$ sehingga tolak H_0 atau yang berarti berpengaruh langsung langsung X2 terhadap Y bermakna atau signifikan secara statistik.

Besarnya koefisien parameter untuk variabel X3 terhadap Y sebesar 0,371 yang berarti terdapat pengaruh positif X3 terhadap Y. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan bootstrap atau resampling, di mana hasil uji koefisien estimasi X3 terhadap Y hasil bootstrap adalah 37,1% dengan nilai T hitung $10,367 > 1,96$ (T tabel) maka nilai p value adalah $0.000 < 0,05$ sehingga Terima H_0 atau yang berarti berpengaruh langsung X3 terhadap Y bermakna atau signifikan secara statistik.

Besarnya koefisien parameter untuk variabel X4 terhadap Y sebesar 0.577 yang berarti terdapat pengaruh positif X4 terhadap Y. Atau dapat diinterpretasikan bahwa semakin baik nilai X4 maka Y akan semakin meningkat. Peningkatan satu satuan X4 akan meningkatkan Y sebesar 57,7 %. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan bootstrap atau resampling, di mana hasil uji koefisien estimasi X4 terhadap Y hasil bootstrap adalah 0,577 dengan nilai T hitung $13,782 > 1,96$ (T tabel) maka nilai p value adalah $0.000 < 0,05$ sehingga Terima H_1 atau yang berarti berpengaruh langsung X4 terhadap Y bermakna atau signifikan secara statistik.

Besarnya koefisien parameter untuk variabel X5 terhadap Y sebesar -0.038 yang berarti terdapat pengaruh negatif X5 terhadap Y. Atau dapat

diinterpretasikan bahwa semakin baik nilai X5 maka Y akan semakin meningkat. Peningkatan satu satuan X5 akan meningkatkan Y sebesar -3,8 %. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan bootstrap atau resampling, di mana hasil uji koefisien estimasi X4 terhadap Y hasil bootstrap adalah 0,038 dengan nilai T hitung $0,837 < 1,96$ (T tabel) maka nilai p value adalah $0.402 > 0,05$ sehingga Terima H_0 atau yang berarti tidak berpengaruh langsung X5 terhadap Y bermakna atau tidak signifikan secara statistik.

Besarnya koefisien parameter untuk variabel X6 terhadap Y sebesar 0.076 yang berarti terdapat pengaruh positif X6 terhadap Y. Atau dapat diinterpretasikan bahwa semakin baik nilai X6 maka Y akan semakin meningkat. Peningkatan satu satuan X6 akan meningkatkan Y sebesar 7,6 %. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan bootstrap atau resampling, di mana hasil uji koefisien estimasi X6 terhadap Y hasil bootstrap adalah 0,076 dengan nilai T hitung $1,889 < 1,96$ (T tabel) maka nilai p value adalah $0.059 > 0,05$ sehingga Terima H_0 atau yang berarti tidak berpengaruh langsung X6 terhadap Y bermakna atau tidak signifikan secara statistik.

Dengan demikian, dari kesimpulan terhadap keenam variabel X didapat hasil sebagai berikut.

1. Menghasilkan 4 variabel yang mempunyai hubungan yang berpengaruh secara langsung dan signifikan.
2. Menghasilkan 2 variabel yang tidak berpengaruh secara langsung dan tidak signifikan.
3. Menghasilkan 4 variabel yang mempunyai hubungan signifikan antara waste material proyek konstruksi jalan terhadap dampak *change order* di mana: 4 variabel x berpengaruh secara moderato karena memiliki nilai di bawah 0,6

Sehingga dari hasil di atas dipakai empat variabel yakni:

1. 4 variabel X yang berpengaruh moderato jika dilihat dari path coefficient yakni:
 - a. Variabel X4: implementation (0,577)
 - b. Variabel X3: handling (0,371)

- c. Variabel X1: Design(-0,138)
- d. Variabel X2: Procurement (-0,09)

E. Validasi Hasil Pengukuran Dampak *Change Order* terhadap Waste Material

Validasi hasil pengukuran dampak *change order* terhadap waste material dapat dilihat dari Prediction Relevance (Q square) pada Tabel 3.11. Prediction Relevance (Q square) yang biasa disebut Blindfolding.

Cross-validated redundancy (Q2) atau Q-square test digunakan untuk menilai predictive relevance. Nilai $Q^2 > 0.05$ menunjukkan bahwa model mempunyai predictive relevance yang kurang mempunyai predictive relevance (Sarstedt *et al.*, 2020) [56].

Tabel 3.11 Prediction Relevance (Q square)

	Q ² predict	RMSE	MAE
Y= impact of change order	0.674	0.572	0.454

Dari tabel di atas menerangkan bahwa Construct Crossvalidated Redudancy dapat dilihat dari besaran nilai Prediction relevance (Q square) dari masing-masing variabel laten dan dapat disimpulkan adalah: model memiliki kapasitas relevansi prediktif besar untuk X1 hingga X6 yang memiliki kapasitas besar sebesar 0,674 terhadap dampak *change order* terhadap waster material proyek.

Perhitungan *prediction relevance* diambil dari tahap *blindfolding*, berdasarkan nilai Q Square pada tabel di atas, maka dapat disimpulkan bahwa prediksi terhadap Y relevan atau akurat sebab nilai Q Square $> 0,05$.



Bab 4

PENGARUH CHANGE ORDER TERHADAP WASTE MATERIAL

A. Pengaruh *Change Order* terhadap Waste Material Proyek Konstruksi Jalan

Hasil pengolahan data pada Bab 3 menyatakan bahwa hasil uji validitas konvergen melalui *outer loading*, hasil uji validitas diskriminan melalui uji HTMT, *cross loading* dan *fornel Lacker*, uji reliabilitas melalui uji reliabilitas komposite dan uji reliabilitas *cronbach alpha*, uji Model fit untuk mengetahui kelayakan model, uji Multikolinearitas melalui uji kolinearitas, uji validitas divergen melalui hasil *Average Variance Extracted*. Di mana kesemuanya itu menyatakan bahwa perhitungan dengan PLS 4.0 layak dilanjutkan, dengan perhitungan bootstrapping untuk mengetahui hubungan regresi *change order* terhadap waste material yang menyatakan bahwa:

Menghasilkan kesimpulan berupa empat variabel X yang memiliki pengaruh signifikan terhadap dampak *change order* yakni:

1. X4: Pelaksanaan (*Implementation*)
2. X3: Penanganan (*Handling*)
3. X1: Design (*Perencanaan*)
4. X2: Pengadaan (*Procurement*)

Hasil inner model dengan R square adjusted sebesar 0,677 maka dapat dijelaskan bahwa semua variable bebas (X1) hingga X6

secara serentak memengaruhi Y sebesar 67,7%, yang mempunyai hubungan yang kuat antara X1, X2, X3, X4, X5, X6 terhadap dampak *change order*.

Validasi data sebesar 0,674 menyatakan model memiliki kapasitas relevansi prediktif besar untuk X1 hingga X6 yang memiliki kapasitas besar sebesar 0,674 terhadap dampak *change order* terhadap waste material.

Karena hanya ada empat variabel yang berpengaruh signifikan maka dari hasil perhitungan *algorithm*, *bootstrapping* dan *blindfolding* maka dijelaskan bahwa dari hasil pengolahan data di atas maka: Model dengan semua variabel bebas dari X1 hingga X4 waste material memiliki hubungan yang signifikan terhadap dampak *change order* proyek konstruksi memengaruhi sebesar 67,7% dengan kapasitas relevansi sebesar 67,4 % sehingga menghasilkan dampak *change order* terhadap biaya, waktu pelaksanaan, dan mutu proyek atau dengan bahasa yang lebih mudah dimengerti adalah sebagai berikut.

Dampak *change order* berpengaruh sebesar 67.7% terhadap waste material proyek konstruksi jalan dengan memberikan pengaruh sebesar 57,7% terhadap pelaksanaan material, pengaruh sebesar 37,1% terhadap penanganan material, pengaruh sebesar -13,8 % terhadap design dan pengaruh sebesar -9% terhadap pengadaan material, dengan validitas data sebesar 65,5 % yang menghasilkan dampak *change order* terhadap meningkatnya pembiayaan proyek, pengurangan mutu proyek dan peningkatan waktu pelaksanaan proyek.

B. Dampak *Change Order* terhadap Waste Material Proyek Konstruksi Jalan

Dampak *change order* terhadap waste material proyek konstruksi jalan di atas menghasilkan indikator penyebab waste material sebagai akibat dampak *change order*. Dampak *change order* yang berpengaruh pada waste material proyek konstruksi jalan ada 20 indikator.

Dua puluh indikator penyebab waste material proyek konstruksi jalan order berdasarkan nilai tertinggi hingga terendah adalah sebagai berikut.

1. Lambatnya gambar revisi dan pendistribusian

Lambatnya gambar revisi dan pendistribusian sebagai penyebab utama mengakibatkan perubahan pekerjaan sehingga menimbulkan *change order*. Lambatnya gambar revisi dan pendistribusian merupakan salah satu penyebab terbesar dalam penelitian Gregorius, 2022[57].

2. Pengukuran dimensi yang tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume

Sebagai salah satu penyebab waste yang mengakibatkan perubahan pekerjaan yang menimbulkan *change order*. Pengukuran dimensi yang tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume merupakan salah satu penyebab Gregorius, 2022[57].

3. Cuaca yang buruk

Cuaca buruk sebagai penyebab waste mengakibatkan pekerjaan berubah sehingga terjadinya keterlambatan pekerjaan yang menimbulkan pekerjaan ulang atau penambahan pekerjaan sehingga menimbulkan *change order*. Cuaca buruk menjadi salah satu penyebab waste dari faktor eksternal menurut penelitian Purnawan, 2017[58].

4. Perbaikan pekerjaan

Perbaikan pekerjaan dalam suatu proyek sering terjadi, yang mungkin terjadi karena kesalahan pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi yang mengakibatkan terjadinya waste material.

5. Kerusakan material karena pekerja kurang terampil

Kerusakan material karena pekerja yang kurang terampil pada saat pelaksanaan dan penanganan suatu proyek sebagai salah satu penyebab waste sehingga menimbulkan *change order*. Kesalahan karena tenaga kerja menjadi salah satu penyebab waste dalam penelitian Purnawan, 2017[58] dan penelitian Khanh dan Kim, 2014.[59]

6. Penyimpanan material yang keliru menyebabkan kerusakan

Penyimpanan material yang keliru mengakibatkan kerusakan pada material yang mengakibatkan kontraktor harus memesan ulang material yang menyebabkan waste material terjadi yang dapat

menimbulkan *change order*. Penyimpanan material yang keliru sebagai salah satu penyebab waste dalam penelitian Tafesse dan Adugna, 2021[60].

7. Sikap atau tindakan tim proyek dan pekerja yang tidak ramah/kasar

Sikap atau tindakan tim proyek dan pekerja yang tidak ramah/kasar sebagai salah satu penyebab waste yang menimbulkan perubahan pekerjaan sehingga *change order* terjadi.

8. Kerusakan material di tempat

Kerusakan material di tempat terjadi akibat kesalahan manusia sebagai *human error* dapat menimbulkan waste material dan menjadi penyebab waste dalam penelitian Geraldi, 2020[61].

9. Penanganan yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran material untuk dimasukkan ke dalam gudang

Penanganan yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran material untuk dimasukkan ke dalam gudang sebagai suatu penyebab waste material yang mengakibatkan kerusakan material yang menyebabkan material tersebut tidak dapat dipergunakan lagi sehingga menambah volume pekerjaan yang menimbulkan terjadinya *change order*. Penanganan material yang buruk menjadi salah satu penyebab waste dalam penelitian Kaliannan *et al.*, 2018. [29]

10. Kesalahan penghamparan material di lapangan

Kesalahan penghamparan material di lapangan mengakibatkan pekerjaan ulang yang menimbulkan *change order* sehingga terjadi waste material proyek konstruksi jalan. Pekerjaan ulang juga menjadi salah satu akibat waste dalam penelitian Mbote *et al.*, 2016[62]

11. Kerusakan material akibat transportasi ke/di lokasi proyek

Kerusakan material akibat transportasi ke dan di lokasi mengakibatkan terjadinya *change order* yang mengakibatkan terjadinya penambahan material yang menyebabkan terjadinya waste material. Kerusakan material menjadi salah satu penyebab waste dalam penelitian Rachman dan Andi, 2019[63].

12. Kurang lengkapnya informasi masalah tipe dan ukuran material pada dokumen

Kurang lengkapnya informasi masalah tipe dan ukuran material pada dokumen mengakibatkan terjadinya pekerjaan ulang dan pekerjaan tambah yang menyebabkan *change order* yang menimbulkan waste material proyek konstruksi jalan. Pekerjaan ulang juga menjadi salah satu akibat waste dalam penelitian Mbote *et al.*, 2016.[62]

13. Informasi gambar desain yang kurang lengkap

Informasi gambar desain yang kurang lengkap sebagai salah satu penyebab waste mengakibatkan terjadinya perubahan desain yang menyebabkan perubahan pekerjaan dan menimbulkan *change order*. Informasi gambar yang kurang merupakan salah satu penyebab waste dalam penelitian Felixius dan Waty, 2021.[64]

14. Kelengkapan dokumen kontrak

Ketidaklengkapan dokumen kontrak menimbulkan terjadinya perubahan pekerjaan yang mengakibatkan perubahan kontrak atau penambahan item pekerjaan sehingga menimbulkan *change order*. Dokumen kontrak yang buruk sebagai salah satu penyebab waste terbesar ke tiga dalam penelitian Bekr, 2014. [65]

15. Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan tidak sempurna

Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan tidak sempurna yang mengakibatkan pekerjaan ulang yang menimbulkan *change order*.

Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan tidak sempurna merupakan salah satu penyebab dalam penelitian Gregorius, 2022.[57]

16. Kurang berkoordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengetahuan tentang konstruksi

Kurang berkoordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengetahuan tentang konstruksi menyebabkan terjadinya perubahan desain yang menimbulkan *change order* yang menyebabkan terjadinya waste material proyek konstruksi jalan. Miskomunikasi

dalam perencanaan desain menjadi salah satu penyebab waste material dalam penelitian Putra dan Wiguna, 2019[66] dan penelitian Irawan, 2022.[67]

17. Kesalahan dalam dokumen kontrak

Kesalahan dalam dokumen kontrak mengakibatkan terjadinya perubahan kontrak yang menyebabkan perubahan desain menimbulkan *change order* proyek konstruksi jalan. Perubahan desain merupakan penyebab utama waste dalam penelitian Bekr, 2014.[65]

18. Menunggu material

Menunggu material menjadi suatu hal yang biasa terjadi pada proyek yang lokasinya jauh dari lokasi bahan material atau sumber material, sehingga menimbulkan perubahan waktu yang mengakibatkan terjadinya perubahan durasi pekerjaan sehingga mengakibatkan biaya membengkak. Pembengkakan biaya merupakan akibat dari waste material dalam penelitian Kristianto *et al.*, 2019.[68]

19. Pemesanan material yang tidak memenuhi kebutuhan proyek

Pemesanan material yang tidak memenuhi kebutuhan proyek menjadikan perubahan volume yang dibutuhkan berbeda dengan yang direncanakan sehingga terjadi perubahan volume pekerjaan yang terjadi yang mengakibatkan perubahan pekerjaan yang menimbulkan *change order*.

20. Kesalahan pemesanan mengakibatkan kelebihan atau kekurangan

Kesalahan pemesanan merupakan penyebab waste material yang mengakibatkan kelebihan atau kekurangan sehingga mengakibatkan terjadi perubahan jumlah material yang dibutuhkan yang menyebabkan perubahan volume pekerjaan yang menimbulkan *change order*. Kesalahan pemesanan mengakibatkan kelebihan atau kekurangan merupakan salah satu penyebab terbesar dalam penelitian Gregorius, 2022.[57]

C. Analisis Dampak *Change Order*

Analisis dampak *change order* yang berakibat pada biaya, mutu, dan waktu menghasilkan akibat seperti di bawah ini.

1. Meningkatkan pembiayaan proyek

Meningkatnya pembiayaan proyek sebagai akibat dari dampak *change order* yang terjadi yang dapat menurunkan profit penyedia jasa dan mengurangi produktivitas pekerjaan yang dihasilkan.

2. Menurunkan mutu proyek

Menurunkan mutu proyek sebagai akibat dari dampak *change order* yang dapat menurunkan produktivitas proyek yang merugikan proyek

3. Meningkatkan waktu pelaksanaan proyek

Waktu pelaksanaan proyek yang meningkat dapat menyebabkan terjadinya keterlambatan proyek yang merugikan proyek, sehingga dapat disimpulkan bahwa:

Dampak *change order* berpengaruh sebesar 67,7% terhadap waste material proyek konstruksi jalan dengan memberikan pengaruh sebesar 57,7% terhadap pelaksanaan material, pengaruh sebesar 37,1% terhadap penanganan material, pengaruh sebesar -13,8% terhadap design dan pengaruh sebesar -9% terhadap pengadaan material, dengan validitas data sebesar 65,5% yang menghasilkan dampak *change order* terhadap meningkatnya pembiayaan proyek, pengurangan mutu proyek dan peningkatan waktu pelaksanaan proyek.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fisk E., W.D.Reynolds. *Construction Project Management*. X th. Pearson, 2014.
- [2] Putra H.E., Studi P, Teknik S., Tarumanagara U., Studi P, Teknik S., *et al.* “Pengaruh *Change Order* terhadap Biaya, Mutu, dan Waktu” pada 2020; 3:1349–62.
- [3] Waty M. *Penyebab Change Order Perkerasan Jalan*, 2013.
- [4] Hsieh T., Lu S., Wu C. “Statistical Analysis of Causes for Change Orders in Metropolitan Public Works”. *Int J Proj Manag* 2004; 22: 679–86.
- [5] Hanna A.S., Russell J.S., Nordheim E. V., Bruggink M.J., Member A. “Impact of Change Orders on Labor Efficiency For Electrical Construction”. *J Constr Eng Manag* 1999;125: 224–32.
- [6] Finke M.R. “A Better Way to Estimate and Mitigate Disruption”. *J Constr Eng Manag* 1998;124:490–7. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(1998\)124:6\(490\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(1998)124:6(490)).
- [7] Taylor TRB, Uddin M., Goodrum P.M., McCoy A., Shan Y. “Change Orders and Lessons Learned: Knowledge from Statistical Analyses of Engineering Change Orders on Kentucky Highway Projects”. *J Constr Eng Manag* 2012;138:1360–9. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000550](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000550).

- [8] Waty M., Sulistio H. "Perhitungan Change Order Proyek Jalan di Banten". *J Muara Sains, Teknol Kedokt dan Ilmu Kesehatan* 2020;4:211. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v4i2.6342>.
- [9] Imam S. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. 1995.
- [10] Barrie D., Paulson B. *Professional Construction Management*. 1992.
- [11] Gilbreath R.D. *Managing Construction Contracts*. John Wiley & Sons, Inc., 1992.
- [12] Waty M., Sulistio H. Causes for the Change Orders in Road Construction: Reviewed From Owner. *Commun - Sci Lett Univ Žilina* 2022;24:D72–84. <https://doi.org/10.26552/com.C.2022.2.D72-D84>.
- [13] Sulistio H., Waty M. "Analysis and Evaluation Change Order in Flexible Pavement (Case Study: Road Projects in East Kalimantan)". *Media Komun Tek Sipil* 2008;16: 31–47.
- [14] Waty M., Sofia, Gondokusumo O., Sulistio H. "Modeling of Waste Material Cost on Road Construction Project". *Int J Eng Technol* 2018; 7 (2): 474–7.
- [15] Devia Y.P., Unas S.E., Safrianto R.W., Nariswari W. "Identifikasi Sisa Material Konstruksi Dalam Upaya Memenuhi Bangunan Berkelanjutan (Construction Waste Identification For Complying Sustainable Building)". *Rekayasa Sipil* 2010; 4:195–203.
- [16] Budiadi Y. "Evaluasi Faktor Penyebab, Kuantitas, Akibat dan Tindakan dari Sisa Material pada Proyek Rumah Tinggal". Master Thesis, Petra Christian University, 2008.
- [17] Aulia, Novinda Annisa dan KPN. "Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan Fishbone Diagram (Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malange)". *J Mhs Jur Tek Sipil* 12 2016;1: 649.
- [18] Sulistio H., Wati M. "Analisis Faktor Kerugian Waste Material Besi Beton Gedung Bertingkat". *J Muara Sains, Teknol Kedokt dan Ilmu Kesehatan* 2021;5:235. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v5i1.10120>.

- [19] David A. Spivey. "Construction Solid Waste". J Constr Div 1974; 100.
- [20] Gregorius K. Penyebab Waste Material Supermarket, 2022.
- [21] Rafael M. Gavilan Leonhard E. Bernold. "Source Evaluation of Solid Waste in Building Construction". J Constr Eng Manag 1994;120.
- [22] Formoso C.T. "Method for Waste Control In The Building Industry". 7th Annu Conf Int Gr Lean Constr 1999: 325–34.
- [23] Skoyles E.R. Materials wastage – a misuse of resources. Batim Int Build Res Pract 1976;4:232–232. <https://doi.org/10.1080/09613217608550498>.
- [24] G Tchobanoglous, R. Eliassen H.T. *Solid Wastes; Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill, 1977.
- [25] Intan, Suryanto, Ratna S. Alifen dan LSA. "Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Sumber Penyebab Kuantitas dan Biaya". Civ Eng Dimens 2005; 7.
- [26] Bossink, B. A. G. dan HJHB. "Construction Waste: Quantification and Source Evaluation". J Constr Eng Manag 1996;122.
- [27] Koskela L. *Application of the New Production Philosophy to Construction* 1992; 72.
- [28] Formoso C.T., Soibelman L., De Cesare C., Isatto E.L. "Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention". J Constr Eng Manag 2002;128:316–25. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2002\)128:4\(316\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2002)128:4(316)).
- [29] Kaliannan S., Nagapan S., Abdullah A.H., Sohu S., Jhatial A.A. "Determining Root Cause of Construction Waste Generation: A Global Context". Civ Eng J 2018;4:2539. <https://doi.org/10.28991/cej-03091179>.
- [30] Duan H, Li J. "Construction and Demolition Waste Management: China's lessons". Waste Manag Res 2016; 34:397–8. <https://doi.org/10.1177/0734242X16647603>.
- [31] Elizar, Wibowo M.A., Koestalam P. "Identification and analyze of influence level on waste construction management of

- performance”. *Procedia Eng* 2015;125:46–52. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.008>.
- [32] Prajati G., Padmi T., Rahardyan D.B. “Projection of Big Cities Waste Management and Cost Based on Economic and Demographic Factors in Indonesia”. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2017;97. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/97/1/012014>.
- [33] Abarca-Guerrero L., Maas G., van Twillert H. “Barriers and Motivations for Construction Waste Reduction Practices in Costa Rica”. *Resources* 2017;6. <https://doi.org/10.3390/resources6040069>.
- [34] Waty M. *Manajemen Risiko dan Waste Material Proyek Konstruksi Jalan*, 2017.
- [35] Waty M., Alisjahbana S.W., Gondokusumo O., Sulistio H., Hasyim C., Setiawan M.I., *et al.* “Modeling of Waste Material Costs on Road Construction Projects”. *Int J Eng Technol* 2018;7:474–7. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.11250>.
- [36] Hwang B.G., Low L.K. “Construction Project Change management in Singapore: Status, Importance and Impact”. *Int J Proj Manag* 2012; 30: 817–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.11.001>.
- [37] Keane P., Sertyesilisik B., Ross A.D. “Variations and Change Orders on Construction Projects”. *J Leg Aff Disput Resolut Eng Constr* 2010;2:89–96. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)la.1943-4170.0000016](https://doi.org/10.1061/(asce)la.1943-4170.0000016).
- [38] Alnuaimi A.S., Taha R.A., Al Mohsin M., Al-Harthi A.S. “Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman”. *J Constr Eng Manag* 2010;136:615–22. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000154](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000154).
- [39] Alaryan A., Elshahat A., Dawood M. “Causes and Effects of Change Orders on Construction Projects in Kuwait”. *J Eng Res Appl WwWJjeraCom* ISSN 2014;4:2248–962201.

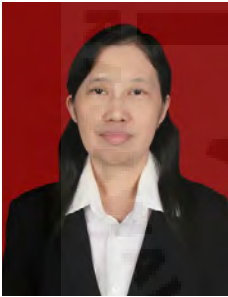
- [40] Martanti A., Hardjomuljadi S. "The Effect of Contract Change Order on Contractor Financing in Government Projects". *Int J Civ Eng Technol* 2018;9:665–71.
- [41] Duah D., Syal M.G.M. "Direct and Indirect Costs of Change Orders". *Pract Period Struct Des Constr* 2017;22:04017025. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)sc.1943-5576.0000342](https://doi.org/10.1061/(asce)sc.1943-5576.0000342).
- [42] Jadhav O.U., Bhirud A.N. "An Analysis of Causes and Effects of Change Orders On Construction Projects In Pune". *J Eng Res Appl WwwwIjeraCom ISSN* 2015;4:2248–962201.
- [43] Waty M., Sulistio H. "Road Construction Project Waste Material Recommendations". *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* 2019;650. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/650/1/012031>.
- [44] Waty M., Sulistio H. "Identifikasi Risiko Lanjutan terhadap Sumber dan Penyebab Material Waste Proyek Konstruksi Jalan". *Media Komun Tek Sipil* 2020;26:104–17.
- [45] Shrestha P.P., Fathi M. "Impacts of Change Orders on Cost and Schedule Performance and the Correlation with Project Size of DB Building Projects". *J Leg Aff Disput Resolut Eng Constr* 2019;11:04519010. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LA.1943-4170.0000311](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000311).
- [46] Fathi M., Shrestha P.P., Shakya B. "Change Orders and Schedule Performance of Design-Build Infrastructure Projects: Comparison between Highway and Water and Wastewater Projects". *J Leg Aff Disput Resolut Eng Constr* 2020;12:04519043. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)la.1943-4170.0000353](https://doi.org/10.1061/(asce)la.1943-4170.0000353).
- [47] Waty M, Sulistio H. Impact of Change Orders on Road Construction Project: Consultants' Perspective". *J Appl Eng Sci* 2022;20:736–44. <https://doi.org/10.5937/jaes0-35894>.
- [48] Ghozali I. *Structural Equation Modeling Metode Alternatif dengan Partial Least Square (PLS) Dilengkapi Software SmartPLS 3.00 Xistat 2014 dan WarpPLS 4.0*. Keempat. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang, 2014.

- [49] Durdyev S., Ismail S., Kandymov N. "Structural Equation Model of the Factors Affecting Construction Labor Productivity". *J Constr Eng Manag* 2018;144. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001452](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001452).
- [50] Ghozali I. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS* 23. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2016.
- [51] Henseler J., Hubona G., Ray P.A. "Using PLS path modeling in new technology research: Updated Guidelines". *Ind Manag Data Syst* 2016;116:2–20. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2015-0382>.
- [52] Fornell C., Larcker D.F. "Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables". *J Mark Res* 1981; XVIII:39–50.
- [53] Sekaran U., Bougie R. *Research Methods for Business: A skill-building Approach*. John Wiley & Sons, Inc., 2016.
- [54] Chin W.W. "The partial least squares approach to structural equation modeling". *Mod Methods Bus Res* 1998; 295:295–336.
- [55] Ghozali I., Latan H. *Partial Least Squares Konsep, Teknik dan Aplikasi Menggunakan Program SmartPLS 3.0 untuk Penelitian Empiris*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2015.
- [56] Sarstedt M., Ringle C.M., Hair J.F. "Handbook of Market Research. 2020. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8>.
- [57] Gregorius K., Studi P, Teknik S., Tarumanagara U., Studi P, Teknik S., et al. *Penyebab Terjadinya Sisa Material pada Bangunan Gedung*, 2022; 5: 129–40.
- [58] Purnawan P.Y. *Pengelolaan Limbah untuk Pekerjaan Struktur pada Proyek Konstruksi di Daerah Istimewa Yogyakarta*, 2017.
- [59] Khanh, H. D., & Kim S. "Identifying Causes for Waste Factors in High-Rise Building Projects: A Survey in Vietnam". *KSCE J Civ Eng*, 2014.
- [60] Tafesse S., Adugna T. "Critical Factors Causing Material Wastes in Building Construction Projects". *J Eng Sci* 2021;17:1–17. <https://doi.org/10.21315/jes2021.17.2.1>.
- [61] Antonio Geraldi L., Hendrik Sulistio. "Studi Analisis Persentase Waste Besi Beton dan Faktor Penyebabnya pada Bangunan

- Bertingkat Rendah di Jakarta”. JMTS J Mitra Tek Sipil 2020; 3:167–74.
- [62] Mbote R.P., Kimtai A.K., Makworo M. “An Investigation on the Influence of Factors Causing Material Waste on Construction Cost of Residential Building Frame. A Case of Northern Region of Nairobi”. *Int J Eng Res Technol* 2016;5:436–47.
- [63] Rachman U.D., Tenriajeng A.T. “Analisis Pengaruh Faktor-Faktor Penyebab Sisa Material terhadap Persentase Sisa Material”. *Teknika* 2019;14:75. <https://doi.org/10.26623/teknika.v14i2.1807>.
- [64] Felixius J, Waty M. “Analisis Sisa Material dan Penyebab Utamanya pada Proyek Bangunan Rumah Tinggal”. *JMTS J Mitra Tek Sipil* 2021;4:343. <https://doi.org/10.24912/jmts.v0i0.10393>.
- [65] Bekr G.A. “Study of the Causes and Magnitude of Wastage of Materials on Construction Sites in Jordan”. *J Constr Eng* 2014;2014:1–6. <https://doi.org/10.1155/2014/283298>.
- [66] Putra B.F., Wiguna I.P.A. “Analisis Faktor Penyebab Waste pada Proyek Konstruksi Gedung di Kota Surabaya dengan Metode Expected Monetary Value”. *J Civ Eng* 2019;34:41. <https://doi.org/10.12962/j20861206.v34i1.5177>.
- [67] Irawan H., Studi P, Teknik S., Tarumanagara U., Studi P, Teknik M. “Analisis Sisa Material pada Proyek Pembangunan Pabrik” 2022;5:87–98.
- [68] Kristianto M.A., Ajie E.P., Hermawan H., Setiyadi B. “Analisis Waste Material Konstruksi pada Pekerjaan Struktur Atas Beton Bertulang Bangunan Tingkat Tinggi”. *J Tek Sipil* 2020;15:143–9. <https://doi.org/10.24002/jts.v15i3.3727>.



BIODATA PENULIS



Mega Waty merupakan pengajar di Fakultas Teknik Universitas Tarumanegara sejak tahun 2018, mengampu mata kuliah Manajemen Proyek dan Manajemen Konstruksi. Sebelumnya dari tahun 1993-2017 bekerja sebagai konsultan perencana dan pengawas pada bidang jalan dan jembatan. Pada tahun 2007-2017 beliau mengajar di Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.



Hendrik Sulistio merupakan pengajar di Fakultas Teknik Universitas Tarumanegara sejak tahun 2017. Beliau mengampu mata kuliah Manajemen Proyek, Manajemen Konstruksi Lanjut, dan Topik Khusus. Sebelumnya, dari tahun 1992-2016, beliau merupakan pengajar di Universitas 17 Agustus 1945. Beliau juga pernah menjadi konsultan perencana dan pengawas jalan dan jembatan pada tahun 1993 hingga tahun 2017.

