

PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA PENGANGKUTAN VERTIKAL ANTARA *MATERIAL HOIST* DAN *MANUAL HANDLING*

Anjar Raharjo Juniarwoko¹, Albani Musyafa², Tri Nugroho Sulistyantoro³,
Muhammad Farrel Ghiffary^{4*}

¹ CV. Enam Pilar Indonesia Corpora, Yogyakarta

², Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Article Info

Available online

Keywords:

*Transfer vertikal
Material hoist
MMH (Manual material handling)
Biaya angkut*

Corresponding Author:

Muhammad Farrel Ghiffary
muhammad.farrel.ghiffary@gmail.com

Abstract

In encouraging national development, especially from the tourism sector, Yogyakarta is a tourist destination in Indonesia. The construction services sector is needed to meet the development needs in the tourism sector. Hotel Malioboro Suite is a temporary residence for tourists located on jalan pasar kembang no.29 Yogyakarta with a land area of ± 1500 m² and the remaining land of ± 150 m² with a width of ± 5 meters and a length of ± 30 meters making the use of stemtransfer materials such as material hoists and manual material handling (MMH) chosen in its implementation. The purpose of this study is to determine the cost of implementing a vertical material transfer system using a material hoist and manual material handling in ceramic installation work. This study looked at the vertical transfer of materials in the ceramic works of each floor. Measurement of cycle productivity between material hoists and manual material handling using a stopwatch. Observed cycle times include 1) load time, 2) hauling time, 3) unloading time, 4) return time, and 5) Lead time. The results showed that the cycle time of the hoist material was lower than mmh. The results of other studies also show that the time and cost in fulfilling 1 m² of ceramic workmaterials including ceramics, cement, and sand is 60x60 lower than manual material handling. Manual material handling will be quite effective and efficiently used to transfer materials if the project takes a short time and the low altitude is less than 8 m.

Copyright © 2023 Universitas Islam Indonesia

All rights reserved

PENDAHULUAN

Latar belakang

Dalam mendorong pembangunan nasional khususnya dari sektor pariwisata, Yogyakarta menjadi salah satu destinasi wisata terbesar di

Indonesia. Yogyakarta dalam pengembangan pariwisata didaerahnya, perlu untuk melakukan peningkatan sarana dan prasarana guna meningkatkan pelayanan dan kemudahan bagi para wisatawan.

Hotel Malioboro Suite menjadi jawaban atas kebutuhan tempat tinggal sementara bagi wisatawan yang berkunjung ke Yogyakarta. Terletak di jalan pasar kembang no.29 Yogyakarta dengan luas lahan $\pm 1500 \text{ m}^2$. Lokasi proyek yang terletak di dekat “jantung kota jogja” yaitu Malioboro dan Stasiun Tugu Yogyakarta ini membuat hotel malioboro suite didesain secara vertikal.

Mengeksekusi sebuah proyek konstruksi tentu bukan perkara yang mudah. Pemilihan jenis transfer material menjadi tantangan tersendiri dari pihak Manajer Proyek bangunan bertingkat (*high rise building*). Penanganan material konstruksi (dalam hal ini transfer material) dilakukan baik secara manual (tenaga manusia) dan menggunakan alat (mekanis).

Hotel Malioboro *Suite* memiliki sisa lahan kosong (diluar bangunan) $\pm 150 \text{ m}^2$ dengan lebar ± 5 meter dan panjang ± 30 meter. Sisa lahan 10% ini membuat proyek Hotel Malioboro Suite menjadi tidak memenuhi kriteria bagi alat angkut material vertikal jenis tertentu. Dalam pelaksanaan transfer material di Proyek Pembangunan Hotel Malioboro Suite, *Material hoist* dan *manual material handling* adalah metode angkutan material secara vertikal yang digunakan karena memerlukan ruang yang relatif lebih kecil daripada alat angkut material lain.

Pemilihan metode sistem transfer material menentukan keberhasilan (dari sisi biaya dan waktu) suatu pekerjaan karena sistem transfer material yang efektif (waktu) mempengaruhi kecepatan penyelesaian bahkan menguntungkan secara biaya (efisien). Biaya proyek merupakan hal yang penting selain waktu, kedua hal ini berkaitan erat dan dipengaruhi oleh metode pelaksanaan, pemakaian peralatan, bahan, dan tenaga kerja yang dipakai. Biaya dan waktu menjadi parameter yang sangat penting dalam pelaksanaan konstruksi. Maka dari itu, perbandingan biaya dan waktu menjadi penting dilakukan agar mendapatkan metode yang

paling unggul (dari segi biaya dan waktu) dalam setiap pelaksanaan konstruksi.

Dalam SNI No. 28/PRT/M/2016 tidak menunjukkan perhitungan yang berkenaan tentang biaya alat angkut atau transfer material. Untuk itu diperlukan perhitungan analisis tentang biaya sistem transfer material yang ada pada Proyek Hotel Malioboro Suite yaitu dengan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*.

Pengertian Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek konstruksi adalah suatu cara (metode) untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan (infrastruktur) yang dibatasi oleh waktu dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif melalui tindakan-tindakan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan. Manajemen proyek konstruksi juga merupakan proses penerapan fungsi-fungsi manajemen (perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian) secara sistematis pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar tercapai tujuan proyek secara optimal.

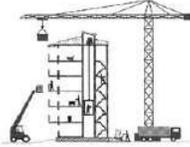
Manajemen proyek pada prinsipnya melakukan manajemen sumber daya secara efektif untuk merealisasikan pekerjaan, diantaranya:

1. *Man* (SDM / Tenaga Kerja)
2. *Material*
3. *Machine* (Mesin /Peralatan)
4. *Money* (Biaya)
5. *Method* (Teknologi)

Transfer Material pada Bangunan Gedung

Pekerjaan di lokasi konstruksi terkait dengan operasi logistik sebagian besar adalah pengangkutan, penyimpanan, pemindahan, dan muat ulang material. Penanganan bahan konstruksi dilakukan baik secara manual (tenaga kerja) maupun

mekanis (alat). Secara tradisional berbagai macam metode penanganan material dan transportasi telah digunakan. Gambar 1 mencontohkan beberapa metode yang paling umum.



Gambar 1 Perangkat logistik di lokasi konstruksi

Pada gambar diatas menunjukkan untuk pemindahan horizontal, mis., Gerobak dorong, perangkat penanganan palet, *forklift*, dan pengangkutan secara manual. Untuk gerakan vertikal, *tower crane* selama dua fase konstruksi pertama, alat *telescopic handler* (mobil crane), kerekan (*builder hoist*), elevator yang sudah terpasang dari fase kerangka kerja (struktur, dan pengangkutan secara manual).

Metode Transfer Material pada Proyek Konstruksi

Pemilihan manusia sebagai tenaga kerja dalam melakukan kegiatan penanganan material (material handling) bukanlah tanpa sebab, penanganan material secara manual memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut:

1. Fleksibel dalam gerakan sehingga memberikan kemudahan pemindahan beban pada ruang terbatas dan pekerjaan yang tidak beraturan.
2. Lebih murah untuk menangani beban ringan dibandingkan menggunakan mesin
3. Tidak semua material dapat dipindahkan dengan alat.

Material hoist merupakan alat transportasi yang digunakan untuk mengangkut pekerja proyek dan bahan/ material kebutuhan lapangan, seperti bahan untuk pekerjaan struktur, arsitektur, MEP. Alat

tersebut bisa dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2 Alat Material Hoist

METODE PENELITIAN

Jenis, Subjek dan Objek Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian lapangan yang bersifat studi kasus. Penelitian studi kasus merupakan penelitian terperinci mengenai suatu proyek tertentu dan kesimpulan yang dapat ditarik. Hasil penelitian hanya berlaku pada objek yang diteliti dalam kurun waktu tertentu. Kesimpulan yang diperoleh tidak dapat digeneralisasikan terhadap objek dan kurun waktu yang lain.

Subjek dalam penelitian adalah waktu dan biaya pada siklus transfer material yang terjadi di lokasi konstruksi dengan menggunakan *material hoist* dan *manual material handling* pada material pekerjaan pemasangan keramik.

Objek dalam penelitian ini adalah Proyek Hotel Malioboro Suite Jl. Pasar Kembang No. 29 Yogyakarta yang dikerjakan oleh PT. Tri Utama Putra Mataram.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian adalah langkah-langkah yang akan dilakukan di lapangan untuk dapat melaksanakan penelitian yang telah direncanakan. Langkah-langkah yang ditempuh dalam melaksanakan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Pencarian referensi;
2. Identifikasi masalah;
3. Studi pustaka;

4. Lokasi penelitian;
5. Pengambilan data;
6. Pengolahan dan analisis data;
7. Pembahasan;
8. Kesimpulan dan saran.

HASIL ANALISIS

Waktu Transfer pada Pekerjaan Keramik 1m²

Perhitungan waktu transfer material mengacu indeks tabel kebutuhan material pada analisa harga satuan pekerjaan menurut SNI 28/PRT/M/2016 tentang tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan penutup lantai dan dinding adalah dengan rumus:

$$WT = \frac{\text{Indeks material dalam 1m}^2}{\text{Vol material 1 kali angkut}} \times \text{Durasi Sik} \quad (1)$$

Tabel analisa harga satuan pekerjaan pemasangan keramik ukuran 60x60 SNI 28/PRT/M/2016 ditunjukkan seperti tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Memasang 1m² lantai ubin teralux marmer ukuran (60 x 60) cm

| Bahan | Kebutuhan | Satuan | Indeks |
|--------------|---------------------|----------------|--------|
| Bahan | Ubin Teralux Marmer | Buah | 3,100 |
| | Semen (PC) | Kg | 9,600 |
| | Pasir Pasang (PP) | m ³ | 0,045 |
| | Semen Warna | Kg | 1,500 |
| Tenaga Kerja | Pekerja | OH | 0,240 |
| | Tukang | OH | 0,120 |
| | Kepala Tukang | OH | 0,012 |
| | Mandor | OH | 0,012 |

maka bila rumus digunakan pada transfer *material hoist* material keramik 60 cm x 60cm pada lantai 1 ke lantai 2 (naik 1 lantai) diperoleh hasil pada tabel berikut.

Tabel 2 Waktu Transfer dengan *Material Hoist* Pekerjaan Keramik 1 m²

| Ketinggian Transfer Material Hoist | Waktu Transfer Keramik (jam/m ²) | Waktu Transfer Semen (jam/m ²) | Waktu Transfer Pasir (jam/m ²) |
|------------------------------------|--|--|--|
| 1 Lantai | 0,0070 | 0,0010 | 0,0085 |
| 2 Lantai | 0,0078 | 0,0012 | 0,0090 |
| 3 Lantai | 0,0087 | 0,0013 | 0,0095 |
| 4 Lantai | 0,0095 | 0,0015 | 0,0101 |
| 5 Lantai | 0,0104 | 0,0016 | 0,0106 |
| 6 Lantai | 0,0113 | 0,0017 | 0,0111 |
| 7 Lantai | 0,0122 | 0,0019 | 0,0117 |

Sedangkan untuk waktu transfer menggunakan *manual material handling* pada pekerjaan keramik 1 m² diperoleh seperti pada tabel berikut.

Tabel 3 Waktu Transfer dengan *Manual Material Handling* Pekerjaan Keramik 1 m²

| Ketinggian Transfer MMH | Waktu Transfer Keramik (jam/m ²) | Waktu Transfer Semen (jam/m ²) | Waktu Transfer Pasir (jam/m ²) |
|-------------------------|--|--|--|
| 1 Lantai | 0,0254 | 0,0116 | 0,0529 |
| 2 Lantai | 0,0325 | 0,0142 | 0,0686 |
| 3 Lantai | 0,0362 | 0,0156 | 0,0768 |
| 4 Lantai | 0,0399 | 0,0170 | 0,0849 |
| 5 Lantai | 0,0437 | 0,0184 | 0,0932 |
| 6 Lantai | 0,0475 | 0,0197 | 0,1015 |
| 7 Lantai | 0,1100 | 0,0211 | 0,1100 |

Biaya Transfer Material pada Pekerjaan Keramik 1m²

Pada Pekerjaan Pemasangan Keramik pada tiap lantai digunakan juga *Material Hoist* dan juga *Manual Material Handling*, adapun biaya pekerjaan terdapat pada tabel berikut ini.

Tabel 4 Biaya Transfer dengan *Material Hoist* Pekerjaan Keramik 1 m²

| Ketinggian Transfer Material Hoist | Biaya Transfer Keramik (Rp/m ²) | Biaya Transfer Semen (Rp/m ²) | Biaya Transfer Pasir (Rp/m ²) |
|------------------------------------|---|---|---|
| 1 Lantai | 766,74 | 113,58 | 935,81 |
| 2 Lantai | 861,63 | 129,01 | 993,21 |
| 3 Lantai | 956,52 | 144,43 | 1050,60 |
| 4 Lantai | 1051,42 | 159,86 | 1108,00 |
| 5 Lantai | 1146,31 | 175,29 | 1165,39 |
| 6 Lantai | 1241,20 | 190,72 | 1222,79 |
| 7 Lantai | 1338,94 | 206,88 | 1285,10 |

Selanjutnya untuk waktu transfer menggunakan *manual material handling* pada pekerjaan keramik 1 m² diperoleh seperti pada tabel berikut.

Tabel 5 Biaya Transfer dengan *Manual Material Handling* Pekerjaan Keramik 1 m²

| Ketinggian Transfer MMH | Biaya Transfer Keramik (Rp/m ²) | Biaya Transfer Semen (Rp/m ²) | Biaya Transfer Pasir (Rp/m ²) |
|-------------------------|---|---|---|
| 1 Lantai | 507,63 | 232,13 | 1057,29 |
| 2 Lantai | 649,71 | 284,67 | 1372,92 |
| 3 Lantai | 724,19 | 312,27 | 1535,42 |
| 4 Lantai | 798,25 | 340,00 | 1698,96 |
| 5 Lantai | 874,46 | 368,00 | 1863,54 |
| 6 Lantai | 950,67 | 394,53 | 2030,21 |
| 7 Lantai | 1026,88 | 421,20 | 2200,00 |

Perbandingan Nilai Biaya dan Waktu Transfer antara Material Hoist dengan Manual Material Handling

Perbandingan antara *material hoist* dengan *manual material handling* tentunya diperlukan perhitungan nilai deviasi untuk mengetahui hasil perbandingan tersebut. Nilai deviasi tersebut didapatkan dari nilai (waktu atau biaya) *manual material handling* pada ketinggian tertentu dikurangi nilai *material hoist* pada ketinggian yang sama. Jika waktu dan biaya memiliki nilai positif, maka *material hoist* memiliki waktu lebih efektif dan biaya yang lebih efisien dibandingkan dengan *manual material handling*. Berikut merupakan hasil rekapitulasi yang terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 6 Rekap Perbandingan Nilai Biaya dan Waktu Transfer antara *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

| Jumlah Lantai | <i>Material Hoist</i> | | <i>Manual Material Handling</i> | | Deviasi | |
|---------------|-----------------------|---------|---------------------------------|---------|---------|--------|
| | Waktu | Biaya | Waktu | Biaya | Waktu | Biaya |
| 1 lantai | 0,0165 | 1816,13 | 0,0899 | 1797,05 | 0,0734 | -19,08 |
| 2 lantai | 0,0180 | 1983,84 | 0,1154 | 2307,29 | 0,0974 | 323,45 |
| 3 lantai | 0,0195 | 2151,56 | 0,1286 | 2571,88 | 0,1091 | 420,32 |
| 4 lantai | 0,0210 | 2319,28 | 0,1419 | 2837,21 | 0,1208 | 517,93 |
| 5 lantai | 0,0226 | 2486,99 | 0,1553 | 3106,00 | 0,1327 | 619,01 |
| 6 lantai | 0,0241 | 2654,71 | 0,1688 | 3375,41 | 0,1447 | 720,70 |
| 7 lantai | 0,0257 | 2830,93 | 0,1824 | 3648,08 | 0,1567 | 817,15 |

PEMBAHASAN

Selisih Waktu dan Biaya Tiap Lantai pada Jenis Transfer

Waktu dan biaya yang digunakan untuk transfer material pada tiap ketinggian dan jenis transfer berbeda-beda, dan mengalami kenaikan. Selisih waktu dan biaya transfer material dengan menggunakan material hoist pada ketinggian yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 7 Selisih Biaya dan Waktu Transfer *Material Hoist*

| Transfer material hoist | Ketinggian (m) | Selisih waktu (jam/m ²) | Selisih biaya (Rp/m ²) |
|-------------------------|----------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 lantai | 4 | - | - |
| 2 lantai | 8 | 0,0015 | 167,72 |
| 3 lantai | 12 | 0,0015 | 167,72 |
| 4 lantai | 16 | 0,0015 | 167,72 |
| 5 lantai | 20 | 0,0015 | 167,72 |
| 6 lantai | 24 | 0,0015 | 167,72 |
| 7 lantai | 28 | 0,0016 | 176,22 |

Tabel diatas menunjukkan bahwa selisih waktu transfer material menggunakan *material hoist* cenderung sama kecuali pada transfer material lantai 1- 8 dengan ketinggian 28 m, perbedaan selisih waktu ini cukup kecil dibandingkan pada ketinggian lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa waktu yang digunakan untuk transfer material mengalami kenaikan yang tetap. Biaya transfer material menggunakan *material hoist* cenderung sama kecuali pada transfer material lantai 1- 8 dengan ketinggian 28 m, perbedaan selisih biaya ini cukup kecil dibandingkan pada ketinggian lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa biaya yang digunakan untuk transfer material mengalami kenaikan yang tetap. Transfer material menggunakan *material hoist* stabil dari segi waktu dan biaya.

Tabel 8 Selisih Biaya dan Waktu Transfer *Manual Material Handling*

| Transfer <i>Manual Material Handling</i> | Ketinggian (m) | Selisih waktu (jam/m ²) | Selisih biaya (Rp/m ²) |
|--|----------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 lantai | 4 | - | - |
| 2 lantai | 8 | 0,0255 | 510,24 |
| 3 lantai | 12 | 0,0132 | 264,59 |
| 4 lantai | 16 | 0,0133 | 265,33 |
| 5 lantai | 20 | 0,0134 | 268,79 |
| 6 lantai | 24 | 0,0135 | 269,41 |
| 7 lantai | 28 | 0,0136 | 272,67 |

Tabel di atas menunjukkan bahwa selisih waktu transfer material menggunakan *manual material handling* cenderung sama dengan perbedaan yang cukup kecil kecuali pada ketinggian 8 m. Hal ini menunjukkan bahwa waktu yang digunakan untuk transfer material mengalami kenaikan cenderung tetap. Biaya transfer material menggunakan *manual material handling* cenderung sama dengan perbedaan yang cukup kecil kecuali pada ketinggian 8 m. Hal ini menunjukkan bahwa biaya yang digunakan untuk transfer material mengalami kenaikan yang tetap. Transfer material menggunakan *manual material handling* cukup stabil dari segi waktu dan biaya, tetapi selisih waktu dan biaya pada ketinggian 8 m cukup tinggi.

Siklus transfer *manual material handling* pada lantai 1-3 pada tabel menunjukkan selisih biaya yang terpaut lebih besar dengan nilai waktu 0,0255 jam/m² dan biaya 510,24 Rp/m² jika dibandingkan dengan siklus pada lantai lainnya yang memiliki selisih yang relatif sama dengan nilai waktu disekitar 0,01 jam/m² dan biaya 260 Rp/m². Perbedaan yang signifikan pada siklus lantai 1 –3 ini akibat dari perbedaan jalur akses pada aktivitas transfer *manual material handling*. Maka pada siklus transfer *manual material handling* pada lantai 1-3, kehilangan

waktu yang diakibatkan dari perpindahan jalur akses tangga 1 ke tangga 2 pada lantai 2 adalah sebesar 0,0121 jam/m².

Kelebihan biaya transfer pada siklus lantai 1-3 adalah sebesar 242,09 Rp/m². Jika diasumsikan bahwa siklus *manual material handling* tidak terjadi perpindahan akses jalur yang mengakibatkan kehilangan waktu dan kelebihan biaya transfer, maka skema waktu dan biaya *manual material handling* seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 9 Perubahan waktu dan biaya MMH skema tanpa pindah jalur tangga

| Transfer <i>manual material handling</i> | Waktu Transfer (jam/m ²) | Biaya Transfer (Rp/m ²) |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Lantai 1 - 2 | 0,0899 | 1.797,05 |
| Lantai 1 - 3 | 0,1033 | 2.065,21 |
| Lantai 1 - 4 | 0,1167 | 2.333,36 |
| Lantai 1 - 5 | 0,1301 | 2.601,52 |
| Lantai 1 - 6 | 0,1435 | 2.869,68 |
| Lantai 1 - 7 | 0,1569 | 3.137,83 |
| Lantai 1 - 8 | 0,1703 | 3.405,99 |

Hubungan antara Waktu, Biaya dan Ketinggian

Hubungan antara waktu dan ketinggian pada transfer material baik menggunakan *material hoist* dan *manual material handling* pada ketinggian yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 10 Waktu dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

| Transfer material | Ketinggian (m) | Waktu (jam/m ²) | |
|-------------------|----------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | | <i>Material hoist</i> | <i>Manual Material Handling</i> |
| 1 lantai | 4 | 0,0165 | 0,0899 |
| 2 lantai | 8 | 0,0180 | 0,1154 |
| 3 lantai | 12 | 0,0195 | 0,1286 |
| 4 lantai | 16 | 0,0210 | 0,1419 |

| Transfer material | Ketinggian (m) | Waktu (jam/m ²) | |
|-------------------|----------------|-----------------------------|--------------------------|
| | | Material hoist | Manual Material Handling |
| 5 lantai | 20 | 0,0226 | 0,1553 |
| 6 lantai | 24 | 0,0241 | 0,1688 |
| 7 Lantai | 28 | 0,0257 | 0,1824 |

Adapun grafik perbandingan antara waktu dan ketinggian transfer material terdapat pada gambar berikut.



Gambar 3 Hubungan antara Waktu dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Selanjutnya, diperoleh hubungan antara biaya dengan ketinggian pada transfer material baik menggunakan *material hoist* dan *manual material handling* pada ketinggian yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 11 Biaya dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

| Transfer material | Ketinggian (m) | Biaya (Rp/m ²) | |
|-------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Material hoist | Manual Material Handling |
| 1 lantai | 4 | 1.816,13 | 1.797,05 |
| 2 lantai | 8 | 1.983,84 | 2.307,29 |
| 3 lantai | 12 | 2.151,56 | 2.571,88 |
| 4 lantai | 16 | 2.319,28 | 2.837,21 |
| 5 lantai | 20 | 2.486,99 | 3.106,00 |
| 6 lantai | 24 | 2.654,71 | 3.375,41 |
| 7 Lantai | 28 | 2.830,93 | 3.648,08 |

Grafik hubungan antara biaya dengan ketinggian terdapat pada gambar berikut ini.



Gambar 4 Hubungan antara Biaya dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*.

Setelah didapatkan perbandingan antara waktu dengan ketinggian dan biaya dengan ketinggian, maka diperoleh perbandingan antara waktu dan biaya pada transfer material baik menggunakan *material hoist* dan *manual material handling* pada ketinggian yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 12 Biaya dan Waktu Transfer Material dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

| Transfer material | Material hoist | | Manual Material Handling | |
|-------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Waktu jam/m ² | Biaya Rp/m ² | Waktu jam/m ² | Biaya Rp/m ² |
| 1 lantai | 0,0165 | 1.816,13 | 0,0899 | 1.797,05 |
| 2 lantai | 0,0180 | 1.983,84 | 0,1154 | 2.307,29 |
| 3 lantai | 0,0195 | 2.151,56 | 0,1286 | 2.571,88 |
| 4 lantai | 0,0210 | 2.319,28 | 0,1419 | 2.837,21 |
| 5 lantai | 0,0226 | 2.486,99 | 0,1553 | 3.106,00 |
| 6 lantai | 0,0241 | 2.654,71 | 0,1688 | 3.375,41 |
| 7 lantai | 0,0257 | 2.830,93 | 0,1824 | 3.648,08 |

Selanjutnya, diperoleh grafik perbandingan antara biaya dengan waktu angkut *material hoist* dan *Manual Material Handling*.



Gambar 5 Hubungan antara Biaya dan Waktu Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Grafik menunjukkan transfer material menggunakan *material hoist* semakin banyak waktu yang dibutuhkan maka biaya transfer material juga semakin besar. Transfer material menggunakan *manual material handling* semakin banyak waktu yang dibutuhkan maka biaya transfer material juga semakin besar.

Hubungan antara Volume Pekerjaan dan Durasi terhadap Biaya Transfer Material Hoist

Dari tabel 6 Rekap Perbandingan Nilai Biaya dan Waktu Transfer antara *Material Hoist* dan *Manual Material Handling* dilihat bahwa *material hoist* (MH) lebih unggul pada semua waktu dan biaya kecuali pada siklus lantai 1-2. Pada tabel 6 menunjukkan biaya transfer material hoist lebih mahal daripada *manual material handling* pada siklus angkut lantai 1 ke lantai 2, dan *material hoist* lebih murah daripada *manual material handling* dimulai pada siklus lantai 1 ke lantai 3 dan seterusnya dengan ketinggian yang berbeda (semakin tinggi). Dari biaya transfer *material hoist* yang paling murah dan paling mahal terhadap *manual material handling* selanjutnya dianalisis kondisi *material hoist* dimana dapat berlaku sebaliknya. Kondisi yang berlaku sebaliknya ini adalah kondisi dimana pada siklus lantai 1 ke lantai 2 menjadi lebih murah pada transfer *material hoist* daripada MMH, dan kondisi pada siklus

lantai 1 dan 3 menjadi lebih mahal daripada MMH.

Volume pekerjaan keramik erat kaitannya dengan durasi penyelesaian pekerjaan. Dalam penelitian ini waktu transfer material per m² yang terlama adalah 0,0257 jam/m² (siklus pada lantai 8) dan produktivitas menurut SNI 28/PRT/M/2016 sebesar 1,2 m²/jam (0,84 jam/m²) memiliki perbandingan produktivitas transfer dan produktivitas pekerjaan keramik sebesar 1:32. Dari perbandingan tersebut menunjukkan bahwa transfer material memiliki pengaruh sangat kecil terhadap keterlambatan pekerjaan atau material keramik sudah ready sebelum pekerjaan di mulai. Namun dalam penelitian ini, peneliti tidak mengambil data tentang berapa tukang yang digunakan dalam pekerjaan keramik. Pada durasi penyelesaian pekerjaan peneliti tidak fokus kepada volume pekerjaan akan tetapi durasi (bulan) batas bawah dan batas atas penggunaan *material hoist* (sewa alat) karena panjang pendeknya durasi berpengaruh pada biaya transfer khususnya pada biaya alat. Maka dari itu, waktu transfer dihitung pengaruhnya pada durasi sewa alat *material hoist*. Durasi sewa alat *material hoist* berhubungan dengan biaya transfer material hoist yang menyebabkan tinggi rendahnya biaya jika dibandingkan dengan MMH. Durasi pekerjaan berpengaruh pada biaya transfer *material hoist* karena durasi menjadi pembagi atas biaya awal sewa alat.

Tabel 13 dan 14 secara berturut-turut menunjukkan durasi batas bawah (murah) pada siklus lantai 1 ke lantai 2, dan durasi batas atas (mahal) pada siklus lantai 1 ke lantai 3.

Tabel 13 Durasi Batas Bawah (Murah) Material Hoist siklus lantai 1 ke lantai 2

| Biaya Tetap Perbulan | Pengeluaran diawal sewa | Skenario Durasi Sewa Alat (Bulan) | Biaya Sewa Material Hoist (Rp/bulan) | Biaya Sewa Material Hoist (Rp/hari) | Biaya Sewa Material Hoist (Rp/jam) | Biaya Tenaga Kerja | Biaya Material Hoist (Rp/jam) | Waktu Transfer MH siklus lt 1 ke lt 2 (Jam/m ²) | Biaya Transfer Material Hoist (Rp/m ²) | Biaya Transfer Manual Material Handling (Rp/m ²) | Keterangan |
|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------------------|---|--|--|------------|
| 11.775.000,00 | 4.500.000,00 | 17 | 12.039.705,88 | 481.588,24 | 60.198,53 | | 110.198,53 | | 1.816,13 | | MAHAL |
| | | 25 | 11.955.000,00 | 478.200,00 | 59.775,00 | | 109.775,00 | | 1.809,15 | | MAHAL |
| | | 50 | 11.865.000,00 | 474.600,00 | 59.325,00 | | 109.325,00 | | 1.801,73 | | MAHAL |
| | | 75 | 11.835.000,00 | 473.400,00 | 59.175,00 | 50.000,00 | 109.175,00 | 0,0165 | 1.799,26 | 1.797,05 | MAHAL |
| | | 100 | 11.820.000,00 | 472.800,00 | 59.100,00 | | 109.100,00 | | 1.798,02 | | MAHAL |
| | | 125 | 11.811.000,00 | 472.440,00 | 59.055,00 | | 109.055,00 | | 1.797,28 | | MAHAL |
| | | 136 | 11.808.088,24 | 472.323,53 | 59.040,44 | | 109.040,44 | | 1.797,04 | | MURAH |

Tabel 14 Durasi Batas Atas (Mahal) Material Hoist siklus lantai 1 ke lantai 3

| Biaya Tetap Perbulan | Pengeluaran diawal sewa | Skenario Durasi Sewa Alat (Bulan) | Biaya Sewa Material Hoist (Rp/bulan) | Biaya Sewa Material Hoist (Rp/hari) | Biaya Sewa Material Hoist (Rp/jam) | Biaya Tenaga Kerja | Biaya Material Hoist (Rp/jam) | Waktu Transfer MH siklus lt 1 ke lt 2 (Jam/m ²) | Biaya Transfer Material Hoist (Rp/m ²) | Biaya Transfer Manual Material Handling (Rp/m ²) | Keterangan |
|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------------------|---|--|--|------------|
| 11.775.000,00 | 4.500.000,00 | 1 | 16.275.000,00 | 651.000,00 | 81.375,00 | | 131.375,00 | | 2.365,07 | | MAHAL |
| | | 2 | 14.025.000,00 | 561.000,00 | 70.125,00 | | 120.125,00 | | 2.162,54 | | MURAH |
| | | 3 | 13.275.000,00 | 531.000,00 | 66.375,00 | | 116.375,00 | | 2.095,04 | | MURAH |
| | | 5 | 12.675.000,00 | 507.000,00 | 63.375,00 | 50.000,00 | 113.375,00 | 0,0180 | 2.041,03 | 2.307,29 | MURAH |
| | | 9 | 12.275.000,00 | 491.000,00 | 61.375,00 | | 111.375,00 | | 2.005,02 | | MURAH |
| | | 13 | 12.121.153,85 | 484.846,15 | 60.605,77 | | 110.605,77 | | 1.991,18 | | MURAH |
| | | 15 | 12.075.000,00 | 483.000,00 | 60.375,00 | | 110.375,00 | | 1.987,02 | | MURAH |
| | | 17 | 12.039.705,88 | 481.588,24 | 60.198,53 | | 110.198,53 | | 1.983,84 | | MURAH |

Pada tabel 16 menunjukkan durasi 135 bulan pada siklus lantai 1-2 *material hoist* dikatakan murah, dan 135 bulan merupakan hasil perhitungan untuk mencari batas bawah atau berapa durasi menggunakan *material hoist* dapat dikatakan murah daripada *manual material handling*. akan tetapi sangat tidak mungkin terealisasi dilapangan, karena 135 bulan adalah ±12 tahun masa konstruksi atau dapat dikatakan tidak ada proyek yang dilaksanakan dalam waktu selama itu. Hubungan antara durasi dan biaya *material hoist* berturut-turut dapat dilihat pada grafik 10 dan grafik 11.



Gambar 6 Grafik hubungan antara durasi dan biaya material hoist dalam kondisi murah daripada MMH siklus lantai 1 ke lantai 2



Gambar 7 Grafik hubungan antara durasi dan biaya material hoist dalam kondisi mahal daripada MMH siklus lantai 1 ke lantai 3

KESIMPULAN

1. Waktu siklus transfer material keramik dan semen menggunakan *material hoist* memiliki waktu siklus yang lebih rendah dibandingkan *manual material handling*. *Material hoist* memiliki

peningkatan waktu siklus pada pengangkutan pasir. Semakin tinggi ketinggian transfer material maka produktivitas transfer material keramik, semen dan pasir menjadi semakin rendah pada tiap jenis transfer.

2. Waktu transfer material pekerjaan keramik per m² yang meliputi material keramik, semen dan pasir dengan menggunakan *material hoist* lebih rendah dibandingkan *manual material handling*. Semakin tinggi ketinggian transfer material maka waktu transfer material keramik, semen dan pasir menjadi semakin tinggi pada tiap jenis transfer.
3. Biaya transfer material pekerjaan keramik per m² yang meliputi material keramik, semen dan pasir dengan menggunakan *material hoist* lebih rendah dibandingkan *manual material handling*. Semakin tinggi ketinggian transfer material maka biaya transfer material keramik, semen dan pasir menjadi semakin tinggi pada tiap jenis transfer.
4. Pada siklus transfer lantai 1-3, transfer menggunakan *Material hoist* lebih efisien terhadap biaya dengan nilai biaya 1983,84 Rp/m² dibandingkan *manual material handling* dengan nilai biaya 2307,29 Rp/m² sehingga *Material Hoist* paling efektif digunakan untuk transfer material pada proyek bangunan tinggi atau dengan ketinggian lebih dari 8 m.
5. Pada siklus transfer lantai 1-2, transfer menggunakan *Manual Material Handling* lebih efisien terhadap biaya dengan nilai biaya 1797,05 Rp/m² dibandingkan manual *Material Hoist* dengan nilai biaya 1816,13 Rp/m² sehingga *Manual Material Handling* paling efektif digunakan untuk transfer material pada proyek bangunan rendah atau dengan ketinggian kurang dari 8 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Bambang Siswanto, K. D. (2018). *Penerapan Manajemen Material Pada Pada Proyek Konstruksi di Sumba (Studi Kasus di Kabupaten Sumba Tengah)*. Semarang: Universitas 17 Agustus 1945.
- Alkautsar, A. R. (2013). Sistem Informasi Manajemen Proyek Pada PT. Anugrah Pertiwi Kontrindo Palembang. *STMIK-MDP*, 1-8.
- Anugerah Utama, A. A. (2013). Perencanaan dan Pengendalian Material Pada Proyek Konstruksi Palu Grand Mall. *Infrastuktur*, 87-97.
- Apriyanga, A. (2010, Oktober 26). *Manual Material Handling (MMH)*. Retrieved from anapriyanga. blogspot.com: <http://anapriyanga.blogspot.com/2010/10/manual-material-handling-mmh.html>
- Area Teknik Sipil. (2019, April 1). *Mengenal Passengr Hoist (Alimak)*. Retrieved from Area Teknik Sipil: <http://area-tekniksipil.blogspot.com/2019/04/mengenal-passenger-hoist-alimak.html>
- Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum. (2007). Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan penutup lantai dan dinding untuk konstruksi. *SNI DT - 91- 0012 - 2007* (p. 6). Jakarta: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.
- Budiana, U. (2011, May 31). *Pemasangan Keramik*. Retrieved from Unang Budiana Blog's: <http://duniateknologidaninfrastruktur.blogspot.com/2011/05/pemasangan-keramik.html>
- G. Y. Malingkas, B. F. (2013). Pengaruh Penempatan Material Pada Proyek Konstruksi Terutama Pada Daerah Pesisir Pantai Studi Kasus; Proyek Pengaman Pantai Pulau Gangga Likupang. *Jurnal Sipil Statistik Vol. 1 No. 8*, 562-570.
- James Thoengsal, S. M. (2018, Desember 6). *Manajemen Logistik Material Konstruksi*. Retrieved from <http://jamesthoeingsal.blogspot.com:http://jamesthoeingsal.blogspot.com/p/manajemen-logistik-material-konstruksi.html>
- Lubis, M. R., & Syairudin, B. (2016). Perencanaan Proyek Konstruksi Pembangunan Pipa Gas Dengan Penerapan Metode Lean Construction Untuk Mereduksi Waste (Studi Kasus Proyek Pembangunan Pipa Gas Pertamina Porong - Grati). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXV*, 1-11.
- Margareta, S. (2013). *Hubungan Pelaksanaan Sistem Kearsipan dengan Efektivitas Pengambilan Keputusan Pimpinan*. Bandung: Univeristas Pendidikan Indonesia.
- Martono, W. (2007). *Sumber Daya Manusia Dalam Proyek Konstruksi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Misbah, S. M. (2014). *Material Konstruksi*. Padang: Institut Teknologi Padang.
- Nugroho, A. S. (2016). *e-Commerce; Teori dan Implementasi*. Yogyakarta: Ekuilibria.
- Nurdiansyah, H. F. (2019). *Analisis Pemilihan Alat Berat Material Hoist dan Mobile Crane Pada Pekerjaan Rangka Atap Baja Proyek Pembangunan Fakultas Hukum UII*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Nurwantoro. (2016, Februari 21). *Pasangger Hoist (Alimak)*. Retrieved from Dunia Thnik Blogspot: <http://dunia-tehnik.blogspot.com/2016/02/pas-angger-hoist-alimak.html>

- Perttula, P., Korhonen, P., Lehtela, J., Rasa, P.-L., Kitinoja, J.-P., Makimattila, S., & Leskinen, T. (2006). Improving the Safety and Efficiency of Materials Transfer at a Construction Site by Using an Elevator. *Journal of Construction Engineering and Management ASCE*, 836-843.
- Pia Perttula, P. K.-L.-P. (2006). Improving the Safety and Efficiency of Materials Transfer at a Construction Site by Using an Elevator. *Journal of Construction Engineering and Management ASCE*, 836-843.
- Pradana, F. (2020, Februari 19). *Material Handling (Penanganan Bahan)*. Retrieved from Pengangkutan: <https://fariedpradhana.wordpress.com/tag/pengangkutan/>
- Ridha, M. (2011). *Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower Crane dan Mobil Crane Pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Siswanto, A. B., Dewi, K., & Pawolung, E. B. (2018). *Penerapan Manajemen Material Pada Proyek Konstruksi di Sumba (Studi Kasus di Kabupaten Sumba Tengah)*. Semarang: Program Studi Teknis Sipil Universitas 17 Agustus 1945.
- Sitanggang, D. (2015, Maret 31). *Swa-Strategy*. Retrieved from Swa: <https://swa.co.id/swa/business-strategy/lima-sektor-prioritas-pembangunan-ekonomi>.
- Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga.
- Suratman. (2001). *Studi Kelayakan Proyek: Teknik dan Prosedur Penyusunan Laporan*. Yogyakarta: J & J Learning.
- Syaifullah. (2014). Studi Kelayakan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Pada Poltekes Kemenkes Riau dengan Menggunakan Metode Kelayakan TELOS. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri* Vol 11 No. 2, 200-211.
- Tanubrata, M. (2015). Bahan-bahan Konstruksi Dalam Konteks Teknik Sipil. *Jurnal Teknik Sipil*, 76-168.