

Analisis Potensi Pemborosan Material dan Solusi Penanganannya pada Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus : Proyek Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan)

Juzailah Tri Handayani

Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma
Jalan Margonda Raya No. 100, E-mail : juzailahth@gmail.com

Ida Ayu Ari Angreni

Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma
Jalan Margonda Raya No. 100, E-mail : idaayu@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Material berpengaruh terhadap biaya konstruksi maupun kualitas konstruksi dalam proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi adanya pemborosan dari material yang digunakan dalam proyek, serta mencari faktor penyebab dan penanganannya. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa ada 9 jenis material yang berpotensi memiliki sisa material dalam proyek pembangunan Gedung Bertingkat yaitu kayu (1,63%), triplek (2,67%), paku (1,87%), besi beton (4,01%), kawat bendrat (2,30%), beton siap pakai (2,20%), semen (1,27%), pasir (0,93%), dan split (0,97%). Faktor penyebab pemborosan material biasanya adalah terdapat material terbuang, penggunaan material dengan kualitas rendah, metode pemasangan yang kurang tepat, pemesanan material yang melebihi kebutuhan, terdapat kesalahan dalam estimasi, material tercecer saat perjalanan, tidak merencanakan penggunaan material dengan baik, dan rusaknya material akibat cuaca ekstrem. Penanganan yang bisa dilakukan yaitu dengan melakukan pemantauan pekerjaan, melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja, meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material, meningkatkan kualitas tempat penyimpanan material, merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan, pemberian informasi dan detail gambar yang jelas, serta meminimalkan kesalahan dalam pemotongan material.

Kata-kata Kunci: Faktor penyebab sisa material, pemborosan material, penanganan sisa material, persentase sisa material

Abstract

Material affects the construction costs and the quality of construction in the construction's project. This study aims to analyze the potential waste from the material used in the project, as well as find the causes and handling factors. From the results of this study it is known that there are 9 types of material that has the potential to waste in the building project of Multi-storey Buildings namely wood (1.63%), plywood (2.67%), nails (1.87%), concrete iron (4.01%), bendrat wire (2.30%), ready mix (2.20%), cement (1.27%), sand (0.93%), and split (0.97%). Factors causing waste usually are waste material, the use of low quality materials, improper installation methods, ordering materials that exceed the needs, there are errors in estimation, materials scattered while traveling, do not plan the use of materials properly, and damage to materials due to extreme weather. Handling that can be done is by monitoring the work, supervising and guiding workers, increasing worker awareness in handling materials, improving the quality of material storage, planning material ordering as needed, providing clear information and detailed images, and minimizing errors in cutting material.

Keywords: Factors that causing material waste, handling material waste, percentage of waste material, waste material

1. Pendahuluan

Beberapa waktu belakangan ini, daerah Tangerang, khususnya Tangerang Selatan mulai gencar membangun konstruksi gedung, khususnya gedung bertingkat demi memenuhi kebutuhan dalam kehidupan masyarakat. Mulai dari pembangunan apartemen, gedung kampus, mall, dan banyak bangunan lainnya. Pembangunan yang dilakukan tentu harus sesuai dalam pekerjaannya, baik dari segi biaya, mutu, maupun waktu pengerjaan. Demi mendapatkan konstruksi

bangunan yang tepat, maka perlu dilakukan penerapan manajemen konstruksi, selain untuk mendapatkan pembangunan yang memiliki mutu yang bagus dengan tepat waktu, juga agar dapat memberikan keuntungan bagi pemilik proyek.

Penelitian terdahulu menyatakan bahwa terdapat banyak faktor penyebab terjadinya pemborosan material, terutama pada pembangunan gedung bertingkat, dikarenakan pembangunan yang besar dan terus-menerus, lokasi pembangunan yang tidak selalu

mudah untuk dilalui kendaraan pembawa material, serta tempat penyimpanan material yang terbatas pada lokasi konstruksi. Faktor-faktor tersebut biasanya berhubungan dengan perubahan desain, pekerja dalam proyek seperti kesalahan pemotongan atau kurang ahli dalam mengoperasikan alat, pengawasan yang dilakukan, maupun faktor luar lainnya seperti cuaca yang ekstrem.

Menurut Farida Rahmawati dan Diana Wahyu H (2014) pada penelitiannya terhadap proyek pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru, banyak dijumpai sisa material proyek yang tidak dapat digunakan kembali yaitu akibat proses bongkar muat yang tidak sempurna. Selain itu, luas areal proyek gedung yang terbatas dan kurang memadai juga menyebabkan pelaksana proyek kesulitan dalam penyimpanan material, sehingga menyebabkan penumpukan material yang mengakibatkan kerusakan. Penelitian tersebut menyatakan bahwa material yang berpotensi memiliki sisa yang menyebabkan pemborosan adalah bata ringan, dengan nilai pemborosan sebesar Rp. 41.587.835,21. Faktor penyebab terjadinya pemborosan tersebut yaitu kurang baiknya pelaksanaan dari segi pekerja maupun perencanaan pekerjaan, untuk itu langkah yang harus dilakukan dalam meminimalkan pemborosan adalah dengan cara melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja, koordinasi tim lapangan, dan bekerja sama dengan proyek lain untuk pengalihan material. Dari penelitian ini juga diketahui bahwa material memiliki kaitan yang erat dengan biaya, sehingga apabila terdapat sisa material yang cukup besar maka dapat dipastikan adanya pembengkakan biaya konstruksi. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Bramantya Fidiansyah P (2018), terhadap proyek pembangunan gedung di Kota Surabaya menyatakan bahwa banyaknya kebutuhan proyek gedung bertingkat menyebabkan adanya laju pembangunan yang cepat, sehingga kemungkinan terjadinya pemborosan material akan semakin besar karena pembangunan yang terus menerus. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyebab pemborosan material terbesar adalah pemilik proyek melakukan perubahan desain ketika konstruksi sudah berjalan, perencana yang kurang kompeten, dan adanya kesalahan dalam komunikasi pada saat perencanaan desain. Penanganan yang dapat dilakukan yaitu mengadakan perjanjian bersama antara pelaksana proyek dan pemilik proyek mengenai permasalahan desain, dan mengulas desain dan gambar struktur dengan rekayasa nilai, juga meningkatkan koordinasi antara perencana desain, tim pengawas, maupun pemilik proyek berdasarkan keadaan aktual di lapangan.

Selain itu, menurut penelitian yang dilakukan oleh Wulfram Ervianto (2012) diketahui bahwa sisa material juga merupakan limbah yang memiliki persentase tinggi dalam pencemaran lingkungan. Fakta mengatakan bahwa pembangunan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, berupa penurunan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh meningkatnya volume limbah yang dihasilkan oleh aktivitas konstruksi. Berdasarkan hasil riset di

berbagai dunia diperoleh data bahwa lebih dari 50% dari seluruh limbah yang dihasilkan berasal dari aktivitas konstruksi.

Penelitian ini dilakukan pada 3 proyek pembangunan gedung bertingkat di Tangerang Selatan, yaitu Pembangunan Gedung Kampus Universitas Pembangunan Jaya, Pembangunan Gedung UMKM Kota Tangerang Selatan, dan Pembangunan Gedung Apartemen Emerald. Pengambilan data dilakukan pada proyek tersebut karena gedung ini terletak pada area yang sama, yaitu Kota Tangerang Selatan, masing-masing memiliki akses yang terbilang cukup ramai, karena berada di sekitar wilayah perkantoran maupun dekat dengan stasiun kereta, serta lokasi sekitar proyek yang terbilang cukup padat karena berada diantara bangunan lain.

Salah satu manajemen yang diperlukan dalam proyek konstruksi adalah manajemen material. Hal ini perlu dilakukan untuk dapat menghindari terdapatnya pemborosan material akibat sisa material yang tidak dapat digunakan kembali. Adanya pemborosan material dapat merugikan proyek dari segi biaya proyek, selain itu juga dapat berdampak pada lingkungan sekitar proyek. Demi mengurangi hal ini maka perlu dilakukan analisis material apa saja yang berpotensi memiliki sisa material, apa faktor penyebabnya, serta bagaimana penanganannya.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis material yang berpotensi memiliki sisa material pada proyek Pembangunan Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan.
2. Menganalisis faktor yang menyebabkan pemborosan material pada proyek Pembangunan Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan.
3. Menganalisis bentuk penanganan yang tepat untuk meminimalkan pemborosan material.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pemborosan material

Menurut Franklin (1998), pemborosan material dalam suatu proyek konstruksi merupakan sisa material yang tidak digunakan, sebagai hasil dari proses konstruksi, perbaikan, atau perubahan. Pemborosan berupa material ini juga didefinisikan sebagai barang yang muncul sebagai hasil produksi dari proses maupun suatu ketidaksengajaan yang tidak dapat langsung dipergunakan kembali tanpa adanya suatu perlakuan lagi. Definisi lain dari pemborosan berbentuk material adalah sesuatu sumber daya material yang jumlahnya berlebih atau telah digunakan, termasuk yang dapat digunakan kembali, dapat didaur ulang, dapat dikembalikan ke pemasok, atau dipindahtanggankan ke tempat yang dapat digunakan kembali oleh orang lain.

Menurut Illingworth (1998), pemborosan material konstruksi didefinisikan sebagai sesuatu yang sifatnya berlebih dari yang disyaratkan baik itu berupa hasil pekerjaan maupun material konstruksi yang tersisa,

tercecer, ataupun rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi sesuai fungsinya. Material merupakan salah satu komponen penting yang memiliki pengaruh cukup erat dengan biaya suatu proyek, maka dengan adanya sisa material konstruksi yang cukup besar dapat dipastikan terjadi pembengkakan pada sektor pembiayaan.

Sebuah penelitian mengemukakan bahwa, komponen dalam sebuah proyek yang menghasilkan pemborosan material paling besar adalah (sesuai urutan) :

- a. *Formwork* atau bekisting
- b. Pengepakan dan pengamanan
- c. Pekerjaan penyelesaian
- d. Pekerjaan batuan
- e. *Scaffolding* atau perancah
- f. Pekerjaan beton
- g. Penanganan material
- h. Penyimpanan material

Hal ini menunjukkan bahwa munculnya sisa material yang menyebabkan pemborosan dalam proyek gedung sangat terkait dengan metode pelaksanaan konstruksi, adanya proses pemilihan dan penggunaan kembali fasilitas untuk sisa material konstruksi di lokasi proyek, dan tingkat pendidikan dan keahlian para pekerja. (Jailoon dkk, 2009).

2.2 Faktor penyebab pemborosan material

Sebuah studi terdahulu menemukan bahwa penyebab utama dari adanya pemborosan saat tahap desain adalah perubahan pada menit-menit akhir tentang kebutuhan klien sehingga desain yang sudah ada harus diperbaiki. Sedangkan penyebab yang utama adanya pemborosan material pada tahap konstruksi adalah tentang pemotongan material. Bentuk potongan material dimana mengikuti desain yang sudah ada dapat menghasilkan sisa potongan yang tentunya tidak dapat dipergunakan kembali. (Poon dan Jaillon, 2002; Poon dkk., 2004; Osmani dkk., 2006).

Menurut Nagapan, dkk (2012), penyebab adanya pemborosan material konstruksi dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori yaitu :

- a. Desain
Perubahan desain yang sering merupakan penyebab utama munculnya sisa material. Sisa material berbentuk fisik muncul ketika klien menghendaki perubahan pada saat hampir mendekati penyelesaian akhir proyek. Akibat dari perubahan tersebut yang mengakomodasi kebutuhan yang mendadak dari klien, maka pekerjaan ulang akan dilakukan. Hal ini dapat menyebabkan penghancuran struktur harus dilakukan agar dapat memenuhi kebutuhan dari gambar yang baru. Hal ini tentu akan memakan waktu untuk membangun struktur kembali.
- b. *Handling* atau pemeliharaan
Kesalahan penanganan atau pemeliharaan material akan menimbulkan pemborosan material. Sebagai

contoh adalah penanganan yang kasar dari batu bata selama konstruksi dapat menyebabkan batu bata menjadi retak dan cacat. Selain itu, penyimpanan yang salah juga akan menimbulkan pemborosan material. Sebagai contoh semen akan rusak jika disimpan pada tempat yang salah yaitu diletakkan di ruang terbuka terkena hujan maupun kelembaban. Pemesanan kembali akan berdampak pada waktu karena harus menunggu kedatangan material yang baru.

- c. Pekerja
Kesalahan pekerja selama konstruksi juga menimbulkan pemborosan material. Sifat-sifat seperti terlalu lamban dalam bekerja, kurangnya kepedulian, serta pemakaian peralatan yang tidak normal dapat menimbulkan kesalahan pekerjaan. Pekerja yang tidak terampil cenderung membuat lebih banyak kesalahan karena dia tidak dibekali keterampilan yang cukup dan etos kerja yang buruk. Pada saat yang sama apabila terjadi kesalahan maka harus dilakukan pekerjaan ulang. Hal ini akan membuat durasi pekerjaan menjadi bertambah.
- d. Manajemen
Perencanaan yang buruk dan pengontrolan yang kurang baik mewakili kategori manajemen dalam penyebab munculnya pemborosan material. Perencanaan yang buruk dapat dikarenakan keahlian perencanaan staf manajemen yang kurang baik. Tanpa detail perencanaan dalam proses konstruksi, kebutuhan dan fasilitas penyimpanan material dapat menghasilkan pemborosan fisik. Contohnya, pada saat tahap perencanaan, kebutuhan suplai material dan spesifikasi proyek yang baik dapat mengurangi pemborosan. Pengontrolan yang buruk juga berkontribusi terhadap adanya pemborosan. Contohnya apabila ada material bata datang dan terjadi kesalahan dalam bongkar muatan material bata tersebut, tanpa adanya proses pengontrolan yang baik, maka akan ada bata yang retak atau patah.
- e. Kondisi lokasi konstruksi
Pemborosan material yang muncul dapat berbentuk sisa potongan baja, bekisting yang sudah terpakai, dan bata yang rusak dapat tercecer di lokasi konstruksi. Hal ini biasanya terjadi pada saat tahap akhir proyek. Sifat pekerja dan pengawas yang kurang baik akan menyebabkan hal ini terjadi. Contoh kondisi lokasi konstruksi yang buruk pada proyek jalan adalah kondisi permukaan tanah yang berbukit atau berawa. Kondisi permukaan yang jelek akan menyebabkan peralatan menjadi rusak dan tentunya akan mengakibatkan terjadinya penundaan aktivitas proyek.
- f. Pengadaan
Contoh pemborosan material yang muncul dalam hal pemesanan material dalam proyek konstruksi adalah pemesanan batu bata yang berlebih dan beton siap pakai yang pada akhirnya akan terbuang sia-sia. Terkadang pemesanan material yang asal-asalan dan tidak mendetail juga menyebabkan pemborosan secara fisik. Pemesanan yang salah akan

menyebabkan tertundanya pekerjaan akibat material yang datang tidak dapat dipakai.

g. Faktor eksternal

Pengaruh dari cuaca menjadi faktor yang dominan dan berpengaruh dalam pemborosan material konstruksi. Hujan yang sangat deras dengan diiringi badai akan mengacaukan material konstruksi yang ada di lokasi konstruksi, seperti patahnya bekisting, campuran beton akan menjadi encer, dan tulangan baja menjadi berkarat. Cuaca juga dapat menjadi penyebab adanya penundaan aktivitas konstruksi. Pekerjaan pengecoran dan penggalian tidak dapat dilakukan dibawah hujan lebat dan badai.

Menurut Asiyanto (2005), pemborosan material konstruksi dapat terjadi karena bermacam-macam sebab yaitu :

a. Penyusutan kuantitas

Penyusutan kuantitas dapat terjadi pada saat transportasi ke lokasi konstruksi dan pada saat pembongkaran material untuk ditempatkan pada gudang atau lokasi penumpukan. Penyusutan kuantitas juga dapat terjadi pada proses pemindahan material dari satu tempat ke tempat lain dalam lokasi proyek, terutama untuk material lepas seperti pasir dan kerikil.

b. Kuantitas yang ditolak

Penerimaan material yang kurang teliti di lokasi konstruksi dapat mengakibatkan ditolaknya sebagian material yang tidak memenuhi persyaratan mutu, bentuk, warna dan lain-lain.

c. Kuantitas yang rusak

Penyimpanan material yang kurang baik dapat menyebabkan kerusakan, khususnya untuk material yang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (temperatur, kelembaban udara, tekanan, dan lain-lain). Kerusakan material juga dapat terjadi karena kegiatan pengambilan, pengangkutan, pengangkatan dan pemasangan yang kurang baik.

d. Kuantitas yang hilang

Material-material yang mudah dijual di pasaran atau banyak diperlukan oleh masyarakat (seperti semen dan lain-lain) rawan hilang akibat pencurian. Sistem pengamanan yang lemah dengan sistem kontrol yang lemah akan memperbesar kemungkinan hilangnya material-material tersebut. Material fiktif (kuantitas ada tapi fisik materialnya tidak ada), termasuk dalam kelompok kuantitas hilang.

e. Kuantitas akibat kelebihan penggunaan

Pemborosan material jenis ini biasanya dilakukan oleh para pelaksana yang menggunakan material secara langsung, pemborosan material ini juga dapat disebabkan oleh metode yang berlebihan, kualitas yang berlebihan atau ketidaktelitian tentang ukuran/dimensi, sehingga dimensi pekerjaan yang terjadi lebih besar dari gambar. Kelebihan penggunaan material juga dapat disebabkan oleh metode yang

kurang efisien dan juga akibat pekerjaan ulang yang terjadi.

2.3 Manajemen material

Salah satu kategori penyebab adanya pemborosan material adalah manajemen perencanaan yang buruk. Menurut Dobler (1990), manajemen material merupakan perpaduan dari berbagai aktivitas yang cara pelaksanaannya merupakan manajemen terpadu, dimana prosesnya dimulai sejak tahap pengadaan material sampai diolah menjadi suatu bahan yang siap pakai, dalam proyek konstruksi, manajemen material umumnya meliputi tahap pengadaan, penyimpanan, penanganan, dan pemakaian material. Beberapa hal yang perlu dilakukan dalam manajemen material diantaranya :

a. Pengadaan material

Pengadaan material merupakan antisipasi terhadap ketersediaan material di pasaran. Hal ini dilakukan agar material selalu siap di lokasi saat diperlukan. Kegiatan ini meliputi pembuatan estimasi kebutuhan volume dan jenis material yang akan dipakai beserta spesifikasi yang jelas, memilih pemasok berdasarkan pengalaman dan mempertimbangkan faktor harga, menyiapkan dan menerbitkan perintah pembelian, serta melaksanakan pembelian dengan pemesanan yang terencana terlebih dahulu, sehingga pengiriman selalu sesuai dengan jadwal proyek.

b. Penyimpanan material

Setiap material mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, sehingga membutuhkan penanganan dalam hal penyimpanan yang berbeda-beda pula agar tidak menimbulkan sisa material yang tidak diinginkan. Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu menyimpan material dengan rapi di gudang agar tidak bercampur dengan material lain sehingga tidak mudah rusak dan melakukan pemberian label pada setiap jenis material tersebut. Gudang penyimpanan harus bebas dari berbagai ancaman seperti, ancaman bahaya kebakaran, pencurian, perusakan, dan bebas dari bahaya banjir, dengan tempat di sekitar lokasi proyek untuk penyimpanan alat berat serta untuk arus transportasi material dari lokasi penyimpanan ke tempat kerja di sekitar proyek harus memadai. Arus masuk keluar barang harus diatur dengan baik, misalnya penyimpanan semen yang harus berdasarkan FIFO (*First In First Out*), atau masuk pertama, keluar pertama, hal ini bertujuan untuk menjaga mutu dari material yang tidak tahan lama agar tidak rusak sebelum digunakan.

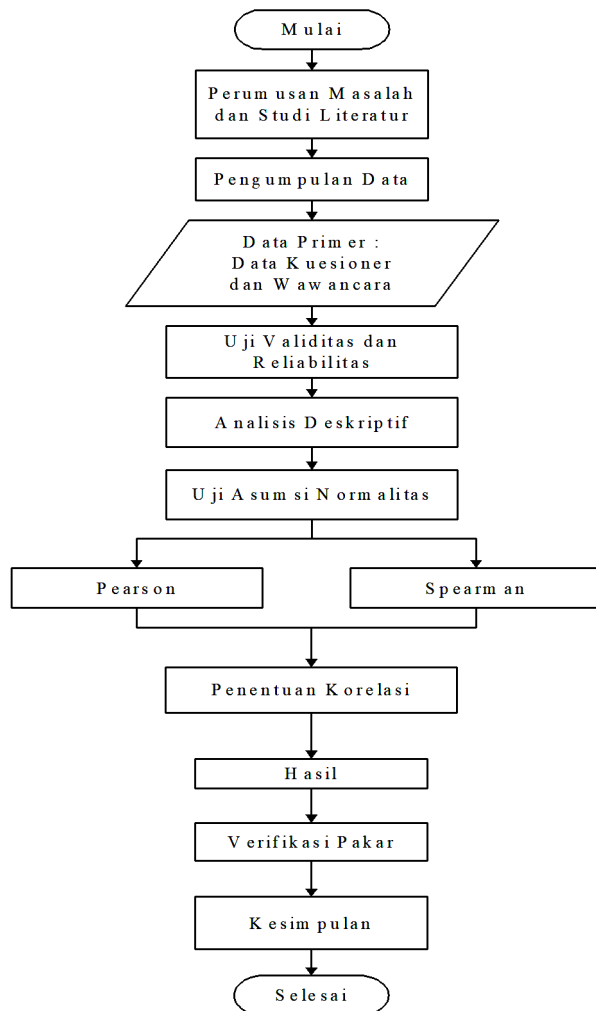
c. Penanganan material

Setiap material yang tiba di lokasi perlu ditangani dengan baik, agar tidak menimbulkan sisa material. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses penanganan antara lain, menurunkan material dengan hati-hati agar tidak terjadi kerusakan pada material, menerima dan memeriksa material untuk mencegah terjadinya penerimaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diminta

maupun volume yang kurang dan material yang rusak dari pemasok, melakukan penyimpanan dan penumpukan material yang benar dengan mempertimbangkan jumlah penumpukan yang diperbolehkan sesuai dengan rekomendasi dari pabrik maupun metode penumpukan, pemindahan material dari tempat penyimpanan ke tempat kerja harus dilakukan dengan hati-hati, dan penataan lokasi konstruksi dibuat sebaik mungkin, sehingga arus material jalannya pendek dan aman.

3. Metodologi Penelitian

Tahapan yang perlu dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir seperti **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan perumusan masalah dan studi literatur. Pengambilan data yang digunakan yaitu penyebaran kuesioner. Sebelum dilakukan penyebaran kuesioner, terlebih dahulu dilakukan tukar pikiran atau curah pendapat dan wawancara kepada para pelaku konstruksi, untuk mengetahui material apa saja yang biasanya berpotensi memiliki sisa material yang menyebabkan pemborosan. Hasil kuesioner yang didapatkan diolah dengan melakukan uji validitas dan reliabilitas data, kemudian

dilakukan uji normalitas, dan penentuan korelasi. Setelah didapatkan hasil, dilakukan verifikasi hasil kepada pakar. Verifikasi ini dilakukan untuk mengetahui jawaban pakar terhadap hasil olah data kuesioner. Pakar yang melakukan verifikasi terdiri dari 3 orang yang memiliki pengalaman minimal 20 tahun dalam bidangnya. Setelah mendapat jawaban dari pakar, kemudian bisa didapatkan kesimpulan dari penelitian ini.

Identifikasi variabel pemborosan material dalam penelitian ini didapatkan dari tukar pikiran atau curah pendapat dengan responden, serta berdasarkan hasil mempelajari dari penelitian sebelumnya. Adapun variabel tersebut bisa dilihat pada **Tabel 1**.

4. Hasil Penelitian

4.1 Analisis deskriptif

Data terkumpul sebanyak 30 responden dari 3 proyek pembangunan Gedung Bertingkat, dengan masing-masing diambil 10 orang dari setiap proyek. Berdasarkan hasil analisis deskriptif jawaban responden, diketahui persentase potensi sisa material yang menyebabkan pemborosan seperti pada **Tabel 2**.

Nilai persentase minimum dan maksimum didapatkan berdasarkan dari hasil kuesioner yang telah diisi oleh responden. Masing-masing responden memberikan jawaban bahwa berdasarkan pengalamannya dalam bidang konstruksi, biasanya terdapat sisa pada material kayu sejumlah 0% dan ada juga yang menjawab sebanyak 5%, hasil jawaban masing-masing responden sebanyak 30 orang kemudian dijumlahkan, dan didapatkan nilai rata-rata tersisa material kayu sebanyak 1,6333% dan seterusnya.

4.2 Penentuan korelasi

Penentuan korelasi dilakukan setelah melalui uji validitas dan reliabilitas dengan menggunakan aplikasi SPSS, dan diketahui bahwa setiap data yang didapatkan dari masing-masing responden adalah valid dan reliabel, artinya data yang tersedia bisa digunakan, baik secara keseluruhan maupun jika ditinjau hanya dari 1 proyek saja. Kemudian dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang dimiliki berdistribusi normal atau tidak. Pengujian hubungan antara variabel pada data yang tidak berdistribusi normal dilakukan dengan menggunakan analisis korelasi *pearson*. Kriteria pengujian, dikatakan terdapat pengaruh yang signifikan apabila nilai signifikansi < tingkat signifikansi ($\alpha = 5\%$). Hasil pengujian hubungan antara variabel dapat diketahui melalui ringkasan dalam **Tabel 3**.

Pengujian hubungan antara Faktor Penyebab dengan Persentase Sisa Material menghasilkan probabilitas sebesar 0,000. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai signifikansi < tingkat signifikansi ($\alpha = 5\%$). Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara Faktor Penyebab dengan Persentase Sisa Material. Nilai koefisien bernilai positif, yaitu 0,617 (positif). Koefisien yang bernilai positif menunjukkan bahwa apabila semakin tinggi

Tabel 1. Variabel penyebab sisa material

No	Variabel	Sumber
1	Pemilik proyek melakukan perubahan desain ketika konstruksi sudah berjalan	Alwi dkk, 2002.
2	Perencana kurang kompeten	Alwi dkk, 2002.
3	Kurangnya komunikasi dalam perencanaan desain	Bramantya Fidiansyah, 2017.
4	Tempat material kurang baik	Nagapan dkk, 2012.
5	Kesalahan penanganan material	Nagapan dkk, 2012.
6	Pekerja tidak memiliki etos kerja	Bramantya Fidiansyah, 2017.
7	Sering terjadi pergantian pekerja	Bramantya Fidiansyah, 2017.
8	Material tidak dilindungi dengan benar	Nagapan dkk, 2012.
9	Pekerja kurang diseleksi	Bramantya Fidiansyah, 2017.
10	Pekerja kurang pelatihan	Nagapan dkk, 2012.
11	Kemampuan staf manajemen pengadaan kurang baik	Nagapan dkk, 2012.
12	Perhitungan kurang akurat menyebabkan salah hitung volume	Bramantya Fidiansyah, 2017.
13	Kurangnya komunikasi antar bagian dalam pengadaan	Bramantya Fidiansyah, 2017. Nagapan dkk, 2012.
14	Material terbuang/ tercecer saat transportasi	Abdul-Rahman dkk, 2006.
15	Metode pemasangan yang kurang tepat	Wawancara Expert, 2019.
16	Kesalahan pemotongan pada besi (kesalahan perlakuan material)	Wawancara Expert, 2019.
17	Pengawasan yang kurang	Wawancara Expert, 2019.
18	Menggunakan material dengan kualitas rendah	Wawancara Expert, 2019.

Tabel 2. Analisis deskriptif jenis sisa material

	Minimum	Maksimum	Rata-Rata
Kayu	0,00	5,00	1,6333
Triplek	0,00	5,00	2,6667
Paku	0,00	6,00	1,8667
Besi Beton	0,00	10,00	4,0667
Kawat Bendrat	0,00	7,00	2,3000
Beton Siap Pakai	0,00	7,00	2,2000
Semen	0,00	6,00	1,2667
Pasir	0,00	4,00	0,9333
Split	0,00	6,00	0,9667

Tabel 3. Hasil analisis korelasi pearson

Variabel 1	Variabel 2	Koefisien Korelasi	Signifikansi
Faktor Penyebab	Sisa Material	0,617	0,000
Solusi/ Pencegahan	Sisa Material	-0,581	0,001

Faktor Penyebab, maka Persentase Sisa Material juga akan meningkat. Koefisien korelasi bernilai 0,617 menunjukkan bahwa keeratan hubungan Faktor Penyebab dengan Persentase Sisa Material dalam kategori kuat.

Pengujian hubungan Solusi/ Pencegahan dengan Persentase Sisa Material menghasilkan probabilitas sebesar 0,001. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai

signifikansi < tingkat signifikansi ($\alpha=5\%$). Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara Solusi/ Pencegahan dengan Persentase Sisa Material. Nilai Koefisien sebesar -0,581 (negatif). Koefisien yang bernilai negatif menunjukkan bahwa apabila semakin sering dilakukan Solusi/ Pencegahan, maka Persentase Sisa Material akan turun. Koefisien korelasi bernilai -0,581 menunjukkan bahwa keeratan hubungan Solusi/ Pencegahan dengan Persentase Sisa Material dalam kategori cukup kuat.

Setelah diketahui korelasi secara umum antara faktor penyebab dan persentase sisa material, serta antara penanganan dan persentase sisa material lalu dilakukan pengujian secara parsial antara masing-masing faktor penyebabnya dengan masing-masing material, hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5 berikut :

4.3 Verifikasi pakar

Hasil analisis yang telah didapatkan selanjutnya dirangkum dan dibuat dalam bentuk kuesioner, untuk kemudian dilakukan verifikasi oleh pakar. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah diolah dapat disetujui dan dipergunakan untuk referensi berikutnya. Hasil verifikasi dapat dilihat pada Tabel 6.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data, analisis, verifikasi pakar, serta untuk menjawab tujuan dari penelitian ini, maka dapat

Tabel 4. Korelasi antara faktor penyebab dan sisa material

Faktor Penyebab	Sisa Material	Koef. Korelasi
Metode pemasangan yang kurang tepat	Paku	0,422
	Triplek	0,418
Menggunakan material dengan kualitas rendah	Besi beton	0,383
	Beton Siap Pakai	0,398
	Semen	0,422
	Beton Siap Pakai	0,416
Tidak merencanakan penggunaan material dengan baik	Semen	0,365
	Pasir	0,708
	Split	0,490
	Kayu	0,580
Material terbuang	Triplek	0,393
	Paku	0,374
	Pasir	0,450
	Kawat bendrat	0,486
Kesalahan estimasi	Pasir	0,436
	Besi beton	0,512
Pemesanan material melebihi kebutuhan	Kawat bendrat	0,511
	Beton Siap Pakai	0,409
	Semen	0,363
	Split	0,412
Material tercecer saat perjalanan	Beton Siap Pakai	0,496
Material rusak akibat cuaca yang ekstrem	Pasir	0,369

Tabel 5. Korelasi antara solusi/ pencegahan dan sisa material

Solusi/ Pencegahan	Sisa Material	Koef. Korelasi
Meminimalkan kesalahan dalam pemotongan material	Kawat bendrat	-0,375
Melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja	Triplek	-0,348
	Kawat bendrat	-0,408
Meningkatkan kualitas penyimpanan material	Besi beton	-0,502
	Kawat bendrat	-0,628
	Semen	-0,447
	Pasir	-0,502
	Split	-0,373
	Besi beton	-0,389
Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan	Kawat bendrat	-0,416
	Beton siap pakai	-0,439
	Semen	-0,406
Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material	Paku	-0,465
	Besi beton	-0,445
Pemberian informasi dan detail gambar yang jelas	Besi beton	-0,475
Melakukan pemantauan pekerjaan	Kayu	-0,375
	Paku	-0,492
	Split	-0,435

disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Material yang berpotensi memiliki sisa material pada proyek pembangunan Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan diantaranya yaitu kayu dengan persentase rata-rata sebesar 1,63%, triplek dengan persentase rata-rata sebesar 2,67%, paku dengan persentase rata-rata sebesar 1,87%, besi beton dengan persentase rata-rata sebesar 4,01%, kawat bendrat dengan persentase rata-rata sebesar 2,30%, beton siap pakai dengan persentase rata-rata sebesar 2,20%, semen dengan persentase rata-rata sebesar 1,27%, pasir dengan persentase rata-rata sebesar 0,93%, dan split dengan persentase rata-rata sebesar 0,97%.
2. Faktor yang menyebabkan pemborosan material pada proyek pembangunan Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan yaitu adalah terdapat material terbuang, penggunaan material dengan kualitas rendah, metode pemasangan yang kurang tepat, pemesanan material yang melebihi kebutuhan, terdapat kesalahan dalam estimasi, material tercecer saat perjalanan, tidak merencanakan penggunaan material dengan baik, dan rusaknya material akibat cuaca ekstrem.

Tabel 6. Hasil verifikasi pakar

Variabel		Pakar		
		1	2	3
Korelasi Sisa Material dan Faktor Penyebab	Faktor penyebab terdapat sisa material kayu adalah terdapat material terbuang	Setuju	Setuju	Setuju
	Faktor penyebab terdapat sisa material triplek adalah penggunaan material dengan kualitas rendah dan terdapat material terbuang	Setuju	Setuju	Setuju
	Faktor penyebab terdapat sisa material paku adalah metode pemasangan yang kurang tepat dan terdapat material terbuang	Setuju	Setuju	Setuju
	Faktor penyebab terdapat sisa material besi beton adalah penggunaan material dengan kualitas rendah dan pemesanan material yang melebihi kebutuhan	Setuju	Setuju	Setuju
	Faktor penyebab terdapat sisa material kawat bendrat adalah terdapat kesalahan dalam estimasi dan pemesanan material yang melebihi kebutuhan	Setuju	Setuju	Setuju
	Faktor penyebab terdapat sisa beton siap pakai adalah penggunaan material dengan kualitas rendah, pemesanan material yang melebihi kebutuhan, dan material tercecer saat perjalanan	Setuju	Setuju	Setuju
	Faktor penyebab terdapat sisa material semen adalah penggunaan material yang kualitas rendah, tidak merencanakan penggunaan material dengan baik, dan pemesanan material yang melebihi kebutuhan	Setuju	Setuju	Setuju
	Faktor penyebab terdapat sisa material pasir adalah tidak merencanakan penggunaan material dengan baik, material terbuang, kesalahan estimasi, dan rusaknya material akibat cuaca ekstrem	Setuju	Setuju	Setuju
Korelasi Sisa Material dan Pencegahan/ Solusi	Faktor penyebab terdapat sisa material split adalah tidak merencanakan penggunaan material dengan baik dan pemesanan material melebihi kebutuhan	Setuju	Setuju	Setuju
	Penanganan yang tepat untuk meminimalkan sisa material kayu adalah dengan melakukan pemantauan pekerjaan	Setuju	Setuju	Setuju
	Penanganan yang tepat untuk meminimalkan sisa material triplek adalah dengan melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja	Setuju	Setuju	Setuju
	Penanganan yang tepat untuk meminimalkan sisa material paku adalah dengan meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material dan melakukan pemantauan pekerjaan	Setuju	Setuju	Setuju
	Penanganan yang tepat untuk meminimalkan sisa material besi beton adalah dengan meningkatkan kualitas tempat penyimpanan material, merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan, meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material dan pemberian informasi dan detail gambar yang jelas	Setuju	Setuju	Setuju
	Penanganan yang tepat untuk meminimalkan sisa material kawat bendrat adalah dengan meminimalkan kesalahan dalam pemotongan material, meningkatkan kualitas penyimpanan material, dan merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan	Setuju	Setuju	Setuju
	Penanganan yang tepat untuk meminimalkan sisa material beton siap pakai adalah dengan merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan	Setuju	Setuju	Setuju
	Penanganan yang tepat untuk meminimalkan sisa material semen adalah dengan meningkatkan kualitas penyimpanan material dan merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan	Setuju	Setuju	Setuju
Penanganan yang tepat untuk meminimalkan sisa material pasir adalah dengan meningkatkan kualitas penyimpanan material	Setuju	Setuju	Setuju	
Penanganan yang tepat untuk meminimalkan sisa material split adalah dengan meningkatkan kualitas penyimpanan material dan melakukan pemantauan pekerjaan	Setuju	Setuju	Setuju	

3. Bentuk penanganan/ solusi yang tepat untuk meminimalkan sisa material yang menyebabkan pemborosan pada proyek pembangunan Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan adalah dengan melakukan pemantauan pekerjaan, melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja, meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material, meningkatkan kualitas tempat penyimpanan material, merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan, pemberian informasi dan detail gambar yang jelas, serta meminimalkan kesalahan dalam pemotongan material.

Konstruksi Gedung di Kota Surabaya, Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Rahmawati, Farida, Hayati, Diana Wahyu, 2013, *Analisa Sisa Material Konstruksi dan Penanganannya pada Proyek Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya (177K)*, *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) K181-K187*, Universitas Sebelas Maret.

6. Daftar Pustaka

- Abdul-Rahman, H., dkk, 2006, Delay Mitigation in the Malaysian Construction Industry, *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, hal. 125-133.
- Alwi, S., Hampson, K.D., dan Mohamed, S.A, 2002, *Sisa material In Indonesian Construction Projects*, *1st International Conference of CIB W107-Creating a sustainable Construction Industry in Developing Countries*, Afrika Selatan.
- Asiyanto. 2005. *Construction Project Cost Management (Edisi Dua)*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Dobler, D.W, dkk, 1990, *Purchasing and Material Management Text and Cases*, 5th ed, Singapore, McGraw-Hill, Inc.
- Ervianto, Wulfram I, 2012, *Manajemen Limbah dalam Proyek Konstruksi (Perencanaan-Pelaksanaan-Dekonstruksi)*, Yogyakarta (ID): C.V ANDI OFFSET.
- Franklin, 1998, *Characterization of Building related Construction an Demolition Debris in USA*, Enviromental Protections Agency (EPA).
- Illingworth, J.R, 1998, *Sisa material in the construction process*.
- Jailoon, L., Poon, C.S., dan Chiang, Y.H, 2009, *Quantifying The Sisa material Reduction Potential of Using Prefabrication in Building Construction in Hong Kong*, *Sisa material Management*, hal. 309-320.
- Nagapan, S., Rahman, I. A. dan Asmi, A, 2012, Factor Contributing to Physical and Non-Physical Sisa material Generation in Construction Industry, *International Journal of Advance in Applied Sciences (IJAAS)*, Vol. 1, No.1, pp. 1-10.
- Poon, C.S., Yu A.T.W, Wong, S.W., and Cheung, E, 2004, *Management of construction sisa material in public housing projects in Hong Kong*, *Construction Management and Economics* 22: 675-689.
- Putra, Bramantya Fidiansyah, 2017, *Analisis Faktor Penyebab dan Mitigasi Sisa material pada Proyek*

