

TESIS

**PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA PENGANGKUTAN
MATERIAL VERTIKAL ANTARA *MATERIAL HOIST* DAN
MANUAL HANDLING (STUDI KASUS PEKERJAAN
KERAMIK PADA PROYEK *MALIOBORO SUITE*)**

***(TIME AND COST COMPARISON ON VERTICAL MATERIAL
TRANSPORTATION BETWEEN MATERIAL HOIST AND MANUAL
HANDLING CASE STUDY CERAMIC WORK IN THE MALIOBORO
SUITE PROJECT)***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Magister Teknik Sipil**



ANJAR RAHARJO JUNIARWOKO

NIM: 15914028

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

**PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA PENGANGKUTAN
MATERIAL VERTIKAL ANTARA *MATERIAL HOIST* DAN
MANUAL HANDLING (STUDI KASUS PEKERJAAN
KERAMIK PADA PROYEK MALIOBORO SUITE)**

**(*TIME AND COST COMPARISON ON VERTICAL MATERIAL
TRANSPORTATION BETWEEN MATERIAL HOIST AND MANUAL
HANDLING CASE STUDY CERAMIC WORK IN THE MALIOBORO
SUITE PROJECT*)**

Disusun oleh:


NAMA : ANJAR RAHARJO JUNIARWOKO

NIM : 15914028



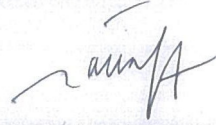
Albani Musyafa', ST., MT., Ph.D.

Dosen Pembimbing I


Tanggal: 10-10-2020

Ir. Faisol AM, MS.

Dosen Pembimbing II


Tanggal: 10-10-2020

**HALAMAN PENGESAHAN
TESIS**

**PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA PENGANGKUTAN
MATERIAL VERTIKAL ANTARA *MATERIAL HOIST* DAN
MANUAL HANDLING (STUDI KASUS PEKERJAAN
KERAMIK PADA PROYEK MALIOBORO SUITE)**

**(*TIME AND COST COMPARISON ON VERTICAL MATERIAL
TRANSPORTATION BETWEEN MATERIAL HOIST AND MANUAL
HANDLING CASE STUDY CERAMIC WORK IN THE MALIOBORO
SUITE PROJECT*)**

disusun oleh

NAMA : ANJAR RAHARJO JUNIARWOKO

NIM : 15914028

Telah diuji didepan Dewan Penguji
pada tanggal 25 Agustus 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dosen Penguji

(Albani Musyafa', ST., MT., Ph.D)

(Ir. Faisol AM., MS)

(Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D)

Yogyakarta, 13 Oktober 2020
Universitas Islam Indonesia

Ketua Program Studi Teknik Sipil Program Magister



(Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D)

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan ini saya menyatakan:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program "*Software*" *computer* yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak-benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 8 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan



Anjar Raharjo Juniarwoko
(15914028)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum wr.wb

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad, keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya, Karena keridhaan-Nya, penyusun dapat menyelesaikan penulisan Tesis ini dengan baik.

Laporan Tesis merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Dua (S2) pada Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam proses pengerjaan tesis ini, banyak pihak yang telah membantu, baik dalam bimbingan, pengumpulan data, diskusi dan bantuan secara moril. Berkenaan dengan hal tersebut maka penulis mengucapkan terima kasih kepada:

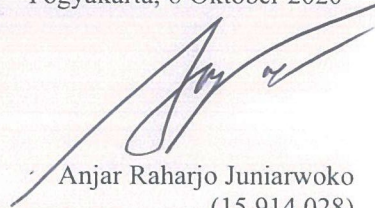
1. Bapak Albani Musyafa', ST., MT., Ph.D, selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran dan ketekunan dalam membimbing penulis dalam menyusun Tesis.
2. Bapak Ir. Faisol AM, MS, selaku Dosen pembimbing 2 Tesis.
3. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, ST, MT., Ph.D, selaku Dosen Penguji 1 Tesis sekaligus Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan dukungan dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT selalu melimpahkan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Penulis berharap semoga penelitian yang telah dilakukan dan disajikan dalam bentuk Tesis ini dapat memberikan sedikit kontribusi bagi dunia Teknik Sipil Indonesia dan dapat bermanfaat untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Wassalamu'alaikum wr. wb

Yogyakarta, 8 Oktober 2020



Anjar Raharjo Juniawoko
(15.914.028)



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
ABSTRAK	xxii
<i>ABSTRACT</i>	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN PENELITIAN	4
1.5 MANFAAT PENELITIAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA	5
2.1.1 Penerapan Manajemen Material di Proyek Konstruksi	5
2.1.2 Penempatan Material Pada Proyek Konstruksi	6
2.1.3 Transfer Material di Lokasi Konstruksi	6
2.1.4 Perbandingan biaya dan waktu tower crane	7

2.2 PERBEDAAN PENELITIAN DENGAN PENELITIAN SEBELUMNYA	8
2.3 KEASLIAN PENELITIAN	11
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 TINJAUAN UMUM	12
3.2 PROYEK KONSTRUKSI	12
3.3 MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI	12
3.4 FUNGSI MANAJEMEN KONSTRUKSI	13
3.5 SUMBER DAYA MANUSIA DALAM PROYEK	14
3.6 PERSOALAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI	16
3.7 MANAJEMEN MATERIAL	16
3.8 MATERIAL KONSTRUKSI	17
3.9 MATERIAL KERAMIK	19
3.10 KONSEP BIAYA DALAM PROYEK KONSTRUKSI	20
3.10.1 Biaya Proyek	20
3.10.2 Biaya Peralatan	21
3.11 KONSEP WAKTU	22
3.12 KETERLAMBATAN PROYEK	23
3.13 SIKLUS TRANSFER MATERIAL	24
3.14 PIHAK YANG TERLIBAT DALAM TRANSFER MATERIAL	25
3.15 TRANSFER MATERIAL PADA BANGUNAN GEDUNG	25
3.16 METODE TRANSFER MATERIAL PADA PROYEK	28
3.16.1 <i>Manual Material Handling</i> (Tenaga Manusia)	28
3.16.2 <i>Trucks</i>	32
3.16.3 <i>Cranes</i>	33
3.16.4 <i>Hoists</i>	34
3.16.5 <i>Lift / Elevator</i>	37

3.17	PENGGUNAAN ALAT MEKANIS DALAM <i>MATERIAL HANDLING</i>	38
3.17.1	Pemilihan Alat	38
3.17.2	Sumber Peralatan	39
3.18	PENGGUNAAN <i>MATERIAL HOIST</i> PADA PROYEK KONSTRUKSI	39
3.18.1	Komponen <i>Material Hoist</i>	40
3.18.2	Kapasitas Alat	41
3.18.3	Mekanisme Kerja	41
3.18.4	Faktor – faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat	42
3.19	FAKTOR RISIKO <i>MATERIAL HANDLING</i>	44
3.20	PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS	45
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		46
4.1	TINJAUAN UMUM	46
4.2	JENIS PENELITIAN	47
4.3	SUBJEK DAN OBJEK PENELITIAN	47
4.4	DATA PENELITIAN	47
4.5	ALAT YANG DIGUNAKAN	49
4.6	TAHAPAN PENELITIAN	49
4.7	BAGAN ALIR PENELITIAN	52
BAB V ANALISIS		54
5.1	GAMBARAN UMUM	54
5.1.1	<i>Material Hoist</i>	55
5.1.2	<i>Manual Material Handling</i>	55
5.1.2	Lokasi Transfer Material	55
5.2	ANALISIS DATA HASIL PENELITIAN	57
5.2.1	<i>Material Hoist</i>	57
5.2.2	<i>Manual Material Handling (MMH)</i>	59

5.2.3 Material Keramik 60x60	60
5.2.4 Material Semen	60
5.2.4 Material Pasir	60
5.3 <i>MATERIAL HOIST</i> PADA TRANSFER KERAMIK	61
5.3.1 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 1 Lantai	61
5.3.2 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 2 Lantai	63
5.3.3 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 3 Lantai	64
5.3.4 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 4 Lantai	65
5.3.5 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 5 Lantai	66
5.3.6 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 6 Lantai	67
5.3.7 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 7 Lantai	68
5.4 <i>MATERIAL HOIST</i> PADA TRANSFER SEMEN	69
5.4.1 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 1 Lantai	69
5.4.2 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 2 Lantai	70
5.4.3 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 3 Lantai	71
5.4.4 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 4 Lantai	72
5.4.5 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 5 Lantai	73
5.4.6 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 6 Lantai	74
5.4.7 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 7 Lantai	75
5.5 <i>MATERIAL HOIST</i> PADA TRANSFER PASIR	76
5.5.1 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 1 Lantai	76
5.5.2 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 2 Lantai	77
5.5.3 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 3 Lantai	78
5.5.4 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 4 Lantai	79
5.5.5 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 5 Lantai	80
5.5.6 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 6 Lantai	81

5.5.7 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 7 Lantai	82
5.6 <i>MANUAL MATERIAL HANDLING</i> PADA TRANSFER KERAMIK	83
5.6.1 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 1 Lantai	84
5.6.2 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 2 Lantai	85
5.6.3 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 3 Lantai	86
5.6.4 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 4 Lantai	87
5.6.5 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 5 Lantai	88
5.6.6 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 6 Lantai	89
5.6.7 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 7 Lantai	90
5.7 <i>MANUAL MATERIAL HANDLING</i> PADA TRANSFER SEMEN	91
5.7.1 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 1 Lantai	91
5.7.2 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 2 Lantai	92
5.7.3 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 3 Lantai	93
5.7.4 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 4 Lantai	94
5.7.5 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 5 Lantai	95
5.7.6 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 6 Lantai	96
5.7.7 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 7 Lantai	97
5.8 <i>MANUAL MATERIAL HANDLING</i> PADA TRANSFER PASIR	98
5.8.1 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 1 Lantai	98
5.8.2 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 2 Lantai	99
5.8.3 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 3 Lantai	100
5.8.4 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 4 Lantai	101
5.8.5 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 5 Lantai	103
5.8.6 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 6 Lantai	104
5.8.7 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 7 Lantai	105
5.9 PERHITUNGAN WAKTU TRANSFER PEKERJAAN KERAMIK 1 M ²	106

5.9.1. Waktu Transfer Material Hoist untuk Pekerjaan Keramik 1 m ²	106
5.9.2. Waktu Transfer <i>Manual Material Handling</i> Pekerjaan Keramik 1 m ²	107
5.10 PERHITUNGAN BIAYA TRANSFER MATERIAL	107
5.10.1 Biaya Transfer <i>Material Hoist</i>	107
5.10.2 Biaya Transfer <i>Manual Material Handling</i>	110
5.11 PRODUKTIVITAS, WAKTU, DAN BIAYA TRANSFER	112
5.11.1 Rekapitulasi Produktivitas, Waktu, Dan Biaya Transfer <i>Material Hoist</i>	112
5.11.2 Rekapitulasi Produktivitas, Waktu, Dan Biaya Transfer <i>MMH</i>	114
5.12 PERBANDINGAN NILAI BIAYA DAN WAKTU TRANSFER	116
5.12.1 Rekap Perbandingan Transfer <i>Material Hoist</i> terhadap Ketinggian	117
5.12.2 Rekap Perbandingan Transfer <i>MMH</i> terhadap Ketinggian	117
5.12.3 Rekap Perbandingan Transfer Antara <i>MH</i> dan <i>MMH</i>	118
BAB VI PEMBAHASAN	119
6.1 SELISIH WAKTU DAN BIAYA TIAP LANTAI DAN JENIS TRANSFER	119
6.2 HUBUNGAN ANTARA WAKTU DAN KETINGGIAN	123
6.3 HUBUNGAN ANTARA BIAYA DAN KETINGGIAN	124
6.4 HUBUNGAN ANTARA BIAYA DAN WAKTU	126
6.5 HUBUNGAN PRODUKTIVITAS TRANSFER MATERIAL KERAMIK	127
6.6 HUBUNGAN PRODUKTIVITAS TRANSFER MATERIAL SEMEN	128
6.7 HUBUNGAN PRODUKTIVITAS TRANSFER MATERIAL PASIR	130
6.8 KELEBIHAN DAN KEKURANGAN MH DAN MMH	131
6.9 BIAYA TRANSFER MATERIAL DALAM AHSP SNI	131
6.10 HUBUNGAN ANTARA VOLUME PEKERJAAN DAN DURASI TERHADAP BIAYA TRANSFER <i>MATERIAL HOIST</i>	137
6.11 RISIKO <i>MANUAL HANDLING</i> DARI FAKTOR ERGONOMI	141
6.12 KENAIKAN WAKTU SIKLUS <i>MATERIAL HOIST</i> PADA PENGANGKUTAN MATERIAL PASIR	142

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	143
7.1 KESIMPULAN	143
7.2 SARAN	144
DAFTAR PUSTAKA	145
LAMPIRAN	148



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Form lembar pengumpulan data siklus	50
Tabel 5. 1 Data Anggota Kelompok Kerja.....	54
Tabel 5. 2 Data Harga Satuan Orang/hari	54
Tabel 5. 3 Spesifikasi <i>Materials Hoist</i>	55
Tabel 5. 4 Spesifikasi Tenaga <i>Manual Material Handling</i>	55
Tabel 5. 5 Waktu Siklus Transfer Keramik 60x60 Lantai 1 ke Lantai 2 dengan <i>Material Hoist</i>	62
Tabel 5. 6 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 3 dengan <i>Material Hoist</i>	63
Tabel 5. 7 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 4 dengan <i>Material Hoist</i>	64
Tabel 5. 8 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 5 dengan <i>Material Hoist</i>	65
Tabel 5. 9 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 6 dengan <i>Material Hoist</i>	66
Tabel 5. 10 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 7 dengan <i>Material Hoist</i>	67
Tabel 5. 11 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 8 dengan <i>Material Hoist</i>	68
Tabel 5. 12 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 2 dengan <i>Material Hoist</i>	69
Tabel 5. 13 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 3 dengan <i>Material Hoist</i>	70
Tabel 5. 14 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 4 dengan <i>Material Hoist</i>	71
Tabel 5. 15 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 5 dengan <i>Material Hoist</i>	72
Tabel 5. 16 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 6 dengan <i>Material Hoist</i>	73
Tabel 5. 17 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 7 dengan <i>Material Hoist</i>	74
Tabel 5. 18 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 8 dengan <i>Material Hoist</i>	75

Tabel 5. 19 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 2 dengan <i>Material Hoist</i> .	76
Tabel 5. 20 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 3 dengan <i>Material Hoist</i> .	77
Tabel 5. 21 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 4 dengan <i>Material Hoist</i> .	78
Tabel 5. 22 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 5 dengan <i>Material Hoist</i> .	79
Tabel 5. 23 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 6 dengan <i>Material Hoist</i> .	80
Tabel 5. 24 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 7 dengan <i>Material Hoist</i> .	81
Tabel 5. 25 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 8 dengan <i>Material Hoist</i> .	82
Tabel 5. 26 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 2 dengan Manual <i>Material Handling</i>	84
Tabel 5. 27 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 3 dengan Manual <i>Material Handling</i>	85
Tabel 5. 28 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 4 dengan Manual <i>Material Handling</i>	86
Tabel 5. 29 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 5 dengan Manual <i>Material Handling</i>	87
Tabel 5. 30 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 6 dengan Manual <i>Material Handling</i>	88
Tabel 5. 31 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 7 dengan Manual <i>Material Handling</i>	89
Tabel 5. 32 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 8 dengan Manual <i>Material Handling</i>	90
Tabel 5. 33 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 2 dengan Manual <i>Material Handling</i>	91
Tabel 5. 34 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 3 dengan Manual <i>Material Handling</i>	92
Tabel 5. 35 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 4 dengan Manual <i>Material Handling</i>	93
Tabel 5. 36 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 5 dengan Manual <i>Material Handling</i>	94
Tabel 5. 37 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 6 dengan Manual <i>Material Handling</i>	95

Tabel 5. 38 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 7 dengan Manual <i>Material Handling</i>	96
Tabel 5. 39 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 8 dengan Manual <i>Material Handling</i>	97
Tabel 5. 40 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 2 dengan Manual <i>Material Handling</i>	98
Tabel 5. 41 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 3 dengan Manual <i>Material Handling</i>	99
Tabel 5. 42 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 4 dengan Manual <i>Material Handling</i>	100
Tabel 5. 43 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 5 dengan Manual <i>Material Handling</i>	102
Tabel 5. 44 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 6 dengan Manual <i>Material Handling</i>	103
Tabel 5. 45 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 7 dengan Manual <i>Material Handling</i>	104
Tabel 5. 46 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 8 dengan Manual <i>Material Handling</i>	105
Tabel 5. 47 Memasang 1m ² lantai ubin teralux marmer ukuran (60 x 60) cm.....	106
Tabel 5. 48 Waktu Transfer dengan <i>Material Hoist</i> dalam memenuhi Kebutuhan Material Pekerjaan Keramik 1 m ²	107
Tabel 5. 49 Waktu Transfer dengan <i>Manual Material Handling</i> dalam memenuhi Kebutuhan Material Pekerjaan Keramik 1 m ²	107
Tabel 5. 50 Perhitungan Biaya Alat <i>Material Hoist</i>	108
Tabel 5. 51 Perhitungan Biaya Alat <i>Material Hoist</i> per bulan.....	108
Tabel 5. 52 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja <i>Material Hoist</i>	109
Tabel 5. 53 Perhitungan Biaya Transfer <i>Material Hoist</i>	109
Tabel 5. 54 Biaya Transfer dengan <i>Material Hoist</i> dalam memenuhi Kebutuhan Material Pekerjaan Keramik 1 m ²	110
Tabel 5. 55 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja <i>Manual Material Handling</i>	111
Tabel 5. 56 Perhitungan Biaya Transfer <i>Manual Material Handling</i>	111

Tabel 5. 57 Biaya Transfer dengan <i>Manual Material Handling</i> dalam memenuhi Kebutuhan Material Pekerjaan Keramik 1 m ²	112
Tabel 5. 58 Rekap Produksi, Waktu dan Biaya Transfer <i>Material Hoist</i>	112
Tabel 5. 59 Rekap Produksi, Waktu dan Biaya Transfer Manual <i>Material Handling</i> .	114
Tabel 5. 59 Rekap Produksi, Waktu dan Biaya Transfer Manual <i>Material Handling</i> .	115
Tabel 5. 60 Rekap Perbandingan dan Selisih Nilai Biaya dan Waktu Transfer <i>Material Hoist</i>	117
Tabel 5. 61 Rekap Perbandingan dan Selisih Nilai Biaya dan Waktu Transfer <i>Manual Material Handling</i>	117
Tabel 5. 62 Rekap Perbandingan dan Selisih Nilai Biaya Dan Waktu Transfer Antara <i>Material Hoist</i> Dan <i>Manual Material Handling</i>	118
Tabel 6. 1 Selisih Biaya dan Waktu Transfer <i>Material Hoist</i>	119
Tabel 6. 2 Selisih Biaya dan Waktu Transfer Manual <i>Material Handling</i>	120
Tabel 6. 3 Perubahan waktu dan biaya MMH skema tanpa pindah jalur tangga	123
Tabel 6. 4 Waktu dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	123
Tabel 6. 5 Biaya dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	125
Tabel 6. 6 Biaya dan Waktu Transfer Material dengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	126
Tabel 6. 7 Produktivitas Transfer Material Keramik dengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	127
Tabel 6. 8 Produktivitas Transfer Material Semen dengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	129
Tabel 6. 9 Produktivitas Transfer Material Pasir dengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	130
Tabel 6. 10 Harga Satuan Pemasangan 1m ² keramik granite ukuran 60 x 60 cm.....	132
Tabel 6. 11 Harga Satuan Pemasangan 1m ² keramik <i>granite</i> ukuran 60 x 60 cm (Angkutan Material menggunakan <i>material hoist</i>)	134
Tabel 6. 12 Persentase kenaikan biaya transfer material dengan <i>material hoist</i>	134

Tabel 6. 13 Harga Satuan Pemasangan 1m ² keramik <i>granite</i> ukuran 60 x 60 cm (Angkutan Material menggunakan <i>manual material handling</i>).....	135
Tabel 6. 14 Persentase kenaikan biaya transfer material dengan <i>material hoist</i>	136
Tabel 6. 15 Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan Keramik 1 m ² per lantai menurut SNI, dengan penambahan <i>material hoist</i> , dan <i>manual handling</i>	136
Tabel 6. 16 Durasi Batas Bawah (Murah) <i>Material Hoist</i> siklus lantai 1 ke lantai 2...	139
Tabel 6. 17 Durasi Batas Atas (Mahal) <i>Material Hoist</i> siklus lantai 1 ke lantai 3.....	139



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Perangkat logistik di lokasi konstruksi:	26
Gambar 3. 2 Kegiatan <i>Lifting/Lowering</i>	29
Gambar 3. 3 Kegiatan <i>Push/Pull</i>	29
Gambar 3. 4 Kegiatan <i>Twisting</i>	29
Gambar 3. 5 Kegiatan <i>Carrying</i>	29
Gambar 3. 6 Kegiatan <i> Holding</i>	30
Gambar 3. 7 <i>Hand Truck</i>	33
Gambar 3. 8 <i>Forklift Truck</i>	33
Gambar 3. 9 <i>Dump Truck</i>	33
Gambar 3. 10 <i>Tower Crane</i>	34
Gambar 3. 11 <i>Passenger Hoist</i>	35
Gambar 3. 12 <i>Material Hoist</i>	35
Gambar 3. 13 <i>Manual Hoist Chain</i>	36
Gambar 3. 14 <i>Electric Hoist type (Wire Rope Hoist)</i>	36
Gambar 3. 15 Katrol Manual	37
Gambar 3. 16 Lift Penumpang yang digunakan untuk pengangkutan selama masa konstruksi	38
Gambar 3. 17 <i>Material Hoist</i>	40
Gambar 3. 18 Komponen <i>Material Hoist</i>	40
Gambar 3. 19 <i>Motor Electric Material Hoist</i>	41
Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian	52
Gambar 5. 1 Tinggi vertikal transfer material dari lantai 1 ke lantai 8.....	56

Gambar 5. 2 Gambaran umum area transfer material pada lantai 1	56
Gambar 5. 3 Gambaran umum area transfer material pada lantai 2,3,4,5,6,7,8	57
Gambar 5. 4 Siklus Transfer Material dengan <i>Material Hoist</i> Proyek <i>Malioboro Suite</i>	58
Gambar 5. 5 Siklus Transfer Material dengan <i>Manual Material Handling</i> Proyek <i>Malioboro Suite</i>	60
Gambar 6. 1 Posisi Tangga Akses Vertikal MMH Pada Lantai 2	121
Gambar 6. 2 Hubungan antara Waktu dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	124
Gambar 6. 3 Hubungan antara Biaya dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	125
Gambar 6. 4 Hubungan antara Biaya dan Waktu Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	127
Gambar 6. 5 Grafik Perbandingan Produktivitas Transfer Material Keramik dengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	128
Gambar 6. 6 Grafik Perbandingan Produktivitas Transfer Material Semendengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	129
Gambar 6. 7 Grafik Perbandingan Produktivitas Transfer Material Pasir dengan Menggunakan <i>Material Hoist</i> dan <i>Manual Material Handling</i>	130
Gambar 6. 8 Grafik hubungan antara durasi dan biaya <i>material hoist</i> dalam kondisi murah daripada MMH siklus lantai 1 ke lantai 2	140
Gambar 6. 9 Grafik hubungan antara durasi dan biaya <i>material hoist</i> dalam kondisi mahal daripada MMH siklus lantai 1 ke lantai 3.....	141
Gambar 6. 10 Proses Mengangkat (Lifting) dan Membawa (Carrying) oleh Pekerja..	141

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L-1. 1 Spesifikasi Material Hoist N. Meden	148
Gambar L-1. 2 Rangka Jalur Material Hoist Sampai Ketinggian \pm 39 m	149
Gambar L-1. 3 Bucket Material Hoist Memuat Material Keramik 60x60	149
Gambar L-1. 4 Bucket Material Hoist Memuat Material Keramik 60x60	150
Gambar L-1. 5 Bucket Material Hoist Memuat Material Semen @40Kg	150
Gambar L-1. 6 Transfer Material dengan Manual Material Handling Melewati Tangga	151
Gambar L-1. 7 Manual Material Handling Angkut Material Keramik	151
Gambar L-1. 8 Manual Material Handling Angkut Material Semen	152
Gambar L-1. 9. Manual Material Handling Angkut Material Pasir	152
Gambar L-1. 10 Ember Penampung Pasir Saat Transfer Material	153
Gambar L-1. 11 Material Keramik 60x60	153
Gambar L-1. 12 Material Semen @40kg	154
Gambar L-1. 13 Material Pasir	154
Gambar L-1. 14 Area Muat Material Lantai 1 (<i>Groundfloor</i>)	155
Gambar L-1. 15 Area Bongkar Material Lantai 2,3,4,5,6,7, dan 8	155
Gambar L-1. 16 Foto Pengambilan Data dengan Stopwatch	156
Gambar L-1. 17 Foto Penulis Saat Pengambilan Data di Proyek Hotel Malioboro Suite	156

ABSTRAK

Dalam mendorong pembangunan nasional khususnya dari sektor pariwisata, Yogyakarta menjadi salah satu destinasi wisata terbesar di Indonesia. Sektor jasa konstruksi diperlukan guna memenuhi tuntutan kebutuhan pembangunan pada sektor pariwisata. Hotel Malioboro Suite menjadi jawaban atas kebutuhan tempat tinggal sementara bagi wisatawan. Hotel Malioboro Suite terletak di jalan pasar kembang no.29 Yogyakarta dengan luas lahan $\pm 1500 \text{ m}^2$ dan sisa lahan 10% atau $\pm 150 \text{ m}^2$ dengan lebar ± 5 meter dan panjang ± 30 meter membuat penggunaan sistem transfer material seperti *material hoist* dan *manual material handling* (MMH) dipilih dalam pelaksanaannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya pelaksanaan sistem transfer material secara vertikal menggunakan *material hoist* dan *manual material handling* pada pekerjaan pemasangan keramik. Penelitian ini mengamati transfer material dalam pendistribusian material secara vertikal pekerjaan keramik meliputi material keramik, semen, dan pasir pada tiap lantai. Pengukuran produktivitas siklus antara *material hoist* dan *manual material handling* dengan menggunakan *stopwatch* (studi waktu). Waktu siklus yang diamati antara lain 1) waktu muat, 2) waktu angkut, 3) waktu bongkar, 4) waktu kembali, dan 5) Waktu tunggu. Pengumpulan data sekunder meliputi spesifikasi alat (*material hoist*), biaya alat, biaya tenaga kerja, dan jumlah tenaga kerja yang melakukan aktivitas transfer material dari masing-masing jenis transfer. Setelah data siklus, spesifikasi alat, dan jumlah tenaga kerja di dapatkan maka dapat dihitung produktivitas, waktu dan biaya transfer dalam 1 x waktu siklus, dan biaya angkut dalam pelaksanaan pekerjaan pemasangan keramik dalam meter persegi (m^2). Hasil penelitian menunjukkan waktu siklus *material hoist* lebih rendah dari MMH kecuali pada angkutan material pasir karena waktu bongkar dan muat pasir pada material hoist lebih lama akibat volume yang besar. Hasil penelitian yang lain juga menunjukkan waktu dan biaya dalam pemenuhan 1 m^2 material pekerjaan keramik meliputi keramik 60x60, semen, dan pasir lebih rendah daripada *manual material handling*. *Manual material handling* akan cukup efektif dan efisien digunakan untuk transfer material apabila proyek tidak memerlukan waktu yang cukup lama serta proyek mempunyai ketinggian yang rendah kurang dari 8 m atau bangunan 2 lantai.

Kata kunci: Transfer Vertikal, *Material Hoist*, MMH, Biaya Angkut

ABSTRACT

In encouraging national development, especially in the tourism sector, Yogyakarta is one of the biggest tourist destinations in Indonesia. The construction service sector is needed to meet the demands of development needs in the tourism sector. Malioboro Suite Hotel is the answer to the needs of temporary accommodation for tourists. Malioboro Suite Hotel is located on the Pasar Kembang st. no. 29 Yogyakarta with an area of $\pm 1500 \text{ m}^2$ and the remaining 10% or $\pm 150 \text{ m}^2$ with a width of ± 5 meters and a length of ± 30 meters making use of material transfer systems such as material hoists and manual material handling (MMH) selected in implementation. The purpose of this study was to determine the cost of implementing a material transfer system vertically using material hoists and manual material handling in ceramic installation work. This study examines the material transfer in the vertical distribution of ceramic materials including ceramic, cement and sand material on each floor. Measurement of cycle productivity between material hoist and material handling manual by using a stopwatch (time study). Observed cycle times include 1) loading time, 2) hauling time, 3) dumping time, 4) return time, and 5) spotting time). Secondary data collection includes the specifications of the equipment (material hoist), equipment costs, labor costs, and the number of workers who carry out material transfer activities for each type of transfer. After the cycle data, equipment specifications, and the number of workers are obtained, it can be calculated productivity, time and transfer costs in 1 cycle time, and transport costs in the implementation of ceramic installation work in square meters (m^2). The results showed the cycle time of hoist material was lower than MMH except for the transportation of sand material because the loading and unloading time of sand on the hoist material was longer due to the large volume. Other research results also show the time and cost to fulfill 1 m^2 of ceramic work materials including 60x60 ceramics, cement, and sand are lower than manual material handling. Manual material handling will be quite effective and efficient to be used for material transfer if the project does not require a long time and the project has a low height of less than 8 m or a 2-story building.

Keywords: Vertical Transfer, Material Hoist, MMH, Transportation Costs

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 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.

Sektor jasa konstruksi diperlukan guna mendorong terlaksananya prasarana dengan cepat dan terukur guna memenuhi tuntutan kebutuhan pembangunan pada sektor pariwisata. Kontraktor selaku pelaksana pembangunan dituntut untuk menyelesaikan proyek konstruksi dengan efektif dan efisien agar pembangunan dapat dilakukan sebagai pemenuhan tujuan proyek.

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. Pembangunan secara vertikal merupakan solusi dalam memenuhi kebutuhan yang besar akan tempat tinggal sementara bagi wisatawan di Yogyakarta.

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*). Manajer proyek konstruksi berusaha mencari tahu opsi terbaik dalam pemilihan jenis transfer material agar material terdistribusi dengan baik ke lokasi pekerjaan pada tiap-tiap lantai. 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. Alat mekanis angkutan vertikal seperti seperti *tower crane* dan *mobil crane* tidak memungkinkan dilaksanakan pada proyek ini karena membutuhkan ruang yang relatif besar. Ruang yang besar ini diperlukan untuk pembuatan pondasi rangka alat angkut dan pengoperasian alat angkut. 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.

Seorang Manajer proyek berperan mengatur strategi dalam pelaksanaan pengerjaan proyek untuk mencapai tujuan proyek dari sisi biaya, mutu, dan waktu penyelesaian bangunan yang akan dikerjakan. Salah satu pekerjaan yang berperan besar dalam anggaran suatu proyek konstruksi adalah pekerjaan arsitektur.

Dalam pekerjaan arsitektur, penulis memiliki perhatian besar terhadap pekerjaan keramik. Keramik dari awal sangat populer dengan fungsinya sebagai material dekoratif. Sifat umum dan mudah dilihat secara fisik pada kebanyakan jenis keramik adalah brittle atau rapuh menyebabkan keramik mudah pecah. Dalam pelaksanaan pendistribusian material keramik secara vertikal, kegiatannya harus dilaksanakan dengan cermat agar kualitas keramik tetap terjaga. Perlu perhatian khusus yang disematkan kepada material keramik dalam pelaksanaan pengangkutan material ke lokasi pekerjaan agar sampai dengan baik dan efektif.

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. Suatu proyek konstruksi pasti dibatasi oleh biaya dan waktu karena proyek adalah sebuah aktivitas usaha yang cukup kompleks, dilakukan secara tidak rutin, memiliki jangka waktu, keterbatasan anggaran dan sumber daya serta memiliki standarisasi tersendiri atas produk yang di hasilkan. 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.

SNI No. 28/PRT/M/2016 tentang analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum menjadi acuan dalam menentukan biaya pekerjaan keramik. Material umum yang ada pada pekerjaan pemasangan keramik menurut SNI No. 28/PRT/M/2016 adalah material keramik, semen, dan pasir. Dalam SNI No. 28/PRT/M/2016 tidak menunjukkan perhitungan yang berkenaan tentang biaya alat angkut atau transfer material. Untuk itu diperlukan perhitungan analisa tentang biaya sistem transfer material yang ada pada Proyek Hotel Maloboro Suite yaitu dengan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa waktu yang dibutuhkan untuk siklus transfer material pekerjaan keramik per m² yang terjadi di lokasi konstruksi dengan menggunakan *material hoist* dan *manual handling*?
2. Bagaimana perbandingan waktu dan biaya pelaksanaan sistem transfer material pekerjaan keramik menggunakan *material hoist* dan *manual handling*?
3. Bagaimana keunggulan *material hoist* dan *manual handling* terhadap biaya dalam pelaksanaan transfer material secara vertikal pada transfer material pekerjaan keramik?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penulisan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk siklus transfer material pekerjaan keramik per m² yang terjadi di lokasi konstruksi dengan menggunakan *material hoist* dan *manual handling*.
2. Mengetahui perbandingan waktu dan biaya pelaksanaan sistem transfer material pekerjaan keramik menggunakan *material hoist* dan *manual handling*.

3. Mengetahui keunggulan *material hoist* dan *manual handling* terhadap biaya dalam pelaksanaan transfer material secara vertikal pada transfer material pekerjaan keramik.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Untuk membatasi penelitian supaya tidak keluar dari topik yang dibahas, maka diperlukan pembatasan dalam subbab ini, yaitu:

1. Proyek pembangunan yang diteliti adalah Proyek Hotel Malioboro *Suite* Jl. Pasar Kembang No. 29 Yogyakarta yang dikerjakan oleh PT. Tri Utama Putra Mataram.
2. Transfer material yang diteliti fokus pada proses pengangkutan material saat schedule pekerjaan pemasangan keramik.
3. Transfer material menggunakan *manual handling* dan *material hoist* bersifat simulasi dari lantai 1 (*groundfloor*) s/d lantai 8.
4. Tidak membahas rantai pasok konstruksi, dan di asumsikan material *ready stock* di gudang proyek atau lokasi bongkaran material di *groundfloor*.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang dapat diperoleh dari Tesis ini adalah membantu pengambilan keputusan bagi pihak Kontraktor, dan Manajemen Konstruksi untuk menentukan sistem transfer material mana yang paling optimal (dari sisi biaya dan waktu) dalam sistem transfer material di lokasi konstruksi khususnya bangunan bertingkat banyak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada BAB I telah disebutkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian serta manfaat penelitian. Pada penelitian ini dibutuhkan bahan pertimbangan dan bahan referensi, maka pada BAB II akan dipaparkan hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilaksanakan sekaligus menghindari duplikasi.

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk penelitian ini, maka dipaparkan hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan sekaligus menghindari duplikasi. Hasil penelitian yang pernah dilakukan sebagai berikut:

2.1.1 Penerapan Manajemen Material di Proyek Konstruksi

Penelitian yang dilakukan oleh Siswanto, dkk (2018) yang berjudul “Penerapan Manajemen Material pada Proyek Konstruksi di Sumba (Studi Kasus di Kabupaten Sumba Tengah)” muncul karena penerapan manajemen material yang baik dan tepat sangat berguna bagi kelancaran suatu proyek konstruksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor penghambat, dampak dan solusi terbaik masalah penerapan manajemen material di Kabupaten Sumba Tengah Selain itu mengetahui mutu manajemen konstruksi di daerah tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada perusahaan kontraktor di Kabupaten Sumba Tengah. Kemudian data dianalisis untuk mendapatkan nilai rata-rata (*mean*) dan nilai simpangan baku (*standar deviation*). Analisis yang digunakan adalah analisis rentang nilai rata-rata (*mean range analysis*), analisis pemeringkatan nilai rata-rata (*mean range analysis*) dan nilai regresi.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kendala utama dalam penerapan manajemen material di Kabupaten Sumba Tengah adalah letak geografis yang mengharuskan pendistribusian material mengandalkan transportasi laut yang berdampak pada waktu pengiriman menjadi lebih lama, selain itu sarana transportasi dan pemilihan pemasok material juga menjadi kendala dalam manajemen material di Kabupaten Sumba Tengah. Walaupun terdapat kendala-kendala tersebut namun

berdasarkan hasil pengolahan data dengan analisis rentang nilai rata-rata (*mean range analysis*) dapat dilihat bahwa penerapan manajemen material di Kabupaten Sumba Tengah sudah berjalan dengan baik.

Berdasarkan hasil penelitian nilai regresi diketahui: $Y = 1,827 - 0,135X_1 + 0,359X_2 + 0,296X_3$. Jika dengan berkurangnya kendala (X1), meningkatnya dampak (X2) dan solusi (X3), maka penerapan manajemen material akan jauh lebih baik. (Siswanto, 2018)

2.1.2 Penempatan Material Pada Proyek Konstruksi

Penelitian yang dilakukan oleh Malingkas, dkk (2013) yang berjudul “Pengaruh Penempatan Material Pada Proyek Konstruksi Terutama Pada Daerah Pesisir Pantai Studi Kasus: Proyek Pengaman Pantai Pulau Gangga Likupang” bertujuan untuk mencari seberapa besar pengaruh penempatan material dalam suatu lokasi proyek, dalam pengaruhnya terhadap waktu dan biaya konstruksi. Penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Bangunan Pengaman Pantai Pulau Gangga di Kabupaten Minahasa Utara.

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder yaitu dengan observasi, wawancara dan dokumen rencana schedule pelaksanaan proyek. Dari hasil analisis waktu pelaksanaan di dapat hasil, yaitu: lokasi A ke areal I; 97 hari kerja, 1384 jam kerja, lokasi A ke Areal II; 97 hari kerja, 1440 jam kerja, lokasi A ke areal III; 98hari kerja, 1488 jam kerja, lokasi B ke areal I; 98 hari kerja, 1328 jam kerja, lokasi B ke areal II;100 hari kerja, 1592 jam kerja, lokasi B ke areal III; 97 hari kerja, 1161 jam kerja. Penempatan material sangat berpengaruh pada waktu penyelesaian pekerjaan. (G. Y. Malingkas, 2013)

2.1.3 Transfer Material di Lokasi Konstruksi

Penelitian yang dilakukan oleh Perttula, dkk (2006) yang berjudul “*Improving the Safety and Efficiency of Materials Transfer at a Construction Site by Using an Elevator*” muncul karena perlunya peningkatan keamanan saat penanganan material logistik dilakukan seperti saat proses pemindahan, pengangkatan karena kecelakaan kerja di lokasi konstruksi sebagiannya adalah saat penanganan material. Tujuan dari penelitian yang di lakukan oleh Pia Perttula adalah untuk membandingkan (sistem) transfer bahan di lokasi konstruksi baik dengan membawa secara manual (membawa material melewati tangga oleh tenaga kerja) dan menggunakan lift. Penelitian

dilakukan di konstruksi rumah tinggal 10 lantai yang terletak di *Puteaux Republique*, Paris, Prancis. Konstruksi di mulai pada bulan juni 2002 dan selesai di bulan maret 2004.

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan metode eksperimental dan metode simulasi yang didasarkan pada perangkat lunak dengan menggunakan software MatSim dan metode analisis ergonomi dan keamanan dengan menggunakan SAFERtool. Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data perjalanan lift dan manual. Data di observasi selama periode waktu tertentu, termasuk waktu yang digunakan untuk tugas (pengangkutan material) yang berbeda, jarak transportasi dari titik muat ke titik bongkar (jarak vertikal dan horizontal). Program (*software*) MatSim digunakan untuk mencari efisiensi dalam rangka mencari tahu sistem mana (sistem lift dan manual) yang menghabiskan sebagian besar sumber daya, dan memprioritaskan alternatif yang mungkin berubah dalam transfer material. Program ini menghasilkan grafik; total jarak, volume produksi, total waktu, total gerakan, jarak rata-rata bergerak, rata-rata waktu bergerak oleh suatu beban, dan jarak intensitas. SAFERtool adalah metode analisis untuk menilai fitur keselamatan dan ergonomis dari sistem transportasi di lokasi konstruksi.

Hasil penelitian ini adalah risiko terhadap kesehatan dan keselamatan paling tinggi terjadi ketika mengangkat produk secara manual di lokasi konstruksi. Risiko berkurang ketika lift (vertikal) dan perangkat beroda (horizontal) digunakan. Peningkatan efisiensi berbanding terbalik dengan peningkatan risiko dan keselamatan kerja atas 2 sistem transfer tersebut. Waktu kerja yang dibutuhkan lift adalah 41% (lebih efisien) dari waktu kerja penanganan material secara manual. Ketika perangkat beroda digunakan, waktu transportasi berkurang menjadi 16%. (Perttula, et al., 2006)

2.1.4 Perbandingan biaya dan waktu tower crane

Penelitian yang dilakukan oleh Ridha (2011) yang berjudul “Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower Crane dan Mobil Crane Pada Proyek Rumah sakit Haji Surabaya” dilatarbelakangi oleh penggunaan peralatan berat yang akurat dapat mengoptimalkan biaya dan waktu dalam proyek konstruksi dan diperlukannya analisis terhadap pemakaian alat berat yang digunakan, sehingga dapat dihasilkan alternatif alat berat yang tepat untuk pembangunan suatu

proyek. Salah satu pekerjaan yang penting dalam pembangunan proyek adalah pekerjaan pembetonan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pemakaian alat berat yang paling efisien dari segi biaya dan waktu dengan menggunakan tower crane dan mobil crane.

Penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung IGD, Bedah Sentral dan Rawat Inap Maskin RSUD Haji Surabaya. Peralatan (alat berat) yang digunakan untuk pekerjaan struktur atau beton adalah *Tower Crane* (TC) dan *Concrete Pump* (CP), sedangkan *Mobile Crane* (MC) sendiri direncanakan sebagai pengganti tower crane dalam melaksanakan pekerjaan struktur. Metode penelitian ini menggunakan langkah perhitungan yang dibagi menjadi 2 tahap, yaitu perhitungan waktu pelaksanaan peralatan dan perhitungan biaya peralatan. Dalam menghitung waktu pelaksanaan langkah yang diambil adalah menghitung dan menentukan beban kerja alat, kapasitas dan produktivitasnya dari peralatan yang digunakan. Sedangkan dalam menentukan biaya pelaksanaan yang diperhitungkan adalah biaya sewa, biaya mobilisasi dan demobilisasi, biaya peralatan penunjang serta biaya operasi alat yang meliputi bahan bakar, pelumas, pemeliharaan, dan operator. Dari perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan alat dan ditinjau dari segi waktu dan biaya pelaksanaan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk pemakaian kombinasi *tower crane* dan *concrete pump* dalam pelaksanaan pekerjaan struktur atas adalah 533,84 jam dengan biaya Rp. 739.810.713,- sedangkan waktu yang diperlukan untuk pemakaian kombinasi *mobile crane* dan *Concrete pump* dengan selisih 161,33 jam dan biaya termurah adalah kombinasi *Mobile Crane* dengan selisih biaya Rp. 215.713.000,-. (Ridha, 2011)

2.2 PERBEDAAN PENELITIAN DENGAN PENELITIAN SEBELUMNYA

Berikut beberapa hal yang membedakan pada penelitian yang akan dilakukan terhadap penelitian terlebih dahulu yang pernah dilakukan pada tinjauan pustaka:

1. Siswanto (2018), Penerapan Manajemen Material pada Proyek Konstruksi di Sumba Studi Kasus di Kabupaten Sumba Tengah.

Perbedaan dengan penelitian ini adalah lingkup proyek yang di kerjakan. Pada penelitian Siswanto (2018) melakukan penelitian pada proyek konstruksi umum (jalam, dermaga, jembatan, gedung, dll) dengan mencangkup wilayah Kabupaten Sumba Tengah sedangkan pada penelitian ini akan dilakukan pada proyek pembangunan gedung Hotel di Yogyakarta. Jika pada penelitian tersebut menggunakan metode kuisisioner kepada perusahaan kontraktor di Kabupaten Sumba Tengah, maka pada penelitian yang akan dilakukan hanya menggunakan metode *time study* untuk membandingkan waktu yang diperlukan oleh sekelompok pekerja dan/atau alat untuk menyelesaikan satu siklus transfer material serta membandingkan biaya pengeluaran terhadap penerepan siklus transfer material menggunakan *material hoist* dan manual. (Agus Bambang Siswanto, 2018)

2. Malingkas (2013), Pengaruh Penempatan Material Pada Proyek Konstruksi Terutama Pada Daerah Pesisir Pantai Studi Kasus: Proyek Pengaman Pantai Pulau Gangga Likupang.

Perbedaan dengan penelitian ini adalah jenis proyek yang di kerjakan. Pada penelitian Malingkas (2013) melakukan penelitian pada proyek Pengaman Pantai Pulau Gangga Likupang, sedangkan pada penelitian ini akan dilakukan pada proyek pembangunan gedung Hotel di Yogyakarta. Jika pada penelitian tersebut menggunakan metode observasi, wawancara dan dokumen rencana schedhule pelaksanaan proyek, maka pada penelitian yang akan dilakukan hanya menggunakan metode *time study* untuk membandingkan waktu yang diperlukan oleh sekelompok pekerja dan/atau alat untuk menyelesaikan satu siklus transfer material serta membandingkan biaya pengeluaran terhadap penerepan siklus transfer material menggunakan *material hoist* dan manual. (G. Y. Malingkas, 2013)

3. Perttula (2006), *Improving the Safety and Efficiency of Materials Transfer at a Construction Site by Using an Elevator*.

Perbedaan dengan penelitian ini adalah jenis lokasi proyek (penelitian) yang di kerjakan. Pada penelitian Perttula (2006) melakukan penelitian pada proyek bangunan rumah tinggal 10 lantai yang terletak di *Puteaux Republique*, Paris, Prancis, sedangkan pada penelitian ini akan dilakukan pada proyek

pembangunan gedung Hotel di Yogyakarta. Jika pada penelitian tersebut menggunakan alat transfer material yaitu elevator (*lift* penumpang) , maka pada penelitian yang akan dilakukan meninjau sistem transfer material menggunakan alat material hoist. Jika pada penelitian tersebut menggunakan metode eksperimental dan metode simulasi yang didasarkan pada perangkat lunak dengan menggunakan software MatSim dan metode analisisergonomi dan keamanan dengan menggunakan SAFERtool, maka pada penelitian yang akan dilakukan hanya menggunakan metode *time study* untuk membandingkan waktu yang diperlukan oleh sekelompok pekerja dan/atau alat untuk menyelesaikan satu siklus transfer material serta membandingkan biaya pengeluaran terhadap penerapan siklus transfer material menggunakan *material hoist* dan manual. (Pia Perttula, 2006)

4. Ridha (2011), Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower Crane dan Mobil Crane Pada Proyek Rumah sakit Haji Surabaya.

Perbedaan dengan penelitian ini adalah pekerjaan yang ditinjau pada proyek konstruksi. Pada penelitian Ridha (2011) melakukan penelitian pada pekerjaan struktur atau beton, sedangkan pada penelitian ini akan dilakukan pada pekerjaan pemasangan keramik proyek pembangunan gedung Hotel di Yogyakarta. Jika pada penelitian tersebut menggunakan alat transfer material yaitu *Tower Crane* dan *Mobil Crane* , maka pada penelitian yang akan dilakukan meninjau sistem transfer material menggunakan alat *material hoist*. Jika pada penelitian tersebut menggunakan metode perhitungan waktu pelaksanaan peralatan dan perhitungan biaya peralatan, maka pada penelitian yang akan dilakukan hanya menggunakan metode *time study* untuk membandingkan waktu yang diperlukan oleh sekelompok pekerja dan/atau alat untuk menyelesaikan satu siklus transfer material serta membandingkan dampak biaya yang dihasilkan terhadap penerapan siklus transfer material menggunakan *material hoist* dan manual. (Ridha, 2011)

2.3 KEASLIAN PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan berbeda dengan penelitian terdahulu berdasarkan subjek dan objek penelitian. Keaslian penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan dan sesuai dengan asas-asas keilmuan yang harus dijunjung tinggi yaitu kejujuran, rasional, objektif serta terbuka. Hal ini merupakan implikasi etis dari menemukan kebenaran ilmiah sehingga dengan demikian penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya secara ilmiah, keilmuan, dan terbuka untuk kritisi yang sifatnya konstruktif (membangun).



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 TINJAUAN UMUM

Landasan teori merupakan bagian pembahasan tentang uraian pemecahan masalah yang akan ditemukan pemecahannya melalui pembahasan-pembahasan secara teoritis, dan mengacu pada masalah penelitian. Landasan teori dapat digambarkan dalam bentuk bagan atau persamaan matematika dan harus diberi penjelasan agar mudah memahaminya.

3.2 PROYEK KONSTRUKSI

Proyek adalah suatu aktifitas yang bertujuan untuk mewujudkan sebuah ide atau gagasan menjadi suatu kenyataan fisik. Bisa dikatakan bahwa proyek adalah proses mewujudkan sesuatu yang tidak ada menjadi ada dengan biaya tertentu dan dalam batas waktu tertentu. (Ridha, 2011)

Menurut Soeharto (1995), proyek memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Memiliki tujuan khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir.
- b. Jumlah biaya sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam mencapai tujuan.
- c. Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
- d. Non rutin, tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung. (Soeharto, 1995)

3.3 MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumberdaya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan. Proses yang dimaksudkan ialah mengerjakan sesuatu dengan pendekatan tenaga, keahlian, peralatan, dana, dan informasi.

Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hierarki (arus kegiatan) vertikal dan horisontal.

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)

3.4 FUNGSI MANAJEMEN KONSTRUKSI

Ada beberapa fungsi dari manajemen konstruksi, diantaranya adalah:

1. Sebagai *Quality Control* untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan
2. Sebagai sistem informasi yang baik untuk menganalisis performa di lapangan
3. Mengantisipasi terjadinya perubahan kondisi lapangan yang tidak pasti dan mengatasi kendala terbatasnya waktu pelaksanaan
4. Memantau prestasi dan kemajuan proyek yang telah dicapai, hal itu dilakukan dengan opname (laporan) harian, mingguan, dan bulanan

5. Hasil evaluasi dapat dijadikan tindakan pengambilan keputusan terhadap masalah-masalah yang terjadi di lapangan.

3.5 SUMBER DAYA MANUSIA DALAM PROYEK

Yang dimaksud sumber daya manusia dalam proyek menurut Soeharto (1995) adalah seluruh tenaga kerja yang dipergunakan sebagai masukan atau input pada suatu rangkaian kegiatan proyek untuk memperoleh hasil proyek yang telah ditetapkan. Pada proyek konstruksi terdapat banyak pihak yang terlibat didalamnya, seperti pemilik proyek, kontraktor, konsultan, sub kontraktor dan sebagainya yang masing-masing pihak memberikan peran yang cukup penting sesuai perannya masing-masing dan saling mendukung antar bagian tersebut. Hal ini dimungkinkan terjadi dikarenakan hasil akhir pekerjaan suatu konstruksi bergantung pada kinerja tenaga kerja pada tiap pekerjaan yang dikerjakannya dilapangan, walaupun tanpa mengesampingkan adanya faktor lain yang berpengaruh terhadap penyelesaian pekerjaan proyek konstruksi seperti peralatan yang digunakan, bahan pekerjaan konstruksi maupun yang lainnya.

Beberapa contoh tenaga kerja yang terlibat secara langsung dilapangan dalam pekerjaan proyek konstruksi dan memiliki peranan yang cukup dominan seperti:

1. *Project Manager*

Merupakan orang yang bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan proyek, *Project Manager* mengawasi semua tenaga kerja yang terlibat dalam proyek, baik yang berada di lapangan serta yang bertugas di kantor.

2. *Site Manager*

Merupakan staff ahli untuk mewakili pekerjaan kontraktor di lapangan dan memiliki wewenang penuh untuk mengambil tindakan-tindakan yang berkaitan dengan pelaksanaan semua pembangunan serta bertanggungjawab atas segala hal yang terjadi pada pekerjaan proyek konstruksi

3. *Site Engineer*

Site Engineer merupakan pembantu tugas manager proyek yang memiliki tugas dalam perencanaan teknis dan material yang meliputi menyediakan seluruh *shop drawing*, membuat perhitungan konstruksi yang diperlukan, menentukan spesifikasi data teknis bahan dan volume pekerjaan. Selain itu, juga membuat

metode pelaksanaan yang diperlukan oleh proyek dan waktu kerja yang diperlukan.

4. Administrasi atau Keuangan

Bagian ini merupakan bagian yang membantu *project manager* dalam menangani masalah administrasi atau keuangan. Tugasnya adalah mengatur administrasi proyek, mengurus keuangan proyek, mengurus upah tenaga kerja dan mengatur surat-surat yang diperlukan.

5. Logistik atau Gudang

Merupakan orang yang mengurus pengadaan barang, peralatan dan material untuk pelaksanaan proyek.

6. Kepala Pelaksana

Merupakan tenaga kerja yang mengkoordinir berbagai pekerjaan di lapangan dan bertanggungjawab kepada *site manager* atas kemajuan pelaksanaan pekerjaan. Tugas kepala pelaksana diantaranya mengkoordinir pelaksana dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan sehari-hari serta menetapkan jenis dan bagian-bagian pekerjaan untuk setiap mandor.

7. Pelaksana

Pelaksana merupakan orang yang membantu kepala pelaksana dalam mengerjakan pekerjaan fisik secara keseluruhan. Tugas pelaksana adalah menghitung volume pekerjaan, mengawasi pelaksanaan pekerjaan di lapangan dan bertanggung jawab kepada kepala pelaksana. Bagian inilah yang secara intens berinteraksi dengan tenaga kerja di lapangan dan secara langsung pula memberi instruksi atau komando pada tenaga kerja.

8. Mandor

Mandor ialah orang yang dapat mengatur pekerjaan tertentu sehingga ia dapat mendatangkan sejumlah tenaga kerja sesuai dengan kualifikasi yang diperlukan, seperti kelompok tukang kayu, besi dan sebagainya.

9. Kepala Tukang

Kepala Tukang merupakan tenaga terampil yang mempunyai dasar pengetahuan teknik sampai tingkat tertentu seperti membaca atau memahami gambar konstruksi, menghitung kebutuhan bahan, dan sebagainya.

10. Tukang

Tukang merupakan orang yang mempunyai keahlian dan keterampilan tertentu dalam pekerjaan yang disebabkan karena pengalaman dan kebiasaan, namun masih terbatas pada pekerjaan sederhana diantaranya adalah membuat bekisting, merakit tulangan, memplester dan lain-lain.

11. Pekerja atau Laden

Pekerja adalah orang yang tidak mempunyai keahlian sama sekali, hanya mengandalkan kemampuan fisik. Jenis pekerjaan yang dilaksanakan diantaranya adalah penggalian tanah, melayani dan mengangkut material. (Martono, 2007)

3.6 PERSOALAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

Ada beberapa persoalan manajemen proyek konstruksi, diantaranya adalah:

1. Pihak-pihak yang terlibat dalam proses konstruksi secara tidak langsung akan membentuk rantai pasok yang kompleks
2. Rantai pasok konstruksi merupakan hubungan berbagai pihak dalam suatu rangkaian proses konstruksi yang menghasilkan produk konstruksi
3. Keterlibatan berbagai pihak pada proses pelaksanaan konstruksi mengakibatkan seringkali ditemukan ketidakefisienan dan permasalahan di setiap tahapan proses konstruksi.
4. Ketidakefisienan tersebut antara lain:
 - a) Biaya konstruksi yang kian waktu kian meningkat dan melebihi anggaran
 - b) Durasi pelaksanaan konstruksi yang melebihi waktu yang ditargetkan,
 - c) Kualitas konstruksi yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diminta.
5. Pengelolaan rantai pasokan konstruksi yang kurang baik cenderung memiliki potensi untuk meningkatkan biaya proyek hingga 10%

3.7 MANAJEMEN MATERIAL

Manajemen material dapat didefinisikan sebagai suatu proses, merencanakan, melaksanakan, mengontrol, mengarahkan dan mengendalikan

kegiatan penggunaan material dengan efektif dan efisien dalam suatu kegiatan proyek konstruksi sehingga dengan ketetapan penggunaan material yang telah diperhitungkan sebelumnya. (Anugerah Utama, 2013)

Sistem manajemen material diperlukan untuk merencanakan dan mengendalikan mutu material, jumlah material dan penempatan peralatan yang tepat waktu, harga yang baik dan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan (Bell dan Stukhart, 1986). Manajemen material dapat juga didefinisikan sebagai suatu system yang mengkoordinasikan aktivitas-aktivitas untuk merencanakan dan mengawasi volume dan waktu terhadap pengadaan material melalui penerimaan/perolehan, perubahan bentuk dan perpindahan dari bahan mentah, bahan yang sedang dalam proses dan bahan jadi (Stonebraker, 1994)

Menurut Bel dan Strukhart (1986), pengaruh pemilihan sistem manajemen material yang baik dapat dilihat dari:

1. Naiknya nilai produktivitas, pekerja dapat merencanakan pekerjaan mereka, material dapat diperoleh saat dibutuhkan.
2. Mengurangi pemesanan yang berlebihan.
3. Meningkatkan kinerja pemasok material saat pengiriman, kualitas dan penghematan biaya
4. Mengurangi persediaan material di gudang, volume ruang gudang, pemindahan material, perawatan material, resiko kerusakan material, dan kerusakan material sebelum digunakan.

Pengalokasian material yang optimal tidak hanya menghemat biaya tetapi juga mempercepat waktu pelaksanaan. Dengan membuat jadwal penggunaan material (*material schedule*) dapat dilihat besarnya penggunaan material yang direncanakan berdasarkan pekerjaan konstruksi yang akan dilaksanakan. (Agus Bambang Siswanto, 2018)

3.8 MATERIAL KONSTRUKSI

Material konstruksi merupakan komponen biaya utama dalam proyek konstruksi. Hampir 60% dari biaya proyek konstruksi terdiri dari biaya material atau bahan. Efisiensi pemanfaatan dan pengelolaan aliran material rantai pasok

merupakan faktor penting untuk meningkatkan keuntungan perusahaan dan dapat menghindari keterlambatan proyek konstruksi.

Akibat perencanaan dan pengendalian aliran material yang tidak tepat akan berpengaruh sangat besar terhadap biaya proyek, waktu, dan kualitas. Perencanaan dan pengendalian aliran material yang baik akan meningkatkan produktivitas, keuntungan, dan mendukung penyelesaian proyek konstruksi tepat waktu.

Pada awalnya manusia hanya memanfaatkan apa yang ada di alam sebagai sarana dan prasarana ataupun infrastruktur dalam kehidupannya. Seperti halnya memanfaatkan gua sebagai tempat tinggal. Kemudian memanfaatkan apa yang ada di alam sebagai bahan-bahan untuk membuat infrastruktur seperti halnya batu, tanah dan kayu. Setelah ditemukan bahan-bahan tambang yang dapat digunakan untuk membuat alat atau benda yang menunjang sebuah bangunan seperti halnya barang logam dan mengolah bahan-bahan alam seperti mengolah batuan kapur, pasir dan tanah. Dalam perkembangannya, manusia membuat bahan-bahan bangunan dari hasil industri atau buatan manusia yang bahan-bahannya bakunya diambil dari alam. Adapun material yang digunakan dalam komponen konstruksi bangunan adalah sebagai berikut:

- a) Semen
- b) Kapur
- c) Pasir
- d) Kerikil
- e) Air
- f) Kayu
- g) Besi/logam lain (besi beton, plat baja, baja strip, aluminium)
- h) Fastener/ Pengikat (Sekrup, paku)
- i) Kawat
- j) Bata (Bata Merah, Batako, Bata Ringan)
- k) Kaca
- l) Marmer dan Granit
- m) Keramik
- n) *Vinyl*
- o) Karpet

- p) Triplek
- q) *Gypsum*
- r) Bahan material khusus, dll.

Setiap konsep pembangunan memiliki spesifikasi bahan material yang berbeda-beda, sesuai dengan kebutuhannya. Lokasi penggunaan bahan material mempengaruhi jenis dari bahan material itu sendiri. (Tanubrata, 2015)

Material merupakan komponen penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek diserap oleh material yang digunakan (Nugraha, 1985). Material konstruksi dalam sebuah proyek dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bahan yang kelak akan menjadi bagian tetap dari struktur (bahan permanen) dan bahan yang dibutuhkan kontraktor dalam membangun proyek. Tetapi tidak akan menjadi bagian tetap dari struktur (bahan sementara). (Ervianto, 2007)

3.9 MATERIAL KERAMIK

Material keramik biasa digunakan sebagai penutup lantai atau dinding ruangan, baik di dalam maupun luar bangunan. Keramik merupakan produk yang terbuat dari bahan galian an-organik non logam yang telah mengalami proses panas yang tinggi dan bahan jadinya mempunyai struktur kristalin dan non-kristalin atau campuran daripadanya. Material keramik juga dikategorikan material yang rapuh yang harus diperhatikan cara menanganinya. Menurut badannya klasifikasi keramik ada 3 jenis, yaitu:

1. Porselin

Jenis bahan padat atau berwarna, tembus cahaya dibuat dari bahan baku keramik tunggal atau campuran kaolin, kuarsa dan tanah liat plastik dengan atau tanpa bahan campuran lainnya.

2. *Stoneware*

Jenis bahan hamper padat tidak tembus cahaya, lebih gelap dari porselin, berwarna cerah dan dibuat dari bahan baku keramik tunggal atau campuran.

3. Gerabah keras

Bahan berpori keras tidak tembus cahaya, terbuat dari bahan baku keramik tunggal dan campuran.

Adapun keramik mempunyai persyaratan baku dimana tampak permukaan keramik tidak boleh menampakkan cacat-cacat sebagai berikut:

1. Ubin keramik berglasir
Badan membengkok, gelembung-gelembung, retak-retak, glasir lepas-lepas, lubang-lubang jarum pada permukaan glasir.
2. Ubin keramik tidak berglasir
Badan membengkok, gelembung-gelembung, retak-retak pecah, goresan pada bahan bekas lekatan dengan bahan lainnya.
3. Kesikuan
Sisi ubin yang berbentuk segi empat satu terhadap lainnya harus siku, penyimpangan kesikuan ubin tidak boleh lebih besar dari 0,5 mm setiap 100 mm diukur kekanan maupun kekiri.
4. Kelurusan Sisi
Sisi ubin harus lurus, sisi ubin dikatakan lurus apabila penyimpangan sisi dari garis lurus yang terbentuk oleh perhubungan dua buah titik sudut yang berturut-turut tidak melebihi ketentuan.
5. Kepadatan Permukaan
Untuk ubin yang datar permukaannya, jika ada pengukuran penyimpangan kedataran permukaan tidak boleh melebihi ketentuan yang berlaku.
6. Perubahan Bentuk Karena Puntiran
Untuk penyimpangan kedataran karena puntiran, sebuah titik sudut tidak boleh melengkung keatas atau kebawah, terhadap bidang yang terbentuk oleh tiga buah titik sudut lainnya.
7. Ketahanan terhadap gesekan (aus)
Kehilangan berat akibat gesekan. (Misbah, 2014)

3.10 KONSEP BIAYA DALAM PROYEK KONSTRUKSI

3.10.1 Biaya Proyek

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. Dengan adanya persaingan harga dalam suatu tender maka perlu adanya estimasi yang tepat dan akurat, dan harus dimulai sejak

pelaksanaan tender dimulai, sebab biaya yang disetujui dalam kontrak tidak dapat diubah tanpa adanya sebab yang tepat. Untuk itu diperlukan perhitungan analisa, dan pengalaman kerja yang banyak supaya tidak mengalami kerugian di kemudian hari.

Menurut Ervianto (2002), Biaya konstruksi dapat dibagi menjadi dua macam yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung, sebagai berikut:

1. Biaya langsung

Adalah biaya yang langsung berhubungan dengan konstruksi atau bangunan yang didapat dengan mengalihkan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan tersebut.

Biaya langsung terdiri atas:

- a. Biaya bahan bangunan
- b. Upah buruh
- c. Biaya peralatan

2. Biaya tak langsung

Adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi, tapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Biaya tak langsung meliputi:

Biaya langsung terdiri atas:

- a. Biaya *overhead*, adalah biaya untuk menjalankan suatu usaha di lapangan.
- b. Biaya tak terduga, adalah biaya untuk kejadian yang mungkin terjadi atau tidak terjadi.
- c. Keuntungan, adalah hasil jerih payah keahlian ditambah hasil dari faktor resiko.

3.10.2 Biaya Peralatan

Biaya peralatan meliputi biaya sewa alat, biaya mobilisasi dan demobilisasi, biaya *erection* (pasang), biaya *dismantle* (bongkar), biaya peralatan penunjang serta biaya pengoperasian alat, yaitu:

1. Penyewaan Alat

Dalam suatu proyek konstruksi penggunaan alat berat selain menggunakan alat milik pribadi dapat juga dengan penyewaan, yang dalam proses penetapan biaya penyewaan peralatan tersebut terdapat ketentuan-ketentuan yang telah dikeluarkan

Departemen Pekerjaan Umum. Biaya penyewa alat berat tersebut dihitung dalam biaya per jam. Biaya penyewaan alat bervariasi, tergantung dari jenis dan tipe alat yang akan disewa dan juga tergantung dari daerah mana alat itu disewa.

2. Pembelian bahan bakar

Jumlah bahan bakar rata-rata menggunakan bensin 0,06 galon per *horse-power* per jam, sedangkan solar 0,04 galon per horse power per jam. Nilai yang didapat kemudian dikalikan dengan faktor pengoperasian.

3. Pembelian pelumas

Jumlah minyak pelumas yang digunakan oleh mesin berubah-ubah terhadap ukuran mesin. Kebutuhan pelumas tiap jamnya berbanding lurus dengan kekuatannya

4. Biaya Operator

Biaya operator meliputi upah serta biaya ekstra untuk asuransi bila ada. Biaya operator perjam dapat dihitung dengan pendekatan rumus (Sulistiono, 1996).

5. Biaya perbaikan dan perawatan (termasuk pembelian suku cadang)

Biaya perbaikan ini merupakan biaya perbaikan dan perawatan alat sesuai dengan kondisi operasinya.

6. Mobilisasi dan Demobilisasi

Biaya mobilisasi dan demobilisasi merupakan biaya yang dikeluarkan pada saat mendatangkan peralatan ke tempat tujuan dan mengembalikan ke tempat asal peralatan.

3.11 KONSEP WAKTU

Perencanaan merupakan bagian terpenting untuk mencapai keberhasilan proyek konstruksi. Pengaruh perencanaan terhadap proyek konstruksi akan berdampak pada pendapatan dalam proyek itu sendiri. Proses perencanaan nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan kegiatan estimasi dan penjadwalan dan selanjutnya sebagai tolak ukur untuk pengendalian proyek. Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan serta menentukan waktu proyek dapat diselesaikan.

1. Penjadwalan dibutuhkan untuk membantu:

- a. Menunjukkan hubungan tiap kegiatan lainnya dan terhadap keseluruhan proyek.

- b. Mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan di antara kegiatan.
 - c. Menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk setiap kegiatan.
 - d. Membantu penggunaan tenaga kerja, uang dan sumber daya lainnya dengan cara hal-hal kritis pada proyek.
2. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam membuat jadwal pelaksanaan proyek:
- a. Kebutuhan dan fungsi proyek tersebut. Dengan selesainya proyek, diharapkan dapat dimanfaatkan sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan.
 - b. Keterkaitannya dengan proyek berikutnya ataupun kelanjutan dari proyek selanjutnya.
 - c. Alasan sosial politik lainnya, apabila proyek tersebut milik pemerintah.
 - d. Kondisi alam dan lokasi proyek.
 - e. Keterjangkauan lokasi proyek ditinjau dari fasilitas perhubungannya.
 - f. Ketersediaan dan keterkaitan sumber daya material, peralatan, dan material pelengkap lainnya yang menunjang terwujudnya proyek tersebut.
 - g. Kapasitas atau daya tampung area kerja proyek terhadap sumber daya yang dipergunakan selama operasional pelaksanaan berlangsung.
 - h. Produktivitas sumber daya, peralatan proyek dan tenaga kerja proyek, selama operasional berlangsung dengan referensi dan perhitungan yang memenuhi aturan teknis.
 - i. Cuaca, musim, dan gejala alam lainnya.
 - j. Referensi hari kerja efektif.

3.12 KETERLAMBATAN PROYEK

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Imansyah Lubis (2016), factor penyebab keterlambatan proyek berdasarkan tujuh pemborosan dengan nilai tertinggi adalah:

1. *Inappropriate Processing*, dalam mengerjakan aktivitasnya operator bekerja tanpa prosedur standar operasi.
2. *Excessive Transportation*, adanya proses perpindahan baik manusia atau material yang menyebabkan pemborosan waktu, tenaga, dan biaya.
3. *Waiting*, banyak kegiatan yang tertunda karena menunggu konfirmasi dari supplier yang berhubungan dengan pengadaan material.

Upaya perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan melancarkan system informasi antar perusahaan dengan pemasok serta aliran informasi antar divisi dalam perusahaan dan melakukan pengurangan waktu siklus untuk aktivitas-aktivitas yang dianggap sebagai pemborosan. (Lubis & Syairudin, 2016)

3.13 SIKLUS TRANSFER MATERIAL

Material konstruksi merupakan komponen biaya utama dalam proyek konstruksi. Hampir 60% dari biaya proyek konstruksi terdiri dari biaya material atau bahan. Efisien pemanfaatan dan pengelolaan aliran material merupakan faktor penting untuk meningkatkan keuntungan perusahaan dan dapat menghindari keterlambatan proyek konstruksi. Akibat perencanaan dan pengendalian aliran material yang tidak tepat akan berpengaruh sangat besar terhadap biaya proyek, waktu, dan kualitas. Perencanaan dan pengendalian aliran material yang baik akan meningkatkan produktivitas, keuntungan, dan mendukung penyelesaian proyek konstruksi tepat waktu.

Waktu siklus adalah kegiatan selama pemindahan material secara berulang. Unsur-unsur siklus waktu ada beberapa bagian antara lain:

- Loading Time* (LT) = Waktu Muat
- Hauling Time* (HT) = Waktu Angkut
- Dumping Time* (DT) = Waktu Bongkar
- Return Time* (RT) = Waktu Kembali
- Spotting Time* (ST) = Waktu Tunggu
- Cycle Time* (CT) = Waktu Siklus

$$CT = LT + HT + DT + RT + ST \quad (3.14-1)$$

Jumlah waktu dalam satu waktu yang dipakai pada operasi individual atau kombinasi dengan peralatan lain tiap satu siklus yang tergantung pada:

- a. Lintasan operasi
- b. Kecepatan pada berbagai gerakan
- c. Tinggi pengangkutan
- d. Kehilangan waktu untuk percepatan dan perlambatan
- e. Waktu menunggu
- f. Waktu yang dihabiskan untuk pindah posisi.

Data waktu siklus diambil diambil pada waktu pelaksanaan pekerjaan dimulai sampai dengan selesai dalam waktu efektif kerja. Mulai saat menunggu (memuat), mengangkat, memutar, menurunkan, memasang dan kembali ketempat memuat. Semua waktu dicatat dengan *stopwatch*.

3.14 PIHAK YANG TERLIBAT DALAM TRANSFER MATERIAL

Berbagai pihak yang terlibat berkontribusi pada proses transfer material dan ruang lingkup keterlibatan mereka harus jelas diatur dalam standar operasional prosedur (SOP) atau *job description* masing-masing pelaku dalam internal pelaksana konstruksi atau dalam hal ini kontraktor.

Pengelola material dalam hal ini bagian logistik harus menjaga komunikasi yang baik dengan pelaksana proyek agar tidak terjadi kesalahan dalam pemesanan material yang dibutuhkan.

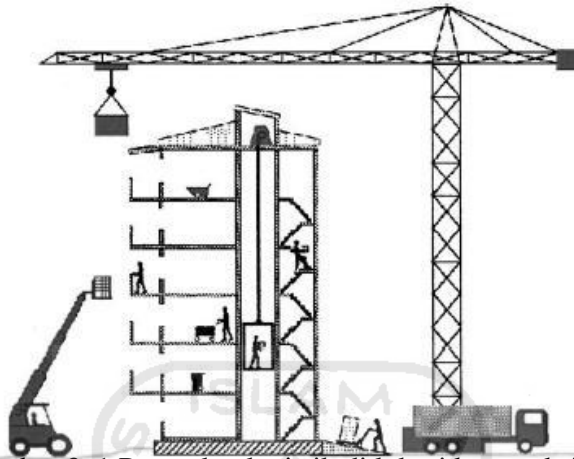
Pengalokasian material yang optimal tidak hanya menghemat biaya tetapi juga mempercepat waktu pelaksanaan Dengan membuat jadwal penggunaan material (*material schedule*) dapat dilihat besarnya penggunaan material yang direncanakan berdasarkan pekerjaan konstruksi yang akan dilaksanakan. (Agus Bambang Siswanto, 2018)

Dalam proyek konstruksi, sesuai dengan *job description* masing-masing pemangku jabatan dalam struktur pelaksana konstruksi, pihak yang terlibat terkait pemenuhan material atau pelaksanaan transportasi material adalah mandor, pelaksana lapangan, dan pihak logistik. Pihak logistik berperan dalam pengadaan, dan tersedianya material di proyek konstruksi sedangkan mandor dan pelaksana lapangan berkoordinasi untuk memastikan material sampai di lokasi pekerjaan sehingga produktivas tukang tidak terganggu. Transfer material biasanya diangkut oleh beberapa orang tenaga secara manual atau diangkut menggunakan alat dibantu oleh beberapa orang operator alat dan tenaga/laden.

3.15 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 3.1 mencontohkan beberapa metode yang paling umum.



Gambar 3. 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.

Berdasarkan klasifikasi di atas, penggunaan untuk pemindahan, pengangkatan, dan perangkat transportasi (material) adalah yang paling menguntungkan selama pekerjaan internal (*finishing*). Ini juga didukung oleh distribusi berat dan jenis material, serta jumlah unit pengepakan. Semakin banyak unit pengepakan dan jenis bahan yang dibutuhkan maka semakin menguntungkan dengan menggunakan alat mekanik seperti *lift* dan perangkat penanganan palet. (Pia Pertulla, 2006)

Pemindahan material merupakan bagian penting dari pekerjaan di lokasi konstruksi. Ketika suatu pekerjaan membutuhkan fokus perhatian juga pada kinerja sekunder (tugas serentak) lainnya, seperti penanganan material, kemungkinan kesalahan dalam kinerja tugas utama yang diminta (Cohen et al. 1985). Khususnya saat mentransfer material rapuh, orang mungkin lebih memperhatikan materi yang ditangani bukan lingkungan kerja.

Pemindahan material di lokasi konstruksi sering dilakukan secara manual di dalam gedung. Pemindahan material secara manual dapat meningkatkan risiko seperti terlalu banyak bekerja dan ketegangan (Perttula et al. 2003). Beban kerja pekerja konstruksi dapat diringankan dengan menggunakan alat bantu tangan, meskipun tidak selalu mengurangi beban pada otot (pekerja) (Sillanpää et al. 1999).

Penggunaan lift di lokasi konstruksi membuat penanganan material lebih efisien selama proses konstruksi. Produktivitas pekerjaan, fleksibilitas produksi, dan kondisi kerja dapat ditingkatkan dengan sistem penanganan material vertikal yang efisien. Untuk efisiensi logistik, beberapa faktor terkait dengan *material flow* harus dipertimbangkan: Pertama, untuk mencapai kondisi logistik yang optimal, kendala/kemacetan transportasi harus dideteksi. Dalam konstruksi bangunan bertingkat, pengangkutan personel dan barang mungkin menghadapi hambatan di lantai tertentu di pada jam tertentu dalam sehari, artinya pekerja harus mencurahkan bagian dari upaya kerja mereka untuk membawa material dan peralatan sebagai gantinya melakukan pekerjaan konstruksi yang sebenarnya seperti perakitan, instalasi, *finishing*, dll.

Lift adalah bagian penting dari rangkaian yang efektif dan aman untuk transfer bahan. Penggunaan sistem transportasi vertikal mengurangi memuat secara manual serta risiko kecelakaan jika dibandingkan dengan penanganan material secara manual. Pemakaian lift (jelas) melibatkan beberapa biaya tambahan untuk menginstal permanen elevator sudah dalam tahap konstruksi mis., melindungi lift dari debu dan kerusakan. Biaya pengoperasian lift ditentukan oleh biaya kontrak perawatan, perlindungan mobil dan pendaratan, dan mungkin biaya kebutuhan yang meningkat untuk suku cadang. Karena periode menggunakan lift tidak terbatas pada proses pembangunan, efisiensi biaya ditentukan oleh frekuensi intensitas (penggunaan transportasi vertikal). Semakin padat karya pekerjaan, semakin menguntungkan dengan penggunaan lift. Kita juga tahu bahwa menggunakan lift bukan tangga mengurangi risiko kecelakaan saat membawa material di suatu lokasi konstruksi. (Perttula, et al., 2006)

3.16 METODE TRANSFER MATERIAL PADA PROYEK

Transfer material dalam proyek konstruksi merupakan transportasi/bergeraknya material dari satu titik tertentu ke titik yang lain (biasanya dari gudang ke lokasi pekerjaan) yang dikerjakan oleh tenaga manusia dan/atau alat yang kegiatannya seperti mengangkat, mengangkat, memuat, dan memindahkan barang dengan tujuan pelaksanaan proses produksi yang dilakukan oleh tukang. Untuk memungkinkan proses produksi dapat berjalan dibutuhkan adanya kegiatan pemindahan material yang disebut material handling. Keberhasilan suatu proyek dapat diukur dari dua hal yaitu keuntungan yang didapat serta ketepatan waktu penyelesaian proyek (Soeharto, 1997). Pemilihan jenis transfer material/ metode transfer material yang tepat baik itu menggunakan tenaga manusia maupun alat memegang peranan yang sangat penting sebagai mulainya produktivitas tukang konstruksi.

3.16.1 *Manual Material Handling (Tenaga Manusia)*

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

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

Pemindahan bahan secara manual jika tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan kecelakaan kerja, yaitu kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan oleh beban angkat yang berlebihan. Aktivitas manual *material handling* merupakan sebuah aktivitas memindahkan beban oleh tubuh secara manual dalam rentang waktu tertentu. Berbeda dengan pendapat di atas menurut OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) mengklasifikasikan kegiatan manual *material handling* menjadi lima yaitu:

1. Mengangkat/menurunkan (*lifting/lowering*)

Mengangkat adalah kegiatan memindahkan barang ke tempat yang lebih tinggi yang masih dapat dijangkau oleh tangan. Kegiatan lainnya adalah menurunkan barang.



Gambar 3. 2 Kegiatan *Lifting/Lowering*

2. Mendorong/menarik (*Push/Pull*)

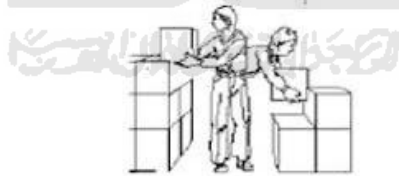
Kegiatan mendorong adalah kegiatan menekan berlawanan arah tubuh dengan usaha yang bertujuan untuk memindahkan objek. Kegiatan menarik kebalikan dengan itu.



Gambar 3. 3 Kegiatan *Push/Pull*

3. Memutar (*Twisting*)

Kegiatan memutar merupakan kegiatan MMH (*manual material handling*) yang merupakan gerakan memutar tubuh bagian atas ke satu atau dua sisi, sementara tubuh bagian bawah berada dalam posisi tetap. Kegiatan memutar ini dapat dilakukan dalam keadaan tubuh yang diam.



Gambar 3. 4 Kegiatan *Twisting*

4. Membawa (*Carrying*)

Kegiatan membawa merupakan kegiatan memegang atau mengambil barang dan memindahkannya. Berat benda menjadi berat total pekerja.



Gambar 3. 5 Kegiatan *Carrying*

5. Menahan (*Holding*)

Kegiatan memegang objek saat tubuh berada dalam posisi diam (*statis*).



Gambar 3. 6 Kegiatan *Holding*

Semua aktivitas *manual material handling* melibatkan factor-faktor sebagai berikut:

1. Karakteristik pekerja

Karakteristik pekerja masing-masing berbeda dan mempengaruhi jenis dan jumlah pekerjaan yang dapat dilakukan. Karakteristik pekerja terdiri dari:

- a. Fisik, yang meliputi ukuran pekerja secara umum seperti usia, jenis kelamin, antropometri, dan postur tubuh.
- b. Kemampuan sensorik, ukuran kemampuan sensorik pekerja yang meliputi penglihatan, pendengaran, kinestetik, sistem keseimbangan dan *proprioceptive*.
- c. Motorik, ukuran kemampuan motorik/gerak pekerja yang meliputi kekuatan, ketahanan, jangkauan, dan karakter kinematis.
- d. Psikomotorik, mengukur kemampuan pekerja menghadapi proses mental dan gerak seperti memproses informasi, waktu respon, dan koordinasi.
- e. Personal, ukuran nilai dan kepuasan pekerja dengan melihat tingkah laku, penerimaan resiko, persepsi kebutuhan ekonomi, dll.
- f. *Training*/pelatihan, ukuran kemampuan pendidikan pekerja dalam training formal atau keterampilan dalam menangani instruksi MMH.
- g. Status kesehatan
- h. Aktivitas dalam waktu luang

2. Karakteristik Material

Karakteristik material atau bahan, meliputi:

- a. Beban, ukuran berat benda, usaha yang dibutuhkan untuk mengangkat, maupun momen inersia benda.
 - b. Dimensi, atau ukuran benda seperti lebar, panjang, tebal, dan bentuk benda baik itu kotak, silinder, dll.
 - c. Distribusi beban, ukuran letak unit CG dengan reaksi pekerja untuk membawa dengan satu atau dua tangan.
 - d. Kopling, cara membawa benda oleh pekerja berkaitan dengan tekstur, permukaan, atau letak.
 - e. Stabilitas beban, ukuran konsistensi lokasi CM.
3. Karakteristik Tugas/Pekerjaan

Karakteristik tugas ini meliputi kondisi pekerjaan *manual material handling* yang akan dilakukan. Terdiri dari:

- a. Geometri tempat kerja, termasuk didalamnya jarak pergerakan, langkah yang harus ditempuh, dll.
 - b. Frekuensi, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan termasuk frekuensi pekerjaan yang dilakukan.
 - c. Kompleksitas pekerjaan, termasuk didalamnya ketepatan penempatan, tujuan aktivitas maupun komponen pendukungnya.
 - d. Lingkungan kerja, seperti suhu, pencahayaan, kebisingan, getaran, bau bauan, juga daya tarik kaki.
4. Sikap Kerja

Penanganan manual material handling juga melibatkan metode kerja atau sikap dalam menyelesaikan pekerjaan/tugas. Pengamatan meliputi pada:

- a. Individu, merupakan ukuran metode operasional, seperti kecepatan, ketepatan, cara/postur saat memindahkan.
- b. Organisasi, berkaitan dengan organisasi kerja seperti luas bangunan proyek, keberadaan tenaga medis/K3, maupun utilitas kerjasama tim.
- c. Administrasi, seperti sistem insentif untuk keselamatan kerja, kompensasi, rotasi kerja maupun pengendalian dan pelatihan keselamatan.

Aktivitas *manual material handling* banyak digunakan karena memiliki fleksibilitas yang tinggi, murah dan mudah diaplikasikan. Akan tetapi berdasar data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa aktivitas *manual material handling* juga diikuti dengan risiko apabila diterapkan pada kondisi lingkungan kerja kurang memadai, alat kurang mendukung, dan sikap kerja yang salah. Penelitian yang dilakukan NIOSH (NIOSH, 1981) memperlihatkan sebuah statistik yang menyatakan bahwa dua pertiga dari kecelakaan akibat tekanan berlebihan, berkaitan dengan aktivitas menaikkan barang (*lifting loads activity*). (Apriyanga, 2010)

3.16.2 Trucks

Trucks yang digerakkan tangan atau mesin dapat memindahkan material dengan berbagai macam jalur yang ada. Termasuk dalam kelompok *truck* antara lain, *forklift*, *trucks*, *fork truck*, *trailer trains*, *automated guided vehicles* (AGV), dan sebagainya. Adapun keuntungan dan kerugian menggunakan *Trucks* dalam kegiatan material handling diantaranya adalah sebagai berikut:

Keuntungan:

1. Perpindahan tidak menggunakan jalur yang tetap, oleh sebab itu dapat digunakan di mana-mana selama ruangan dapat untuk dimasuki *trucks*.
2. Mampu untuk *loading*, *unloading* dan mengangkat kecuali memindahkan material.
3. Karena gerakannya tidak terbatas, memungkinkan untuk melayani tempat yang berbeda.

Kerugian:

1. Tidak mampu menangani beban yang berat.
2. Mempunyai kapasitas yang terbatas setiap pengangkutan.
3. Memerlukan gang.
4. Sebagian besar *trucks* harus dijalankan oleh operator.
5. *Trucks* tidak bias melakukan tugas ganda.

Beberapa macam jenis *truck* pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. 7 *Hand Truck*



Gambar 3. 8 *Forklift Truck*



Gambar 3. 9 *Dump Truck*

3.16.3 *Cranes*

Cranes (derek) adalah peralatan di atas yang digunakan untuk memindahkan beban secara terputus-putus dengan area terbatas dan memiliki komponen *hoist* (kerek) didalamnya yang mempunyai fungsi mengangkat dan menurunkan suatu benda. Adapun keuntungan dan kerugian menggunakan *crane* dalam kegiatan *material handling* diantaranya adalah sebagai berikut:

Keuntungan:

1. Dimungkinkan untuk mengangkat dan memindahkan benda.
2. Keterkaitan dengan l rantai kerja/produksi sangat kecil.
3. Rantai kerja yang berguna untuk kerja dapat dihemat dengan memasang peralatan handling berupa *cranes*.

Kerugian:

1. Membutuhkan investasi yang besar.
2. Pelayanan terbatas pada area yang ada.

3. *Crane* hanya bergerak pada arah garis lurus dan tidak dapat dibuat berputar/belok
4. Pemakaian tidak dapat maksimal sesuai yang diinginkan karena *crane* hanya digunakan untuk periode waktu yang pendek setiap hari kerja.

Tipe *crane* dan *hoists* juga banyak macamnya. Tipe *cranes* terdiri dari: *jib crane*, *bridge crane*, *gantry crane*, *tower crane*, *stacker crane*, dan sebagainya. (Apriyanga, 2010)



Gambar 3. 10 *Tower Crane*

3.16.4 *Hoists*

Hoist memiliki peran penting dalam peralatan *material handling*. *Hoist* juga merupakan bagian dari *elevator* dan *crane* sebagai pengangkat dan penurun sesuatu atau sekelompok material. Menurut www.ilmusipil.com *hoist* merupakan alat bantu pada pelaksanaan proyek gedung bertingkat yang digunakan sebagai transportasi vertikal material dan tenaga kerja. Kadang dalam prakteknya orang dilapangan menyebut *hoist* dengan sebutan “Alimak”, padahal alimak hanyalah salah satu merek dari *passenger hoist* atau *material hoist*. *Material hoist* juga merupakan alat transportasi yang digunakan untuk mengangkut pekerja proyek dan bahan/ material kebutuhan lapangan, seperti bahan untuk pekerjaan struktur, arsitektur, MEP. Alimak memakai *system modular* dan konstruksinya sederhana, sehingga sangat praktis bongkar pasangannya. Prinsip kerjanya memakai *pinion* dan *rack*. Menurut di proyek *hoist* ada dua jenis nya yaitu:

1. *Passanger Hoist*

Menurut www.ilmusipil.com *Pasanger Hoist* adalah alat yang fungsinya sama dengan *pasangger lift* yaitu untuk mengangkut orang ataupun barang yang kebanyakan dipakai di area luar gedung baik itu *mining* ataupun *construction*.

Alat transportasi ini sangat digemari oleh para pekerja proyek dikarenakan alat inilah yang membantu para pekerja sampai ke lantai atas. *Passenger Hoist* banyak digunakan pada proyek bangunan bertingkat tinggi. Biasanya *passenger hoist* ini terdapat dua kabin hal ini dimaksudkan apabila terdapat kerusakan pada salah satu kabin sedang dalam *maintenance* atau perbaikan secara berkala maka tidak akan terjadi terhambatnya suatu pekerjaan. *Passenger Hoist* yang memiliki dua kabin ini memiliki kapasitas 1,3 ton atau bias mengangkut 18 orang dan memiliki operator didalam kabin untuk menggerakannya. *Passenger Hoist* akan terus mengikuti ketinggian gedung yang sedang dibangun sampai dengan lantai atap untuk itu agar posisi *passenger hoist* tetap stabil maka diperlukan sabuk pengaman pada mast section. Alat tersebut bisa dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3. 11 *Passenger Hoist*

2. *Materials Hoist*

Menurut www.alimak.com *Material Hoist* ini biasanya hanya digunakan untuk mengangkut barang saja atau material di proyek dikarenakan ukuran nya yang kecil dengan kapasitas 800kg biasanya digunakan di proyek – proyek gedung yang relatif sedang, tetapi sistem nya sama dengan alimak yang lain yang mengangkut secara vertikal. Alat tersebut bisa dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 *Material Hoist*

Kapasitas *material hoist* tergantung dari beberapa faktor diantaranya adalah kapasitas material yang akan diangkut. Tipe *hoist* ada juga sistem tunggal tanpa sangkar seperti *manual hoist* (chain hoist) dan *electric hoist* (wire rope hoist).



Gambar 3. 13 *Manual Hoist Chain*



Gambar 3. 14 *Electric Hoist type (Wire Rope Hoist)*

Katrol hampir sama prinsipnya dengan hoist, katrol adalah salah satu jenis pesawat sederhana yang tujuan penggunaannya ialah untuk memudahkan pekerjaan manusia. Sistem kerja katrol adalah bagian utama katrol terdiri dari roda kecil berputar pada porosnya dan juga mempunyai alur tertentu disepanjang sisinya yang nantinya akan dililitkan tali, kabel, atau rantai untuk menarik dan mengangkat beban-ban yang berat ataupun untuk mengubah arah tenaga. Tali, kabel, atau ranti tersebut dikaitkan ke suatu beban, dan ujung lainnya ditarik oleh kuasa sehingga menjadikan roda katrol akan berputar.



Gambar 3. 15 Katrol Manual

3.16.5 Lift / Elevator

Elevator merupakan kelompok mesin yang bekerja secara periodik untuk mengangkut muatan pada jalur pandu tertentu yang salah satu komponen pentingnya adalah *hoist*. Secara umum *lift/elevator* dilihat dari pemakaian muatan dapat digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu:

1. Lift Penumpang (*Passenger Elevator*)
2. Lift Barang (*Freight Elevator*)
3. Lift Pelayan (*Dumb Waiter*, lift barang berukuran kecil)

Perbedaan antara lift barang dan lift passanger:

1. Lift barang memiliki ukuran kabin yang lebih luas dari pada lift penumpang. Ini di maksudkan agar dapat menampung barang dengan dimensi yg lebih besar, tapi tidak melebihi batas angkut lift.
2. Ukuran satuan beban maksimal biasanya dalam Kg. Sedangkan lift orang biasanya menggunakan satuan person
3. Tingkat *safety* lift barang yg lebih rendah. Sebagai contoh biasanya *safety block* lift barang menggunakan pegas sedangkan lift penumpang menggunakan *hidraulic*. *Safety block* adalah alat yg di pasang pada dasar ruang luncur, sebagai safety terakhir untuk menahan kabin saat kabin terjatuh.
4. Lift barang biasanya memiliki konstruksi dan kontrol lebih sederhana.

Biasanya lift digunakan saat bangunan siap dibangun. Di beberapa negara seperti Finlandia, Swedia, dan Inggris peningkatan lift (jumlah terpasang) dan penggunaannya adalah sebelumnya pada saat fase *finishing interior*. Penggunaan lift selama konstruksi telah menjadi praktik yang jelas di bangunan bertingkat

banyak dengan lebih dari 25–30 lantai. Di gedung-gedung tinggi tujuan utama penggunaan lift selama konstruksi adalah untuk mengangkut penumpang.

Ukuran dan kapasitas muat lift sedang paling umum digunakan pada bangunan tempat tinggal yang tuntutannya transportasi dalam fase *finishing*. Jika pemasangan lift dimulai tepat setelah lubang (*shaft*) siap, waktu penggunaan lift di lapangan sekitar 2-4 bulan. Ssatu perjalanan lift dimulai ketika lift dipanggil (tombol panggilan ditekan) dan berakhir ketika lift pintu ditutup di lantai tujuan yang dijalankan oleh seorang operator yang berada dalam lift tersebut. Penggunaan elevator di lokasi membuat penanganan material lebih efisien selama proses konstruksi, dan liftnya juga (harus) dalam kondisi baik setelah masa konstruksi karena lift digunakan untuk operasional gedung pasca konstruksi. (Perttula, et al., 2006)



Gambar 3. 16 Lift Penumpang yang digunakan untuk pengangkutan selama masa konstruksi

3.17 PENGGUNAAN ALAT MEKANIS DALAM *MATERIAL HANDLING*

3.17.1 Pemilihan Alat

Menurut Benjamin (1991), pemilihan peralatan untuk suatu proyek harus sesuai dengan kondisi lapangan, agar dapat berproduksi seoptimal dan seefisien mungkin. Faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu:

1. Spesifikasi alat disesuaikan dengan jenis pekerjaannya, seperti pemindahan tanah, penggalian, produksi agregat, penempatan beton.
2. Syarat-syarat kerja serta rencana kerja yang tertulis dalam kontrak.
3. Kondisi lapangan, seperti keadaan tanah, keterbatasan lahan.

4. Letak daerah/lokasi, meliputi keadaan cuaca, temperatur, angin, ketinggian, sumber daya.
5. Jadwal rencana pelaksanaan yang digunakan.
6. Keberadaan alat untuk dikombinasikan dengan alat yang lain.
7. Pergerakan dari peralatan, meliputi mobilisasi dan demobilisasi.
8. Kemampuan satu alat untuk mengerjakan bermacam-macam pekerjaan.

3.17.2 Sumber Peralatan

Dalam pelaksanaan pembangunannya, suatu proyek dapat memperoleh peralatan dengan jalan menyewa maupun membeli. Pada kondisi tertentu, pembelian peralatan akan menguntungkan secara finansial, sedangkan pada kondisi yang lain akan lebih ekonomis dan efisien untuk menyewanya. Terdapat tiga alternatif dalam kepemilikan alat, yaitu:

1. Membeli alat konstruksi, umumnya untuk peralatan dengan pemakaian yang rutin sehingga dengan membeli alat maka biaya penggunaan alat per jamnya akan lebih rendah.
2. Menyewa peralatan konstruksi (biasanya dengan perjanjian leasing). Umumnya untuk peralatan konstruksi yang hanya digunakan untuk pekerjaan dengan waktu relatif singkat. Dengan menyewa biaya penggunaan alat per jamnya akan lebih tinggi tetapi resiko terhadap kontraktor lebih rendah.
3. Menyewa peralatan konstruksi dan merencanakan akan membelinya kelak. Umumnya disebabkan kondisi keuangan yang kurang memungkinkan untuk membeli peralatan. Tetapi diharapkan bila kondisi keuangan dimasa mendatang diperkirakan membaik, maka alternatif pembelian dapat dilakukan. (Ridha, 2011)

3.18 PENGGUNAAN MATERIAL HOIST PADA PROYEK KONSTRUKSI

Menurut www.alimak.com *Material Hoist* ini biasanya hanya digunakan untuk mengangkut barang saja atau material di proyek dikarenakan ukurannya yang kecil dengan kapasitas 800kg biasanya digunakan di proyek –proyek gedung yang relatif sedang, tetapi sistemnya sama dengan alimak yang lain yang mengangkut secara vertikal. Alat tersebut bisa dilihat pada gambar 3.17.



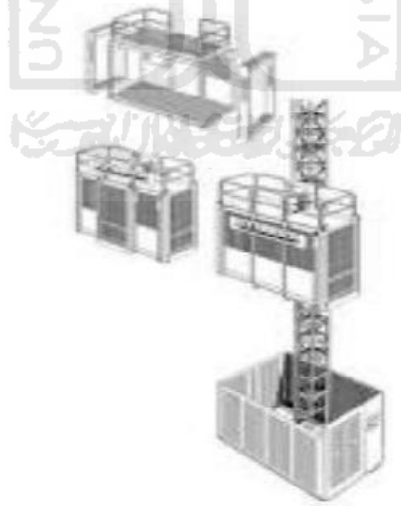
Gambar 3. 17 Material Hoist

3.18.1 Komponen *Material Hoist*

Secara umum komponen utama *Material Hoist* terdiri dari:

1. *Section*

Pada bagian bawah *section* terdapat rangka *section* yang sekaligus menjadi rangka dari *bucket material hoist*. Sebelum pemasangan rangka *section material hoist*, dibuat terlebih dahulu lantai kerja datar (pondasi beton) yang di dalamnya sudah tertanam angkur *bolt* untuk memasang rangka dari *material hoist*. (Nurwantoro, 2016)



Gambar 3. 18 Komponen *Material Hoist*
(Sumber: Dunia Teknik Blogspot, 2016)

2. Keranjang/ *bucket*

Keranjang / *bucket material hoist* terdiri dari keranjang beserta puli, *motor electric* beserta *gear, panel electric, centrifugal break*, dan *limit switch* sebagai *safety device*.



Gambar 3. 19 *Motor Electric Material Hoist*
(Sumber: Dunia Teknik Blogspot, 2016)

3.18.2 Kapasitas Alat

Kapasitas *material hoist* tergantung dari beberapa faktor diantaranya adalah kapasitas material yang akan diangkut. Oleh karena itu berat material yang diangkut sebaiknya sebagai berikut :

1. Untuk alimak 2 kabin *passenger hoist* memiliki 90% dari kapasitas alat.
2. Untuk alimak 1 kabin lift barang memiliki 75% dari kapasitas alat.

Sedangkan faktor luar yang harus diperhatikan dalam menentukan kapasitas alat adalah berikut ini:

1. Ayunan angin terhadap alat.
2. Ayunan beban pada saat dipindahkan.
3. Kecepatan pengangkutan material.
4. Pengereman mesin dalam pergerakannya

3.18.3 Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja alimak hanya dua saja terdiri dari:

1. Mekanisme angkat

Mekanisme yang digunakan untuk mengangkat beban.

2. Mekanisme turun

Mekanisme yang digunakan untuk menurunkan atau kembali ke tempat asal.

Jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan disebut waktu siklus. Waktu siklus ini memberikan informasi yang digunakan sebagai dasar perhitungan produksi alat berat. Secara rinci waktu siklus tersebut terdiri dari:

a. Waktu menunggu (*delay time*)

Adalah waktu yang diperlukan untuk mengaitkan/mengikat material ke kabin. Pada proses tersebut membutuhkan tenaga kerja sampai material siap diangkat. Pada saat ini *Material Hoist* berhenti bergerak menunggu material yang siap untuk diangkat.

b. Waktu mengangkat

Adalah waktu yang diperlukan untuk mengangkat material pada ketinggian yang ditentukan.

c. Waktu menurunkan

Adalah waktu yang diperlukan untuk menumpah material atau melepaskan ikatan pada kait yang dibantu oleh tenaga kerja.

d. Waktu kembali lagi

Adalah waktu yang diperlukan untuk kembali setelah melepaskan atau memindahkan material kemudian kembali ke tempat memuat material yang baru.

3.18.4 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat

Menurut Rostiyanti (2008), dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas alat berat pada kenyataannya di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktivitas perjam alat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standar alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Menurut Rostiyanti (2008) faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas ada beberapa hal yaitu:

1. Jenis Material.

a. Berat Material

Berat material adalah sifat fisik yang memiliki satuan berat sesuai dengan jenis material. Berat material sangat berpengaruh terhadap kemampuan operasi alat.

b. Bentuk Material

Bentuk material ada 3 macam yaitu, padat, cair dan padat cair. Bentuk material ini mempengaruhi saat pelaksanaan dilapangan supaya kondisi material tetap stabil, seperti pada saat memuat, mengangkat, dan memutar.

2. Keterampilan operator pemakai alat

Keterampilan operator ini akan mempengaruhi waktu siklus alat berat yang dapat diukur dari jumlah jam operator mengoperasikan alat.

3. Pemilihan dan pemeliharaan alat,

Dalam pemilihan dan pemeliharaan alat ini perlu mempertimbangkan beberapa aspek terutama biaya. Pemilihan alat berat ini berkaitan dengan metode pelaksanaan nanti dilapangan, sedangkan pemeliharaan alat berkaitan dengan kondisi alat berat yang dapat mempengaruhi produktivitas alat berat.

4. Perencanaan pengaturan letak alat,

Kondisi perletakan alat ini harus mempertimbangkan kondisi medan dilapangan. Seperti kondisi tanah, luas tanah, dan kondisi lain yang dapat dijadikan sebuah pertimbangan untuk perletakan alat. Misal kondisi tanah yang berfungsi untuk pijakan *mobile crane*, kemudian luas tanah perlu diperhatikan untuk mengatur pergerakan *mobile crane* saat beroperasi. Kondisi medan yang buruk dapat mengurangi produktivitas alat berat tersebut.

5. Kondisi cuaca

Kondisi cuaca salah satu faktor yang tidak bisa diprediksi secara pasti. Maka dari itu harus ada *safety* faktor untuk mengatasinya. Misal ada angin dengan kecepatan 50 km/jam, maka harus diperhatikan berapa kecepatan angin yang bisa ditahan alat sehingga masih dalam keadaan stabil.

6. Metode pelaksanaan alat.

Metode pelaksanaan ini yang memiliki pengaruh yang besar terhadap produktivitas. Karena didalamnya mengatur masalah yang kompleks, seperti

menentukan jumlah alat, jumlah tenaga kerja, alat pembantu manual, waktu pelaksanaan dan lainya. Semua itu berkaitan dengan biaya dan waktu. Sehingga untuk mencapai produktivitas yang tinggi diperlukan metode pelaksanaan yang efisien dalam segi waktu dan hemat dalam segi biaya. (Nurdiansyah, 2019)

3.19 FAKTOR RISIKO *MATERIAL HANDLING*

Beberapa factor yang berpengaruh dalam pemindahan material adalah sebagai berikut:

1. Berat bahan yang harus diangkat dan perbandingannya terhadap berat badan operator.
2. Jarak horizontal dari beban relative terhadap operator.
3. Ukuran beban yang harus diangkat (ukuran beban yang besar) akan memiliki pusat massa yang letaknya jauh dari badan operator dan juga akan menghalangi pandangan operator.
4. Ketinggian beban yang harus diangkat dan jarak perpindahan beban (mengangkat beban dari permukaan lantai akan relative lebih sulit daripada mengangkat beban dari ketinggian pada permukaan pinggang).
5. Beban puntir pada badan operator selama aktivitas angkat beban.
6. Prediksi terhadap berat bahan yang diangkat, hal ini adalah untuk mengantisipasi beban yang lebih berat dari yang diperkirakan.
7. Stabilitas beban yang akan diangkat.
8. Kemudahan untuk dijangkau oleh operator.
9. Berbagai macam rintangan yang menghalangi atau keterbatasan postur tubuh yang berada pada suatu tempat kerja.
10. Frekuensi aktivitas angkat
11. Metode angkat yang benar (tidak boleh mengangkat beban secara tiba-tiba)
12. Tidak terkoordinasi kelompok kerja.
13. Pengangkatan suatu beban dalam suatu periode.

Standar kemampuan angkat tidak hanya meliputi arah beban, tetapi juga berisi ketinggian dan jarak operator terhadap beban dan metode angkat terbaik harus diimplementasikan. (Apriyangga, 2010)

3.20 PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS

Menurut Faisol (2017), Untuk menghitung produktivitas tenaga kerja dilakukan dengan membandingkan antara *output* dan *input* yang dituangkan dalam rumus:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \quad (3.22-1)$$

dimana:

Input = volume material yang diangkut 1 kali angkut

Output = waktu siklus dalam 1 x angkut

Menurut Rostiyanti (2008), dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat adalah:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas (Volume dalam 1 x angkut)}}{\text{CycleTime (Waktu Siklus)}} \quad (3.22-2)$$

Umumnya waktu siklus alat ditetapkan dalam menit sedangkan produktivitas alat dihitung dalam produksi/jam sehingga perlu ada perubahan dari menit ke jam. (Nurdiansyah, 2019)

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah acuan dalam melakukan penelitian. Oleh karena itu harus dikerjakan dengan matang agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metode penelitian tesis. Hal-hal yang dibahas meliputi lokasi penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, tahapan penelitian, dan bagan alir penelitian.

4.1 TINJAUAN UMUM

Penelitian merupakan suatu cara untuk memahami sesuatu melalui proses penyelidikan atau usaha dengan mencari bukti-bukti yang muncul sehubungan dengan masalah tersebut yang dilakukan secara bertahap. Tiap tahapan merupakan bagian yang menentukan untuk menjalankan tahapan selanjutnya nanti.

Metode penelitian merupakan tahapan penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan suatu masalah, sehingga penelitian sangat membantu untuk mengarahkan dalam menjawab permasalahan yang ada. Metode penelitian juga dapat memberikan alternatif penjelasan sebagai kemungkinan dalam proses pemecahan masalah.

Metodologi penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. (Sugiyono. 1999). Proses penelitian dimulai dengan mengenali permasalahan yang ada, dengan tinjauan pustaka untuk mengetahui sejauh mana masalah yang akan diteliti. Sehingga dapat mencapai tujuan yang telah ditentukan. Penelitian akan dilakukan sesuai langkah-langkah yang sistematis untuk menyelesaikan masalah yang dibahas menggunakan data yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan (observasi), pengumpulan dokumen pendukung di lapangan, dan menggunakan literatur untuk membantu kekurangan data yang dibutuhkan sehingga dapat sesuai dengan prosedur penelitian yang ditentukan. Dengan data tersebut akan dilakukan penelitian tentang perbandingan waktu dan biaya pengangkutan material secara vertikal antara *material hoist* dan *manual material handling*.

4.2 JENIS 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. Dari hasil penelitian tersebut hanya berlaku pada objek yang diteliti dan hanya dalam kurun waktu tertentu. Kesimpulan yang diperoleh tidak dapat digeneralisasikan terhadap objek dan kurun waktu yang lain.

4.3 SUBJEK DAN OBJEK PENELITIAN

Metode penelitian adalah tata cara bagaimana suatu penelitian akan dilakukan secara sistematis supaya mendapatkan jawaban atas permasalahan.

1. Subjek penelitian

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.

2. Objek penelitian

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

4.4 DATA PENELITIAN

Menurut Whitten (2004) data adalah sebuah sumber yang harus dikontrol dan dikelola menjadi menjadi suatu bentuk yang lebih berguna dan bermanfaat. Pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan dengan cara observasi. Data yang dikumpulkan ada 2 macam, yaitu data primer dan data sekunder.

Data primer merupakan data-data yang diperoleh secara langsung dari hasil survey lapangan (tidak melalui media perantara). Data primer dapat berupa opini subjek (orang) secara individual atau kelompok, hasil observasi suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan dan hasil pengujian.

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya berupa bukti catatan atau laporan peneliti sebelumnya yang tersusun dalam arsip, dokumen dan sebagainya yang

dipublikasikan dan tidak dipublikasikan. Data primer dan sekunder dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data primer dengan metode *time studies* untuk menghitung analisis produktivitas menggunakan *stopwatch* yang diperoleh langsung dari observasi/survei aktivitas transfer material hoist dan manual di lapangan. Pada penelitian ini narasumber yang penulis jumpai untuk melakukan wawancara yaitu kepala pelaksana dan bagian administrasi proyek selaku kontraktor pelaksana. Data-data yang diperlukan yaitu berupa data-data tentang proyek yang ditinjau terutama mengenai transfer material, meliputi :
 - a.) Mengamati dan mencatat aktivitas transfer material vertikal yang terjadi di lokasi konstruksi
 - b.) Biaya yang timbul akibat penggunaan siklus transfer material yang terjadi di lokasi konstruksi meliputi biaya alat dan biaya tenaga kerja
 - c.) Waktu siklus transfer material, mencatat jumlah waktu dalam satu waktu yang dipakai pada operasi individual atau kombinasi dengan peralatan (*material hoist*) dan manual tiap satu siklus, diantaranya:
 1. Waktu muat material
 2. Waktu angkut alat/tenaga kerja
 3. Waktu bongkar material
 4. Waktu kembali alat/tenaga kerja
 5. Waktu menunggu sampai dengan material muat kembali
 - d.) Jumlah tenaga kerja pada tiap transfer material.
2. Pengumpulan data sekunder yang bertujuan untuk mendukung data primer berupa jurnal atau studi-studi yang pernah dilakukan dan data yang diperoleh dari instansi terkait. Data tersebut meliputi data:
 - a.) Spesifikasi *material hoist*
 - b.) Berat/volume material keramik
 - c.) Berat/volume material semen
 - d.) Berat/volume material Pasir

4.5 ALAT YANG DIGUNAKAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan alat-alat yang dapat membantu proses pelaksanaan penelitian. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *stopwatch*, buku tulis, dan perangkat komputer. *Software* komputer untuk membantu proses analisis dalam penelitian tesis ini menggunakan *Microsoft Excel*.

4.6 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

Pencarian referensi bertujuan untuk memperoleh informasi berupa data, dasar teori, metode analisis yang didapat dari literatur-literatur, hasil penelitian, hingga media lainnya. Referensi dari penelitian ini diambil dari makalah, jurnal, dan literatur lainnya yang mendukung penelitian.

2. Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini dilakukan perumusan masalah yang berhubungan dengan siklus transfer material yang terjadi di lokasi konstruksi dengan menggunakan *material hoist* dan *manual material handling* yang akan menghasilkan tujuan penelitian yang akan dilakukan.

3. Studi Pustaka

Pada studi pustaka, peneliti memberikan beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan sekarang yaitu terkait dengan siklus transfer material vertikal pada pekerjaan keramik yang terjadi di lokasi konstruksi dan penggunaan transfer materialnya secara *manual material handling* atau alat seperti *material hoist*. Studi pustaka dibuat agar dapat menjadi bukti tentang keaslian penelitian, bahwa penelitian yang dilakukan bukan plagiat, melainkan penelitian terbaru.

4. Lokasi penelitian

Pemilihan lokasi yang akan diteliti adalah Proyek Pembangunan Hotel *Malioboro Suite* yang berlokasi di Jalan Pasar Kembang No. 29 Yogyakarta.

5. Pengambilan data

Pengambilan data yaitu dengan cara observasi dilokasi proyek, pengambilan data-data dan dokumen pelaksana proyek berupa:

- a. Waktu siklus aktivitas transfer *material hoist* dan *manual material handling* pada material keramik, semen, dan pasir. Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati langsung dan dibantu dengan menggunakan *stopwatch*. Data langsung dicatat pada tiap aktivitas transfer. Setiap aktivitas transfer diambil sebanyak 5 siklus. Contoh *form* lembar pengumpulan data dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 4. 1 *Form* lembar pengumpulan data siklus

Aktivitas Siklus : <i>Material Hoist</i> / Manual						
Material Transfer : Keramik / Semen / Pasir						
Tujuan Angkut : Lt. 2 / Lt. 3 / Lt. 4 / Lt. 5 / Lt. 6 / Lt. 7 / Lt. 8						
Volume Angkut :dus /zak /ember						
Satuan Waktu : detik (<i>second</i>)						
Siklus	LT	HT	DT	RT	ST	CT
1						
2						
3						
4						
5						
Rata2						

- b. Data langsung pengamatan jumlah tenaga kerja pada transfer menggunakan *material hoist* dan *manual material handling*.
 - c. Data tidak langsung meliputi gambar denah bangunan, dokumen biaya upah tenaga kerja dan alat, dan spesifikasi material keramik, semen, dan pasir.
6. Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah berhasil dikumpulkan dan diolah kemudian didapat data produktivitas, waktu, dan biaya transfer untuk pemenuhan kebutuhan material pada pekerjaan keramik yang mengacu pada SNI. Tahapan penelitian dalam pengolahan dan analisis data dijabarkan sebagai berikut:

- a. Data siklus yang sudah dikumpulkan kemudian dilakukan perhitungan waktu siklus perjam antara siklus *material hoist* dan *manual material*

handling pada masing-masing material meliputi keramik, semen, dan pasir tiap-tiap lantai.

- b. Kemudian dari waktu siklus dan volume angkut yang telah didapatkan kemudian dilakukan perhitungan terhadap produktivitas perjam / perhari
- c. Selanjutnya mengacu pada SNI 28/PRT/M/2016 dapat dihitung waktu transfer material untuk pemenuhan material (keramik, semen, dan pasir) pada pekerjaan keramik per 1 m²
- d. Menghitung biaya operasioanal tenaga kerja dan alat pada tiap jenis transfer per jam
- e. Setelah biaya operasional didapatkan, kemudian mengacu pada SNI 28/PRT/M/2016 dapat dihitung biaya transfer material untuk pemenuhan material (keramik, semen, dan pasir) pada pekerjaan keramik per 1 m²
- f. Selanjutnya dilakukan perbandingan biaya dan waktu transfer vertikal tiap-tiap ketinggian (perlantai) antara *material hoist* dan *manual material handling*.

7. Pembahasan

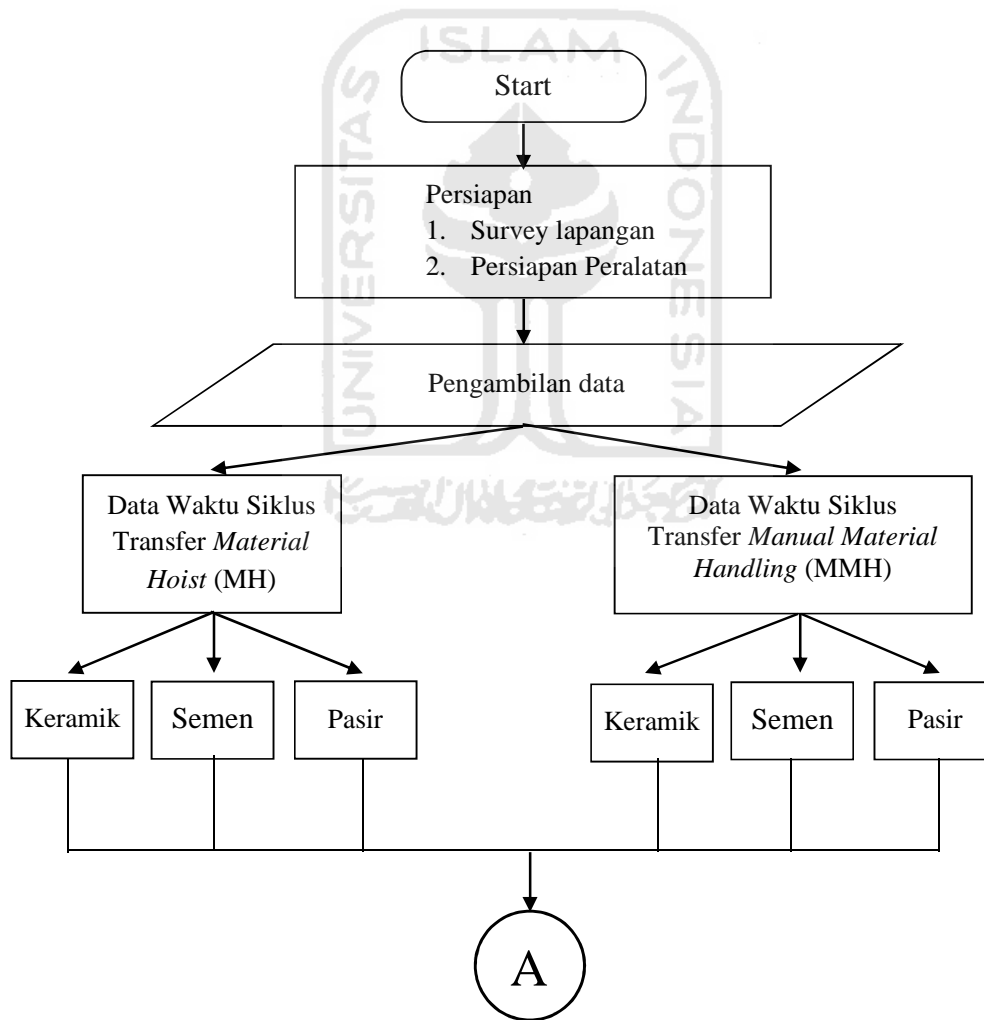
Hasil yang telah diperoleh dari tahap analisis akan dibahas dengan detail dan akan dibandingkan dengan tujuan yang telah direncanakan. Pembahasan juga akan menjelaskan tentang perhitungan yang telah dilakukan. Penjabaran pada bab pembahasan adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung selisih waktu dan biaya transfer tiap jenis transfer dan tiap beda ketinggian (perlantai)
- b. Membuat grafik hubungan antara waktu dan ketinggian tiap jenis transfer material
- c. Membuat grafik hubungan antara biaya dan ketinggian tiap jenis transfer material
- d. Membuat grafik hubungan antara biaya dan waktu tiap jenis transfer pada ketinggian yang berbeda
- e. Membuat grafik hubungan transfer material keramik pada ketinggian berbeda antara *material hoist* dan *manual material handling*
- f. Membuat grafik hubungan transfer material semen pada ketinggian berbeda antara *material hoist* dan *manual material handling*

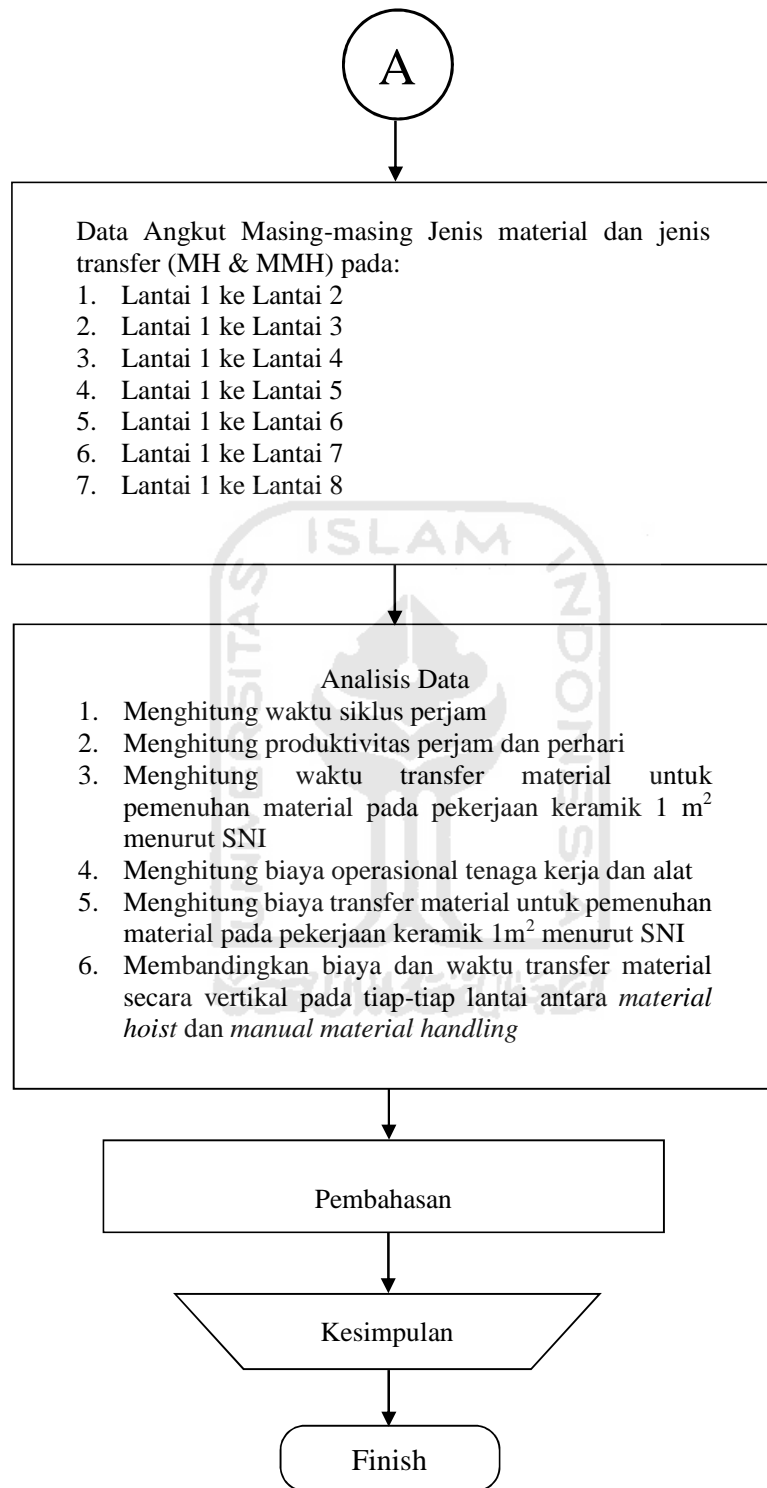
- g. Membuat grafik hubungan transfer material pasir pada ketinggian berbeda antara *material hoist* dan *manual material handling*
 - h. Kelebihan dan kekurangan transfer material secara vertikal antara *material hoist* dan *manual material handling*
8. Kesimpulan dan saran
- Setelah mendapatkan pembahasan yang terkait dengan tujuan penelitian, maka akan dapat ditarik kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

4.7 BAGAN ALIR PENELITIAN

Dari tahapan-tahapan penelitian yang telah diuraikan, dapat dilihat dalam bentuk bagan sebagaimana diperlihatkan pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian



Lanjutan Gambar 4.1 Bagan alir penelitian

BAB V ANALISIS

Pada BAB I Latar Belakang telah dijelaskan mengenai tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui siklus, waktu, keunggulan dan kerugian dari transfer material yang terjadi di lokasi konstruksi dengan menggunakan *material hoist* dan manual.

5.1 GAMBARAN UMUM

Pada Bab ini penulis akan menganalisis dan menjelaskan serta melakukan perhitungan-perhitungan dan biaya pada transfer material yang terjadi di lokasi konstruksi dengan menggunakan *material hoist* dan manual.

Nama proyek : Proyek Hotel *Malioboro Suite*
Lokasi proyek : Jl Pasar Kembang No. 29 Yogyakarta
Kontraktor : PT. Tri Utama Putra Mataram

Data penelitian lapangan yang didapatkan, pekerjaan yang diteliti ada 2 jenis sistem angkut material, yaitu transfer material dengan menggunakan *manual material handling* dan *material hoist*. Jumlah kelompok kerja berdasarkan transfer material yang ada di lapangan yang terdiri dari:

Tabel 5. 1 Data Anggota Kelompok Kerja

Kelompok kerja transfer material	Jumlah anggota	
	Operator	Pekerja
1: Manual	0	2
2 : <i>Material hoist</i>	0 (<i>include</i>)	5

Selain itu data untuk harga satuan upah pekerja yang didapat ada di peraturan daerah lokasi proyek, dapat dilihat di tabel berikut.

Tabel 5. 2 Data Harga Satuan Orang/hari

Anggota	Harga satuan/hari
Pekerja	Rp 80.000
Operator	Rp 100.000

(Sumber: Proyek Hotel *Malioboro Suite*)

5.1.1 Material Hoist

Penentuan tipe dan jenis peralatan (spesifikasi peralatan) merupakan langkah yang harus dilakukan sebelum menghitung kapasitas operasi peralatan dan waktu pelaksanaan, serta biaya pelaksanaan. *Material hoist* yang digunakan untuk pengangkutan material untuk pekerjaan pemasangan keramik hanya 1 buah yang terletak di depan proyek. Spesifikasi *Materials Hoist* dapat dilihat di tabel dibawah ini.

Tabel 5. 3 Spesifikasi *Materials Hoist*

Jenis alat	<i>Material hoist</i>
Merk	N. Meden
Kapasitas	800 kg
<i>Lifting height</i>	>30 m
<i>Power supply range</i>	380-690 V
Kondisi	Baik

(Sumber: Proyek Hotel *Malioboro Suite*)

5.1.2 Manual Material Handling

Manual Material Handling atau penanganan material dengan tenaga manual juga digunakan pada Proyek Hotel *Malioboro Suite*. Terdapat 2 orang tenaga yang mengangkut material. Aktifitas transfer material secara vertikal dilakukan dengan berjalan melewati tangga Adapun data kriteria tenaga masuk dalam ketentuan yang dipersyaratkan yaitu sehat dan kuat jasmani. Data anggota dalam pekerjaan *manual material handling* dapat dilihat di tabel dibawah ini.

Tabel 5. 4 Spesifikasi Tenaga *Manual Material Handling*

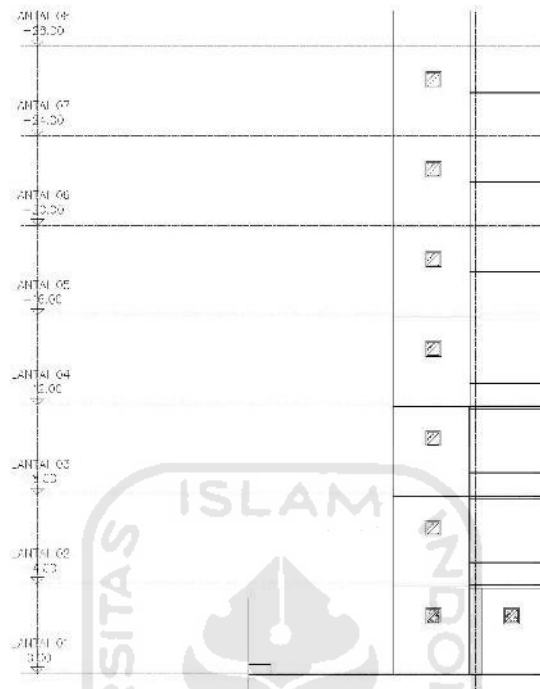
Nama Tenaga/Laden	<i>Umur</i>	Kondisi	Asal
Amin	27	Sehat	Wonosari
Slamet	31	Sehat	Wonosari

(Sumber: Proyek Hotel *Malioboro Suite*)

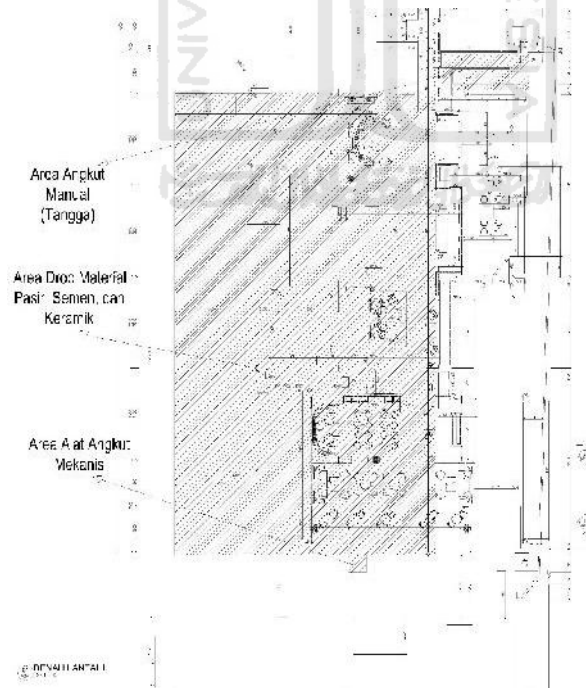
5.1.2 Lokasi Transfer Material

Pembangunan Hotel *Malioboro suite* menjadi studi kasus dalam kegiatan transfer material pada penelitian ini. *Material hoist* dan *manual material handling* (MMH) menjadi bagian dari transfer material di proyek. Transfer material yang ditinjau dilaksanakan dari lantai 1 (*area drop material*) ke lantai 8 dengan ketinggian total 28 meter vertikal. Gambaran umum lokasi pelaksanaan transfer

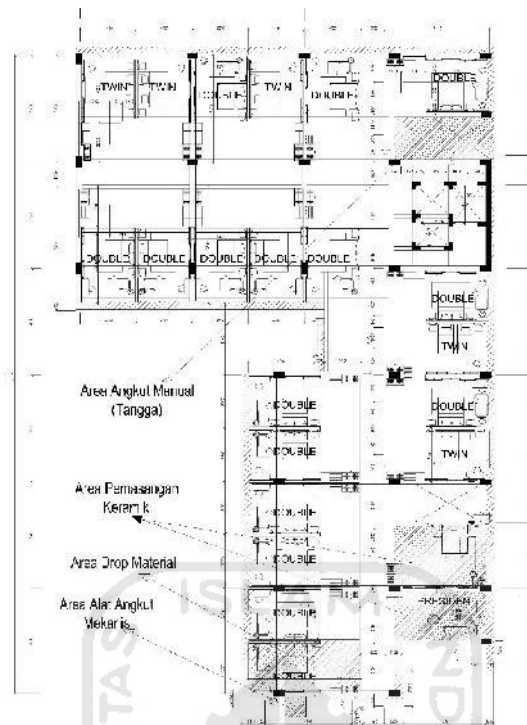
material pada pembangunan hotel malioboro suite dapat dilihat pada gambar 5.1, 5.2, dan 5.3.



Gambar 5. 1 Tinggi vertikal transfer material dari lantai 1 ke lantai 8



Gambar 5. 2 Gambaran umum area transfer material pada lantai 1



Gambar 5. 3 Gambaran umum area transfer material pada lantai 2,3,4,5,6,7,8

5.2 ANALISIS DATA HASIL PENELITIAN

Pendataan waktu siklus setiap aktivitas transfer material pada pekerjaan keramik dilakukan dengan cara Manual (*Manual material handling*) dan dengan menggunakan alat *Material Hoist*.

5.2.1 *Material Hoist*

Pengambilan data sampai dengan lantai 8, karena pekerjaan keramik baru sampai lantai 8 (lantai 9 belum dikerjakan dan lantai 10 atap). Aktifitas dalam waktu siklus transfer material menggunakan *material hoist* sebagai berikut.

Waktu Muat (LT) = Waktu memuat material dari area material di lantai 1 (*groundfloor*) oleh tenaga ke *bucket material hoist*

Waktu Angkut (HT) = Waktu angkut material dari lantai 1 ke lantai bongkar material (tujuan)

Waktu Bongkar (DT) = Waktu Bongkar material dari *bucket* ke *area drop material* pada lantai lokasi pekerjaan

Waktu Kembali (RT) = Waktu kembali *bucket* kosong dari lantai bongkar ke lantai muat material (*ground floor*)

Wakt Tunggu (ST) = Waktu tunggu material muat kembali dalam *bucket* dikarenakan antrian / aktivitas lain

Jumlah tenaga kerja dari *material hoist* sebagai berikut:

Tenaga muat = 2 orang

Tenaga bongkar = 3 orang

Operator = 1 *include*

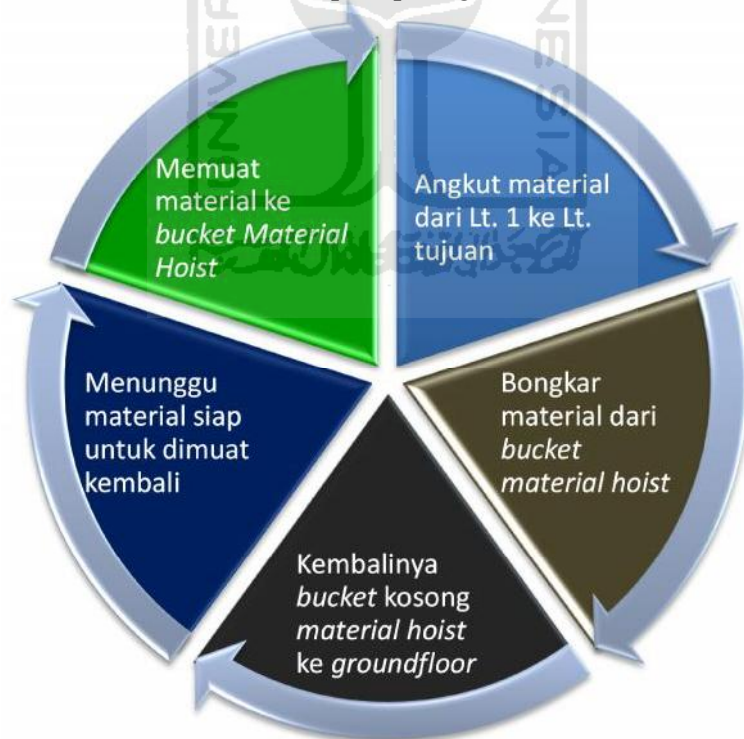
Jumlah material dari *material hoist* dalam 1 kali angkutan sebagai berikut:

Keramik 60 x 60 = 5 dus

Pasir = 42 ember

Semen = 10 zak

Adapun skema siklus pada transfer material menggunakan *material hoist* pada proyek Hotel *Malioboro Suite* seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 5. 4 Siklus Transfer Material dengan *Material Hoist* Proyek *Malioboro Suite*

5.2.2 Manual Material Handling (MMH)

Pengambilan data sampai dengan lantai 8, karena pekerjaan keramik baru sampai lantai 8 (lantai 9 belum dikerjakan dan lantai 10 atap). Aktifitas dalam waktu siklus transfer material menggunakan *manual material handling* adalah sebagai berikut.

Waktu Muat (LT) = Waktu memuat / mengambil material dari area *drop material* di lantai 1 (*groundfloor*) oleh tenaga kerja/laden

Waktu Angkut (HT) = Waktu angkut material ke lantai tujuan melewati tangga

Waktu Bongkar (DT) = Waktu bongkar material saat sudah sampai area *drop material* pada lantai lokasi pekerjaan.

Waktu Kembali (RT) = Waktu kembali tenaga kerja setelah bongkar dari lantai bongkar ke lantai muat material (*ground floor*)

Wakt Tunggu (ST) = Waktu tunggu material muat kembali dalam dikarenakan antrian atau aktivitas lain laden (istirahat)

Jumlah tenaga kerja dari manual *material handling* sebagai berikut:

Tenaga muat = 2 orang

Tenaga bongkar = 2 orang (*include*)

Operator = -

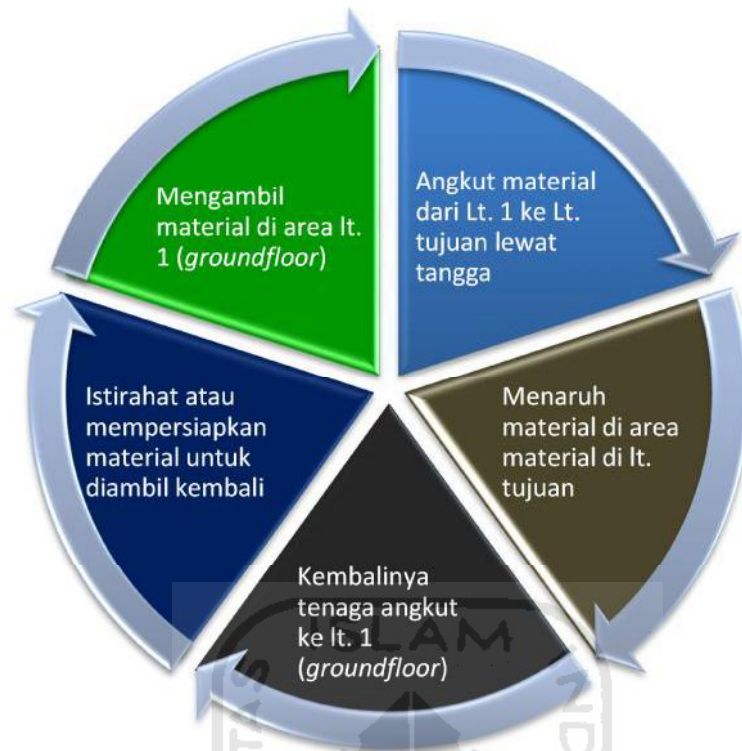
Jumlah material dari manual *material handling* dalam 1 kali angkutan sebagai berikut:

Keramik 60 x 60 = 2 dus

Pasir = 4 ember

Semen = 2 zak

Adapun skema siklus pada transfer material menggunakan manual material handling pada proyek Hotel *Malioboro Suite* seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 5. 5 Siklus Transfer Material dengan *Manual Material Handling* Proyek *Malioboro Suite*

5.2.3 Material Keramik 60x60

Spesifikasi material keramik pada tiap angkutan adalah keramik ukuran 60x60, Adapun spesifikasi material keramik sebagai berikut:

Merk Keramik = Allia

Ukuran Keramik = Keramik 60x60

Isi Per dus = 4 bh

Berat per dus = 30 kg

5.2.4 Material Semen

Spesifikasi semen pada tiap angkutan adalah semen dengan volume 40 kg, Adapun spesifikasi material semen sebagai berikut:

Merk Semen = Tiga Roda

Berat per zak = 40 kg

5.2.4 Material Pasir

Pengangkutan material pasir pada tiap jenis transfer adalah dengan menggunakan wadah ember sedangkan pasir menggunakan pasir merapi. Dalam

pengangkutan material pasir, pasir tidak diisi 1 ember penuh akan tetapi diisi sekitar 60% dari volume ember. Adapun volume pasir dalam 1 ember adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis Pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Jari-jari lingkaran besar} &= 0,3 \text{ m} \\
 \text{Jari-jari lingkaran kecil} &= 0,2 \text{ m} \\
 \text{Tinggi ember} &= 0,1 \text{ m} \\
 \text{Volume Ember (Penuh)} &= \frac{1}{3} \times \pi \times t \times (R^2 + Rr + r^2) \\
 &= \frac{1}{3} \times 3,14 \times 0,1 \times (0,3^2 + (0,3 \times 0,2) + 0,2^2) \\
 &= 0,02 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume Pasir 1 ember} &= 60\% \times \text{Volume Ember Penuh} \\
 &= 60\% \times 0,02 \\
 &= 0,012 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Pasir 1 ember} &= \text{Volume Pasir 1 ember} \times \text{Berat Jenis Pasir} \\
 &= 0,012 \times 1400 \\
 &= 16,8 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

5.3 MATERIAL HOIST PADA TRANSFER KERAMIK

Produktivitas transfer *material hoist* material keramik pada penelitian ini dihitung pada tiap-tiap lantai (dari lantai 1 s/d lantai 8) dengan total 7 lantai. Material keramik yang diangkut berukuran 60x60 sebanyak 5 dus keramik (isi 4 buah perdus) dalam 1 *bucket material hoist*. Adapun data waktu siklus dan perhitungan produktivitas transfer *material hoist* pada transfer material keramik tiap-tiap lantai adalah sebagai berikut.

5.3.1 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 1 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer keramik 60x60 lantai 1 ke lantai 2 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 5 Waktu Siklus Transfer Keramik 60x60 Lantai 1 ke Lantai 2 dengan
Material Hoist

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	35	10	91	10	0	146
2	56	10	80	11	0	157
3	50	10	71	12	0	143
4	51	10	84	11	0	156
5	87	11	96	12	0	206
Rata2	55,8	10,2	84,4	11,2	0	161,6

Perhitungan produktivitas transfer keramik 60x60 lantai 1 ke lantai 2 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 161,6 \text{ detik} \\
 &= 2,69 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,045 \text{ jam}} \\
 \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 5 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 150 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Isi keramik 1 x angkut} &= 20 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 150 \text{ kg}/2,69 \text{ menit} \\
 &= 55,69 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{3341,58 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 5 \text{ dus}/0,045 \text{ jam} \\
 &= 111,39 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 111,39 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{445,54 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 445,54 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{3118,81 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.3.2 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 2 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 3 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 6 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 3 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	35	20	91	20	0	166
2	56	20	80	21	0	177
3	50	20	71	22	0	163
4	51	20	84	21	0	176
5	87	21	96	22	0	226
Rata2	55,8	20,2	84,4	21,2	0	181,6

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 3 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 3,03 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,05 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 5 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 150 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Isi keramik 1 x angkut} &= 20 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 150 \text{ kg}/3,03 \text{ menit} \\
 &= 49,56 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{2973,57 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 5 \text{ dus}/0,05 \text{ jam} \\
 &= 99,12 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 99,12 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{396,48 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 396,48 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{2775,33 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.3.3 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 3 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 4 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 7 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 4 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	35	30	91	30	0	186
2	56	30	80	31	0	197
3	50	30	71	32	0	183
4	51	30	84	31	0	196
5	87	31	96	32	0	246
Rata2	55,8	30,2	84,4	31,2	0	201,6

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 4 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 3,36 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,06 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 5 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 150 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Isi keramik 1 x angkut} &= 20 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 150 \text{ kg}/3,36 \text{ menit} \\
 &= 44,64 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{2678,57 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 5 \text{ dus}/0,06 \text{ jam} \\
 &= 89,29 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 89,29 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{357,14 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 357,14 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{2500,00 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.3.4 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 4 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 5 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 8 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 5 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	35	40	91	40	0	206
2	56	40	80	41	0	217
3	50	40	71	42	0	203
4	51	40	84	41	0	216
5	87	41	96	42	0	266
Rata2	55,8	40,2	84,4	41,2	0	221,6

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 5 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 3,69 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,06 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 5 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 150 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Isi keramik 1 x angkut} &= 20 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 150 \text{ kg}/3,69 \text{ menit} \\
 &= 40,61 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{2436,82 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 5 \text{ dus}/0,06 \text{ jam} \\
 &= 81,23 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 81,23 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{324,91 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 324,91 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{2274,37 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.3.5 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 5 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 6 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 9 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 6 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	35	50	91	50	0	226
2	56	50	80	51	0	237
3	50	50	71	52	0	223
4	51	50	84	51	0	236
5	87	51	96	52	0	286
Rata2	55,8	50,2	84,4	51,2	0	241,6

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 6 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 4,03 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,07 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 5 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 150 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Isi keramik 1 x angkut} &= 20 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 150 \text{ kg}/4,03 \text{ menit} \\
 &= 37,25 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{2235,10 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 5 \text{ dus}/0,07 \text{ jam} \\
 &= 74,50 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 74,50 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{298,01 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 298,01 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{2086,09 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.3.6 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 6 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 7 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 10 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 7 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	35	60	91	60	0	246
2	56	60	80	61	0	257
3	50	60	71	62	0	243
4	51	60	84	61	0	256
5	87	61	96	62	0	306
Rata2	55,8	60,2	84,4	61,2	0	261,6

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 7 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 4,36 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,07 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 5 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 150 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Isi keramik 1 x angkut} &= 20 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 150 \text{ kg}/4,36 \text{ menit} \\
 &= 34,40 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{2064,22 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 5 \text{ dus}/0,07 \text{ jam} \\
 &= 68,81 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 68,81 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{275,23 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 275,23 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{1926,61 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.3.7 MH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 7 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 8 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 11 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 8 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	35	70	91	70	0	266
2	56	70	80	71	0	277
3	50	70	71	72	0	263
4	51	71	84	72	0	278
5	87	72	96	72	0	327
Rata2	55,8	70,6	84,4	71,4	0	282,2

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 8 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 4,70 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,08 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 5 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 150 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Isi keramik 1 x angkut} &= 20 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 150 \text{ kg}/4,70 \text{ menit} \\
 &= 31,89 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{1913,54 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 5 \text{ dus}/0,08 \text{ jam} \\
 &= 63,78 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 63,78 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{255,14 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 255,14 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{1785,97 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.4 MATERIAL HOIST PADA TRANSFER SEMEN

Produktivitas transfer *material hoist* material semen pada penelitian ini dihitung pada tiap-tiap lantai (dari lantai 1 s/d lantai 8) dengan total 7 lantai. Material semen yang diangkut dengan kemasan 40 kg per dus sebanyak 10 dus dalam 1 *bucket material hoist*. Adapun data waktu siklus dan perhitungan produktivitas transfer *material hoist* pada transfer material semen tiap-tiap lantai adalah sebagai berikut.

5.4.1 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 1 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 2 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 12 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 2 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	11	62	10	0	136
2	70	12	68	11	0	161
3	67	11	67	10	0	155
4	61	11	64	13	0	149
5	80	11	69	12	0	172
Rata2	66,2	11,2	66	11,2	0	154,6

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 2 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 154,6 \text{ detik} \\
 &= 2,58 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,043 \text{ jam}} \\
 \\
 \text{Jumlah 1x angkut semen} &= 10 \text{ zak} \\
 \text{Berat semen 1 zak} &= 40 \text{ kg} \\
 \text{Berat semen 1x angkut} &= 400 \text{ kg} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 400 \text{ kg}/2,58 \text{ menit} \\
 &= 155,24 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{9314,36 \text{ kg/jam}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 10 \text{ zak}/0,043 \text{ jam} \\
&= 232,86 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 232,86 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{9314,36 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 9314,36 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{65200,52 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.4.2 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 2 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 3 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 13 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 3 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	22	62	20	0	157
2	70	23	68	21	0	182
3	67	22	67	20	0	176
4	61	22	64	23	0	170
5	80	22	69	22	0	193
Rata2	66,2	22,2	66	21,2	0	175,6

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 3 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 2,93 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,05 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 10 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 4 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 400 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 400 \text{ kg}/2,93 \text{ menit} \\
&= 136,67 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{8200,46 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 10 \text{ zak}/0,05 \text{ jam} \\
&= 205,01 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 205,01 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{8200,46 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 8200,46 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{57403,19 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.4.3 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 3 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 4 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 14 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 4 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	33	62	30	0	178
2	70	34	68	31	0	203
3	67	33	67	30	0	197
4	61	33	64	33	0	191
5	80	33	69	32	0	214
Rata2	66,2	33,2	66	31,2	0	196,6

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 4 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 3,28 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,05 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 10 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 4 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 400 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 400 \text{ kg}/3,28 \text{ menit} \\
&= 122,08 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{7324,52 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 10 \text{ zak}/0,05 \text{ jam} \\
&= 183,11 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 183,11 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{7324,52 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 7324,52 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{51271,62 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.4.4 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 4 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 5 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 15 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 5 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	44	62	40	0	199
2	70	45	68	41	0	224
3	67	44	67	40	0	218
4	61	44	64	43	0	212
5	80	44	69	42	0	235
Rata2	66,2	44,2	66	41,2	0	217,6

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 5 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 3,63 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,06 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 10 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 4 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 400 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 400 \text{ kg}/3,63 \text{ menit} \\
&= 110,29 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{6617,65 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 10 \text{ zak}/0,06 \text{ jam} \\
&= 165,44 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 165,44 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{6617,65 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 6617,65 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{46323,53 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.4.5 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 5 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 6 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 16 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 6 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	55	62	50	0	220
2	70	56	68	51	0	245
3	67	55	67	50	0	239
4	61	55	64	53	0	233
5	80	55	69	52	0	256
Rata2	66,2	55,2	66	51,2	0	238,6

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 6 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 3,98 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,07 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 10 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 4 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 400 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 400 \text{ kg}/3,98 \text{ menit} \\
&= 100,59 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{6035,21 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 10 \text{ zak}/0,07 \text{ jam} \\
&= 150,88 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 150,88 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{6035,21 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 6035,21 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{42246,44 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.4.6 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 6 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 7 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 17 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 7 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	66	62	60	0	241
2	70	67	68	61	0	266
3	67	66	67	60	0	260
4	61	66	64	63	0	254
5	80	66	69	62	0	277
Rata2	66,2	66,2	66	61,2	0	259,6

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 7 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 4,33 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,07 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 10 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 4 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 400 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 400 \text{ kg}/4,33 \text{ menit} \\
&= 92,45 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{5547,00 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 10 \text{ zak}/0,07 \text{ jam} \\
 &= 138,67 \text{ zak/jam} \\
 \text{Produktivitas (kg) per jam} &= 138,67 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
 &= \mathbf{5547,00 \text{ kg/jam}} \\
 \text{Produktivitas (kg) per hari} &= 5547,00 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{38828,97 \text{ kg/hari}}
 \end{aligned}$$

5.4.7 MH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 7 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 8 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 18 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 8 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	77	62	70	0	262
2	70	79	68	71	0	288
3	67	77	67	71	0	282
4	61	79	64	74	0	278
5	80	77	69	72	0	298
Rata2	66,2	77,8	66	71,6	0	281,6

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 7 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 4,69 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,08 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut semen} &= 10 \text{ zak} \\
 \text{Berat semen 1 zak} &= 4 \text{ kg} \\
 \text{Berat semen 1x angkut} &= 400 \text{ kg} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 400 \text{ kg}/4,69 \text{ menit} \\
 &= 85,23 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{5113,64 \text{ kg/jam}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 10 \text{ zak}/0,08 \text{ jam} \\
&= 127,84 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 127,84 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{5113,64 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 5113,64 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{35795,45 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.5 MATERIAL HOIST PADA TRANSFER PASIR

Produktivitas transfer *material hoist* material pasir pada penelitian ini dihitung pada tiap-tiap lantai (dari lantai 1 s/d lantai 8) dengan total 7 lantai. Material pasir yang diangkut menggunakan ember yang tersusun menumpuk (1 ember berisi pasir 0,012 m³) sebanyak 42 ember dalam 1 *bucket material hoist*. Adapun data waktu siklus dan perhitungan produktivitas transfer *material hoist* pada transfer material pasir tiap-tiap lantai adalah sebagai berikut.

5.5.1 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 1 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 2 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 19 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 2 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	201	12	129	10	0	352
2	208	12	117	11	0	348
3	198	12	116	11	0	337
4	202	12	112	11	0	337
5	206	13	109	10	0	338
Rata2	203	12,2	116,6	10,6	0	342,4

Perhitungan produktivitas transfer pasirlantai 1 ke lantai 2 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 342,4 \text{ detik} \\
&= 5,71 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,095 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut pasir} &= 42 \text{ ember}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Volume pasir 1 ember} &= 0,012 \text{ m}^3 \\
\text{Volume pasir 1x angkut} &= 0,504 \text{ m}^3 \\
\text{Berat jenis pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
\text{Berat pasir 1 x angkut} &= 705,6 \text{ kg/angkut} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 705,6 \text{ kg/5,71 menit} \\
&= 123,64 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{7418,69 \text{ kg/jam}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 42 \text{ ember/0,095 jam} \\
&= 441,59 \text{ ember/jam} \\
\text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} &= 441,59 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3\text{/ember} \\
&= \mathbf{5,30 \text{ m}^3\text{/jam}} \\
\text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 5,30 \text{ m}^3\text{/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{37,09 \text{ m}^3\text{/hari}}
\end{aligned}$$

5.5.2 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 2 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 3 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 20 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 3 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	201	23	129	20	0	373
2	208	23	117	21	0	369
3	198	23	116	21	0	358
4	202	23	112	21	0	358
5	206	24	109	20	0	359
Rata2	203	23,2	116,6	20,6	0	363,4

Perhitungan produktivitas transfer pasirlantai 1 ke lantai 3 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\text{Waktu siklus} = 6,06 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
&= \mathbf{0,10 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut pasir} &= 42 \text{ ember} \\
\text{Volume pasir 1 ember} &= 0,012 \text{ m}^3 \\
\text{Volume pasir 1x angkut} &= 0,504 \text{ m}^3 \\
\text{Berat jenis pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
\text{Berat pasir 1 x angkut} &= 705,6 \text{ kg/angkut} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 705,6 \text{ kg}/6,06 \text{ menit} \\
&= 116,50 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{6989,98 \text{ kg/jam}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 42 \text{ ember}/0,1 \text{ jam} \\
&= 416,07 \text{ ember/jam} \\
\text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} &= 416,07 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3/\text{ember} \\
&= \mathbf{4,99 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
\text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 4,99 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{34,95 \text{ m}^3/\text{hari}}
\end{aligned}$$

5.5.3 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 3 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 4 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 21 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 4 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	201	34	129	30	0	394
2	208	34	117	31	0	390
3	198	34	116	31	0	379
4	202	34	112	31	0	379
5	206	35	109	30	0	380
Rata2	203	34,2	116,6	30,6	0	384,4

Perhitungan produktivitas transfer pasirlantai 1 ke lantai 4 dengan *material hoist* sebagai berikut.

Waktu siklus = 6,41 menit
 = **0,11 jam**
 Jumlah 1x angkut pasir = 42 ember
 Volume pasir 1 ember = 0,012 m³
 Volume pasir 1x angkut = 0,504 m³
 Berat jenis pasir = 1400 kg/m³
 Berat pasir 1 x angkut = 705,6 kg/angkut
 Produktivitas = $\frac{\text{Output}}{\text{Input}}$
 = $\frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}}$
 = 705,6 kg/6,41 menit
 = 110,14 kg/menit
 = **6608,12 kg/jam**
 = $\frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}}$
 = 42 ember/0,11 jam
 = 393,34 ember/jam
 Produktivitas (m³) per jam = 393,34 ember/jam x 0,012 m³/ember
 = **4,72 m³/jam**
 Produktivitas (m³) per hari = 4,72 m³/jam x 7 jam kerja efektif
 = **33,04 m³/hari**

5.5.4 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 4 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 5 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 22 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 5 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	201	45	129	40	0	415
2	208	45	117	41	0	411
3	198	45	116	41	0	400
4	202	45	112	41	0	400
5	206	46	109	40	0	401
Rata2	203	45,2	116,6	40,6	0	405,4

Perhitungan produktivitas transfer pasir lantai 1 ke lantai 5 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 6,76 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,11 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut pasir} &= 42 \text{ ember} \\
 \text{Volume pasir 1 ember} &= 0,012 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume pasir 1x angkut} &= 0,504 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat jenis pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat pasir 1 x angkut} &= 705,6 \text{ kg/angkut} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 705,6 \text{ kg}/6,76 \text{ menit} \\
 &= 104,43 \text{ kg/menit} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 42 \text{ ember}/0,11 \text{ jam} \\
 &= 372,96 \text{ ember/jam} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} &= 393,34 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3/\text{ember} \\
 &= \mathbf{4,48 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 4,48 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{31,33 \text{ m}^3/\text{hari}}
 \end{aligned}$$

5.5.5 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 5 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 6 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 23 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 6 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	201	56	129	50	0	436
2	208	56	117	51	0	432
3	198	56	116	51	0	421
4	202	56	112	51	0	421
5	206	57	109	50	0	422
Rata2	203	56,2	116,6	50,6	0	426,4

Perhitungan produktivitas transfer pasir lantai 1 ke lantai 4 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 7,11 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,12 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut pasir} &= 42 \text{ ember} \\
 \text{Berat pasir 1 ember} &= 0,012 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume pasir 1x angkut} &= 0,504 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat jenis pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat pasir 1 x angkut} &= 705,6 \text{ kg/angkut} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 705,6 \text{ kg}/7,11 \text{ menit} \\
 &= 99,29 \text{ kg/menit} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 42 \text{ ember}/0,12 \text{ jam} \\
 &= 354,60 \text{ ember/jam} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} &= 354,60 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3/\text{ember} \\
 &= \mathbf{4,26 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 4,26 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{29,79 \text{ m}^3/\text{hari}}
 \end{aligned}$$

5.5.6 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 6 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 7 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 24 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 7 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	201	67	129	60	0	457
2	208	67	117	61	0	453
3	198	67	116	61	0	442
4	202	67	112	61	0	442
5	206	68	109	60	0	443
Rata2	203	67,2	116,6	60,6	0	447,4

Perhitungan produktivitas transfer pasir lantai 1 ke lantai 7 dengan *material hoist* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 7,46 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,12 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut pasir} &= 42 \text{ ember} \\
 \text{Berat pasir 1 ember} &= 0,012 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume pasir 1x angkut} &= 0,504 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat jenis pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat pasir 1 x angkut} &= 705,6 \text{ kg/angkut} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 705,6 \text{ kg}/7,46 \text{ menit} \\
 &= 94,63 \text{ kg/menit} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 42 \text{ ember}/0,12 \text{ jam} \\
 &= 337,95 \text{ ember/jam} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} &= 337,95 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3/\text{ember} \\
 &= \mathbf{4,06 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 4,06 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{28,39 \text{ m}^3/\text{hari}}
 \end{aligned}$$

5.5.7 MH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 7 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *material hoist* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 8 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 25 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 8 dengan *Material Hoist*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	201	78	129	70	0	478
2	208	78	117	72	0	475
3	198	78	116	71	0	463
4	202	80	112	74	0	468
5	206	80	109	72	0	467
Rata2	203	78,8	116,6	71,8	0	470,2

Perhitungan produktivitas transfer pasir lantai 1 ke lantai 8 dengan *material hoist* sebagai berikut.

Waktu siklus	= 7,84menit
	= 0,13 jam
Jumlah 1x angkut pasir	= 42 ember
Berat pasir 1 ember	= 0,012 m ²
Volume pasir 1x angkut	= 0,504 m ³
Berat jenis pasir	= 1400 kg/m ³
Berat pasir 1 x angkut	= 705,6 kg/angkut
Produktivitas	= $\frac{Output}{Input}$
	= $\frac{Volume Angkut (kg)}{Durasi Waktu Siklus}$
	= 705,6 kg/7,84 menit
	= 90,04 kg/menit
	= $\frac{Volume Angkut (ember)}{Durasi Waktu Siklus}$
	= 42 ember/0,13 jam
	= 321,57 ember/jam
Produktivitas (m ³) per jam	= 321,57 ember/jam x 0,012 m ³ /ember
	= 3,86 m³/jam
Produktivitas (m ³) per hari	= 3,86 m ³ /jam x 7 jam kerja efektif
	= 27,01 m³/hari

5.6 MANUAL MATERIAL HANDLING PADA TRANSFER KERAMIK

Produktivitas transfer *manual material handling* pada material keramik pada penelitian ini dihitung pada tiap-tiap lantai (dari lantai 1 s/d lantai 8) dengan total 7 lantai dan akses transfer melewati tangga. Material keramik yang diangkut berukuran 60x60 sebanyak 1 dus keramik (isi 4 buah perdus) per orang dengan jumlah tenaga angkut sebanyak 2 orang (total 2 dus 1 kali transfer). Adapun data waktu siklus dan perhitungan produktivitas transfer *manual material handling* pada transfer material keramik tiap-tiap lantai adalah sebagai berikut.

5.6.1 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 1 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 2 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 26 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 2 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	49	16	55	27	0	147
2	52	27	56	17	10	162
3	50	28	54	18	60	210
4	52	18	53	28	310	461
5	50	18	58	28	45	199
Rata2	50,6	21,4	55,2	23,6	85	235,8

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 2 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 3,93 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,066 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 2 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 60 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 60 \text{ kg}/3,93 \text{ menit} \\
 &= 15,27 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{916,03 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 2 \text{ dus}/0,066 \text{ jam} \\
 &= 30,53 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 30,53 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{122,14 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 122,14 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{854,96 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.6.2 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 2 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 3 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 27 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 3 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	49	41	55	67	0	212
2	52	66	56	42	10	226
3	50	68	54	44	60	276
4	52	44	53	69	310	528
5	50	45	58	69	45	267
Rata2	50,6	52,8	55,2	58,2	85	301,8

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 3 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 5,03 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,08 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 2 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 60 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 60 \text{ kg}/5,03 \text{ menit} \\
 &= 11,93 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{715,71 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 2 \text{ dus}/0,08 \text{ jam} \\
 &= 23,86 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 23,86 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{95,43 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 95,43 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{667,99 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.6.3 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 3 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 4 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 28 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 4 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	49	53	55	88	0	245
2	52	87	56	55	10	260
3	50	89	54	58	60	311
4	52	58	53	90	310	563
5	50	59	58	91	45	303
Rata2	50,6	69,2	55,2	76,4	85	336,4

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 4 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 5,61 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,09 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 2 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 60 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 60 \text{ kg}/5,61 \text{ menit} \\
 &= 10,70 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{642,09 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 2 \text{ dus}/0,09 \text{ jam} \\
 &= 21,40 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 21,40 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{85,61 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 85,61 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{599,29 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.6.4 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 4 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 5 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 29 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 5 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	49	64	55	109	0	277
2	52	108	56	68	10	294
3	50	110	54	72	60	346
4	52	72	53	111	310	598
5	50	73	58	113	45	339
Rata2	50,6	85,4	55,2	94,6	85	370,8

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 5 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 6,18 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,10 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 2 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 60 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 60 \text{ kg}/6,18 \text{ menit} \\
 &= 9,71 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{582,52 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 2 \text{ dus}/0,09 \text{ jam} \\
 &= 19,42 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 19,42 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{77,67 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 77,67 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{543,69 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.6.5 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 5 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 6 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 30 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 6 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	49	78	55	131	0	313
2	52	130	56	81	10	329
3	50	131	54	86	60	381
4	52	86	53	132	310	633
5	50	87	58	135	45	375
Rata2	50,6	102,4	55,2	113	85	406,2

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 6 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 6,77 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,11 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 2 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 60 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 60 \text{ kg}/6,77 \text{ menit} \\
 &= 8,86 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{531,76 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 2 \text{ dus}/0,11 \text{ jam} \\
 &= 17,73 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 17,73 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{70,90 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 70,90 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{496,31 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.6.6 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 6 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 7 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 31 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 7 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	49	91	55	152	0	347
2	52	152	56	94	10	364
3	50	153	54	100	60	417
4	52	101	53	153	310	669
5	50	101	58	157	45	411
Rata2	50,6	119,6	55,2	131,2	85	441,6

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 7 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 7,36 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,12 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 2 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 60 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 60 \text{ kg}/7,36 \text{ menit} \\
 &= 8,15 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{489,13 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 2 \text{ dus}/0,12 \text{ jam} \\
 &= 16,30 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 16,30 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{65,22 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 65,22 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{456,52 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.6.7 MMH Pengangkutan Vertikal Material Keramik 60x60 Naik 7 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer keramik lantai 1 ke lantai 8 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 32 Waktu Siklus Transfer Keramik Lantai 1 ke Lantai 8 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	49	104	55	173	0	381
2	52	173	56	107	10	398
3	50	175	54	114	60	453
4	52	116	53	174	310	705
5	50	116	58	179	45	448
Rata2	50,6	136,8	55,2	149,4	85	477

Perhitungan produktivitas transfer keramik lantai 1 ke lantai 8 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 7,95 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,13 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut keramik} &= 2 \text{ dus} \\
 \text{Berat keramik 1 dus} &= 30 \text{ kg} \\
 \text{Berat keramik 1x angkut} &= 60 \text{ kg} \\
 \text{Isi 1 dus keramik} &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 60 \text{ kg}/7,95 \text{ menit} \\
 &= 7,55 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{452,83 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (dus)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 2 \text{ dus}/0,13 \text{ jam} \\
 &= 15,09 \text{ dus/jam} \\
 \text{Produktivitas (bh) per jam} &= 15,09 \text{ dus/jam} \times 4 \text{ bh/dus} \\
 &= \mathbf{60,38 \text{ bh/jam}} \\
 \text{Produktivitas (bh) per hari} &= 60,38 \text{ bh/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{422,64 \text{ bh/hari}}
 \end{aligned}$$

5.7 MANUAL MATERIAL HANDLING PADA TRANSFER SEMEN

Produktivitas transfer *manual material handling* pada material semen pada penelitian ini dihitung pada tiap-tiap lantai (dari lantai 1 s/d lantai 8) dengan total 7 lantai dan akses transfer melewati tangga. Material semen yang diangkut sebanyak 1 zak (berat perzak 40 kg) per orang dengan jumlah tenaga angkut sebanyak 2 orang (total 2 zak 1 kali transfer). Adapun data waktu siklus dan perhitungan produktivitas transfer *manual material handling* pada transfer material semen tiap-tiap lantai adalah sebagai berikut.

5.7.1 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 1 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 2 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 33 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 2 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	36	64	18	0	171
2	54	23	65	27	302	471
3	55	37	63	17	15	187
4	54	37	60	18	25	194
5	55	38	64	18	543	718
Rata2	54,2	34,2	63,2	19,6	177	348,2

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 2 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus} &= 5,80 \text{ menit} \\ &= \mathbf{0,097 \text{ jam}} \\ \text{Jumlah 1x angkut semen} &= 2 \text{ zak} \\ \text{Berat semen 1 zak} &= 40 \text{ kg} \\ \text{Berat semen 1x angkut} &= 80 \text{ kg} \\ \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\ &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\ &= 80 \text{ kg}/5,80 \text{ menit} \\ &= 13,79 \text{ kg/menit} \\ &= \mathbf{827,11 \text{ kg/jam}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 2 \text{ zak}/0,0097 \text{ jam} \\
&= 20,68 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 20,68 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{827,11 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 827,11 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{5789,78 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.7.2 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 2 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 3 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 34 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 3 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	89	64	44	0	250
2	54	56	65	67	302	544
3	55	91	63	42	15	266
4	54	92	60	44	25	275
5	55	93	64	45	543	800
Rata2	54,2	84,2	63,2	48,4	177	427

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 3 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 7,12 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,12 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 2 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 40 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 80 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 80 \text{ kg}/7,12 \text{ menit} \\
&= 11,24 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{674,47 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 2 \text{ zak}/0,012 \text{ jam} \\
&= 16,86 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 16,86 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{674,47 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 674,47 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{4721,31 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.7.3 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 3 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 4 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 35 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 4 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	116	64	58	0	291
2	54	73	65	88	302	582
3	55	120	63	55	15	308
4	54	121	60	58	25	318
5	55	122	64	59	543	843
Rata2	54,2	110,4	63,2	63,6	177	468,4

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 4 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 7,81 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,13 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 2 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 40 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 80 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 80 \text{ kg}/7,81 \text{ menit} \\
&= 10,25 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{614,86 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 2 \text{ zak}/0,013 \text{ jam} \\
&= 15,37 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 15,37 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{614,86 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 674,47 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{4304,01 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.7.4 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 4 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 5 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 36 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 5 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	144	64	72	0	333
2	54	90	65	109	302	620
3	55	149	63	68	15	350
4	54	150	60	72	25	361
5	55	151	64	73	543	886
Rata2	54,2	136,8	63,2	78,8	177	510

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 5 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 8,50 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,14 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 2 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 40 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 80 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 80 \text{ kg}/8,50 \text{ menit} \\
&= 9,41 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{564,71 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 2 \text{ zak}/0,014 \text{ jam} \\
&= 14,12 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 14,12 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{564,71 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 564,71 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{3952,94 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.7.5 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 5 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 6 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 37 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 6 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	173	64	86	0	376
2	54	107	65	130	302	658
3	55	179	63	81	15	393
4	54	179	60	86	25	404
5	55	180	64	87	543	929
Rata2	54,2	163,6	63,2	94	177	552

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 5 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 9,20 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,15 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 2 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 40 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 80 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 80 \text{ kg}/9,20 \text{ menit} \\
&= 8,70 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{521,74 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 2 \text{ zak}/0,015 \text{ jam} \\
&= 13,04 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 13,04 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{521,74 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 521,74 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{3652,17 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.7.6 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 6 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 7 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 38 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 7 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	203	64	101	0	421
2	54	125	65	151	302	697
3	55	209	63	94	15	436
4	54	194	60	100	25	433
5	55	209	64	101	543	972
Rata2	54,2	188	63,2	109,4	177	591,8

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 7 dengan *manual material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 9,86 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,16 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 2 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 40 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 80 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 80 \text{ kg}/9,86 \text{ menit} \\
&= 8,11 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{486,65 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 2 \text{ zak}/0,016 \text{ jam} \\
&= 12,17 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 12,17 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{486,65 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 486,65 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{3406,56 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.7.7 MMH Pengangkutan Vertikal Material Semen Naik 7 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *manual material handling* untuk siklus transfer semen lantai 1 ke lantai 8 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 39 Waktu Siklus Transfer Semen Lantai 1 ke Lantai 8 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	53	234	64	115	0	466
2	54	142	65	172	302	735
3	55	239	63	107	15	479
4	54	209	60	114	25	462
5	55	240	64	115	543	1017
Rata2	54,2	212,8	63,2	124,6	177	631,8

Perhitungan produktivitas transfer semen lantai 1 ke lantai 8 dengan *manual material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 10,53 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,18 \text{ jam}} \\
\text{Jumlah 1x angkut semen} &= 2 \text{ zak} \\
\text{Berat semen 1 zak} &= 4 \text{ kg} \\
\text{Berat semen 1x angkut} &= 80 \text{ kg} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 80 \text{ kg}/10,53 \text{ menit} \\
&= 7,60 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{455,84 \text{ kg/jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Volume Angkut (zak)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 2 \text{ zak}/0,018 \text{ jam} \\
&= 11,40 \text{ zak/jam} \\
\text{Produktivitas (kg) per jam} &= 11,40 \text{ zak/jam} \times 40 \text{ kg/zak} \\
&= \mathbf{455,84 \text{ kg/jam}} \\
\text{Produktivitas (kg) per hari} &= 455,84 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{3190,88 \text{ kg/hari}}
\end{aligned}$$

5.8 MANUAL MATERIAL HANDLING PADA TRANSFER PASIR

Produktivitas transfer *manual material handling* pada material pasir pada penelitian ini dihitung pada tiap-tiap lantai (dari lantai 1 s/d lantai 8) dengan total 7 lantai dan akses transfer melewati tangga. Material pasir yang diangkut sebanyak 2 ember (1 ember berisi pasir 0,012 m³) per orang secara menumpuk dengan jumlah tenaga angkut sebanyak 2 orang (total 4 ember 1 kali transfer). Adapun data waktu siklus dan perhitungan produktivitas transfer *manual material handling* pada transfer material pasir tiap-tiap lantai adalah sebagai berikut.

5.8.1 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 1 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *manual material handling* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 2 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 40 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 2 dengan *Manual Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	44	17	53	19	0	133
2	43	27	54	19	22	165
3	46	17	55	20	145	283
4	45	28	51	20	18	162
5	44	18	52	21	137	272
Rata2	44,4	21,4	53	19,8	64,4	203

Perhitungan produktivitas transfer pasir lantai 1 ke lantai 2 dengan *manual material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus} &= 3,38 \text{ menit} \\
&= \mathbf{0,056 \text{ jam}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah 1x angkut pasir} &= 4 \text{ ember} \\
\text{Berat pasir 1 ember} &= 0,012 \text{ m}^3 \\
\text{Volume pasir 1x angkut} &= 0,048 \text{ m}^3 \\
\text{Berat jenis pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
\text{Berat pasir 1 x angkut} &= 67,2 \text{ kg/angkut} \\
\text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 67,2 \text{ kg}/3,38 \text{ menit} \\
&= 19,86 \text{ kg/menit} \\
&= \mathbf{1191,72 \text{ kg/jam}} \\
&= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
&= 4 \text{ ember}/0,056 \text{ jam} \\
&= 70,94 \text{ ember/jam} \\
\text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} &= 70,94 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3/\text{ember} \\
&= \mathbf{0,85 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
\text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 0,85 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
&= \mathbf{5,96 \text{ m}^3/\text{hari}}
\end{aligned}$$

5.8.2 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 2 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut *manual material handling* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 3 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 41 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 3 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	44	44	53	46	0	187
2	43	67	54	47	22	233
3	46	42	55	49	145	337
4	45	69	51	49	18	232
5	44	45	52	51	137	329
Rata2	44,4	53,4	53	48,4	64,4	263,6

Perhitungan produktivitas transfer pasir lantai 1 ke lantai 3 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

Waktu siklus = 4,39 menit
 = **0,07 jam**

Jumlah 1x angkut pasir = 4 ember

Berat pasir 1 ember = 0,012 m³

Volume pasir 1x angkut = 0,048 m³

Berat jenis pasir = 1400 kg/m³

Berat pasir 1 x angkut = 67,2 kg/angkut

Produktivitas = $\frac{\text{Output}}{\text{Input}}$
 = $\frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}}$
 = 67,2 kg/4,39 menit
 = 15,30 kg/menit
 = **917,75 kg/jam**
 = $\frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}}$
 = 4 ember/0,07 jam
 = 54,63 ember/jam

Produktivitas (m³) per jam = 54,63 ember/jam x 0,012 m³/ember
 = **0,66 m³/jam**

Produktivitas (m³) per hari = 0,66 m³/jam x 7 jam kerja efektif
 = **4,59 m³/hari**

5.8.3 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 3 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 4 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 42 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 4 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	44	55	53	60	0	212
2	43	88	54	62	22	269
3	46	55	55	64	145	365
4	45	91	51	64	18	269
5	44	59	52	67	137	359
Rata2	44,4	69,6	53	63,4	64,4	294,8

Perhitungan produktivitas transfer pasir lantai 1 ke lantai 3 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 4,91 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,08 \text{ jam}} \\
 \\
 \text{Jumlah 1x angkut pasir} &= 4 \text{ ember} \\
 \text{Berat pasir 1 ember} &= 0,012 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume pasir 1x angkut} &= 0,048 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat jenis pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat pasir 1 x angkut} &= 67,2 \text{ kg/angkut} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 67,2 \text{ kg}/4,91 \text{ menit} \\
 &= 13,68 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{820,62 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 4 \text{ ember}/0,08 \text{ jam} \\
 &= 48,85 \text{ ember/jam} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} &= 48,85 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3/\text{ember} \\
 &= \mathbf{0,59 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 0,59 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{4,10 \text{ m}^3/\text{hari}}
 \end{aligned}$$

5.8.4 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 4 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 5 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 43 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 5 dengan Manual
Material Handling

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	44	67	53	74	0	238
2	43	109	54	77	22	305
3	46	68	55	79	145	393
4	45	113	51	79	18	306
5	44	73	52	83	137	389
Rata2	44,4	86	53	78,4	64,4	326,2

Perhitungan produktivitas transfer pasirlantai 1 ke lantai 5 dengan manual
material handling sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 5,44 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,09 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut pasir} &= 4 \text{ ember} \\
 \text{Berat pasir 1 ember} &= 0,012 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume pasir 1x angkut} &= 0,048 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat jenis pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat pasir 1 x angkut} &= 67,2 \text{ kg/angkut} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 67,2 \text{ kg}/5,44 \text{ menit} \\
 &= 12,36 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{741,63 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 4 \text{ ember}/0,09 \text{ jam} \\
 &= 44,14 \text{ ember/jam} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} &= 44,14 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3/\text{ember} \\
 &= \mathbf{0,53 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 0,53 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{3,71 \text{ m}^3/\text{hari}}
 \end{aligned}$$

5.8.5 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 5 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 6 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 44 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 6 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	44	79	53	88	0	264
2	43	130	54	92	22	341
3	46	82	55	94	145	422
4	45	135	51	94	18	343
5	44	87	52	99	137	419
Rata2	44,4	102,6	53	93,4	64,4	357,8

Perhitungan produktivitas transfer pasirlantai 1 ke lantai 6 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 5,96 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,10 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut pasir} &= 4 \text{ ember} \\
 \text{Berat pasir 1 ember} &= 0,012 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume pasir 1x angkut} &= 0,048 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat jenis pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat pasir 1 x angkut} &= 67,2 \text{ kg/angkut} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 67,2 \text{ kg}/5,96 \text{ menit} \\
 &= 11,27 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{676,13 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 4 \text{ ember}/0,10 \text{ jam} \\
 &= 40,25 \text{ ember/jam} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} &= 40,25 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3/\text{ember} \\
 &= \mathbf{0,48 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 0,48 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif}
 \end{aligned}$$

$$= 3,38 \text{ m}^3/\text{hari}$$

5.8.6 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 6 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 7 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 45 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 7 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	44	92	53	102	0	291
2	43	151	54	107	22	377
3	46	96	55	109	145	451
4	45	158	51	109	18	381
5	44	101	52	115	137	449
Rata2	44,4	119,6	53	108,4	64,4	389,8

Perhitungan produktivitas transfer pasir lantai 1 ke lantai 7 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\text{Waktu siklus} = 6,50 \text{ menit}$$

$$= \mathbf{0,11 \text{ jam}}$$

$$\text{Jumlah 1x angkut pasir} = 4 \text{ ember}$$

$$\text{Berat pasir 1 ember} = 0,012 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume pasir 1x angkut} = 0,048 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat jenis pasir} = 1400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat pasir 1 x angkut} = 67,2 \text{ kg/angkut}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

$$= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}}$$

$$= 67,2 \text{ kg}/6,50 \text{ menit}$$

$$= 10,34 \text{ kg/menit}$$

$$= \mathbf{620,63 \text{ kg/jam}}$$

$$= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}}$$

$$= 4 \text{ ember}/0,11 \text{ jam}$$

$$= 36,94 \text{ ember/jam}$$

$$\text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} = 36,94 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3/\text{ember}$$

$$\begin{aligned}
 &= \mathbf{0,44 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 0,44 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{3,10 \text{ m}^3/\text{hari}}
 \end{aligned}$$

5.8.7 MMH Pengangkutan Vertikal Material Pasir Naik 7 Lantai

Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali angkut manual *material handling* untuk siklus transfer pasir lantai 1 ke lantai 8 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 46 Waktu Siklus Transfer Pasir Lantai 1 ke Lantai 8 dengan Manual *Material Handling*

Siklus	LT (dt)	HT (dt)	DT (dt)	RT (dt)	ST (dt)	CT (dt)
1	44	106	53	116	0	319
2	43	172	54	122	22	413
3	46	110	55	124	145	480
4	45	181	51	124	18	419
5	44	117	52	131	137	481
Rata2	44,4	137,2	53	123,4	64,4	422,4

Perhitungan produktivitas transfer pasir lantai 1 ke lantai 8 dengan manual *material handling* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus} &= 7,04 \text{ menit} \\
 &= \mathbf{0,12 \text{ jam}} \\
 \text{Jumlah 1x angkut pasir} &= 4 \text{ ember} \\
 \text{Berat pasir 1 ember} &= 0,012 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume pasir 1x angkut} &= 0,048 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat jenis pasir} &= 1400 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat pasir 1 x angkut} &= 67,2 \text{ kg/angkut} \\
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (kg)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 67,2 \text{ kg}/7,04 \text{ menit} \\
 &= 9,55 \text{ kg/menit} \\
 &= \mathbf{572,73 \text{ kg/jam}} \\
 &= \frac{\text{Volume Angkut (ember)}}{\text{Durasi Waktu Siklus}} \\
 &= 4 \text{ ember}/0,12 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 34,09 \text{ ember/jam} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per jam} &= 34,09 \text{ ember/jam} \times 0,012 \text{ m}^3\text{/ember} \\
 &= \mathbf{0,41 \text{ m}^3\text{/jam}} \\
 \text{Produktivitas (m}^3\text{) per hari} &= 0,41 \text{ m}^3\text{/jam} \times 7 \text{ jam kerja efektif} \\
 &= \mathbf{2,86 \text{ m}^3\text{/hari}}
 \end{aligned}$$

5.9 PERHITUNGAN WAKTU TRANSFER PEKERJAAN KERAMIK 1 M²

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:

$$\text{Waktu transfer} = \frac{\text{Indeks material dalam } 1\text{m}^2}{\text{Volume material dalam 1 kali angkut}} \times \text{Durasi Siklus 1 kali angkut}$$

Tabel analisa harga satuan pekerjaan pemasangan keramik ukuran 60x60 SNI 28/PRT/M/2016 ditunjukkan seperti tabel 5.47 berikut ini.

Tabel 5. 47 Memasang 1m² lantai ubin teralux marmer ukuran (60 x 60) cm

	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 60x60 pada lantai 1 ke lantai 2 (naik 1 lantai) perhitungannya menjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu transfer pemenuhan pek. } 1 \text{ m}^2 &= \frac{3,1 \text{ bh/m}^2}{20 \text{ bh}} \times 0,045 \text{ jam} \\
 &= 0,0070 \text{ jam/m}^2
 \end{aligned}$$

5.9.1. Waktu Transfer Material Hoist untuk Pekerjaan Keramik 1 m²

Perhitungan waktu transfer menggunakan *material hoist* pada pengangkutan material keramik 60x60, semen, dan pasir untuk tiap-tiap ketinggian secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.48 berikut ini.

Tabel 5. 48 Waktu Transfer dengan *Material Hoist* dalam memenuhi Kebutuhan Material Pekerjaan Keramik 1 m²

Ketinggian Transfer <i>Material Hoist</i>	Waktu Transfer 1 m ² Material Keramik (jam/m ²)	Waktu Transfer 1 m ² Material Semen (jam/m ²)	Waktu Transfer 1 m ² Material 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

5.9.2. Waktu Transfer *Manual Material Handling* Pekerjaan Keramik 1 m²

Perhitungan waktu transfer menggunakan *manual material handling* pada pengangkutan material keramik 60x60, semen, dan pasir untuk tiap-tiap ketinggian secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.49 berikut ini.

Tabel 5. 49 Waktu Transfer dengan *Manual Material Handling* dalam memenuhi Kebutuhan Material Pekerjaan Keramik 1 m²

Ketinggian Transfer <i>MMH</i>	Waktu Transfer 1 m ² Material Keramik (jam/m ²)	Waktu Transfer 1 m ² Material Semen (jam/m ²)	Waktu Transfer 1 m ² Material 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

5.10 PERHITUNGAN BIAYA TRANSFER MATERIAL

5.10.1 Biaya Transfer *Material Hoist*

Pada saat dilapangan alat berat *Materials Hoist* sudah ada berdiri di proyek. Jadi waktu *Materials Hoist* beroperasi sudah proyek berjalan lama karena *Materials Hoist* dibutuhkan untuk mengangkut material-material lainnya. Berikut ini perhitungan biaya operasional *Materials Hoist* selama 1 bulan.

Tabel 5. 50 Perhitungan Biaya Alat *Material Hoist*

No	Pekerjaan	Jumlah	Satuan	Harga satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Sewa <i>material hoist</i>	1	bulan	9.000.000	9.000.000
2	Mobilisasi demobilisasi	1	unit	2.000.000	2.000.000
3	Bahan bakar (listrik)	25	hari	75.000	1.875.000
4	Pasang bongkar tower	1	unit	2.500.000	2.500.000
5	PPN 10%	-	-	900.000	900.000
Total biaya sewa alat (awal)					16.275.000

Kontrak Sewa Alat 17 bulan dari *time schedule* dari April 2018 (mulai pekerjaan struktur lantai 2) s/d Agustus 2019 (*finishing facade*). Adapun biaya *material hoist* perbulan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 51 Perhitungan Biaya Alat *Material Hoist* per bulan

No	Pekerjaan	Jumlah	Satuan	Harga satuan (Rp)	Frekuensi pembayaran	Koefisien	Biaya sewa perbulan proyek(Rp)
1	Sewa <i>material hoist</i>	1	bulan	9.000.000	perbulan	1	9.000.000,00
2	Mobilisasi demobilisasi	1	unit	2.000.000	saat awal	17	117.647,06
3	Bahan bakar (listrik)	25	hari	75.000	perbulan	1	1.875.000,00
4	Pasang bongkar tower	1	unit	2.500.000	saat awal	17	147.058,82
5	PPN 10%	-	-	900.000	perbulan	1	900.000,00
Total biaya							12.039.705,88
Biaya perhari (asumsi 1 bulan = 25 hari kerja)							481.588,24
Biaya perjam (asumsi 1 hari = 8 jam kerja)							60.193,53

Perhitungan biaya tenaga kerja transfer material menggunakan *material hoist* sebagai berikut.

Tenaga kerja :

Pekerja muat = 2 orang

Pekerja bongkar = 3 orang

Operator = - (*include*)

Upah tenaga kerja

Pekerja muat = Rp. 80.000,-/hari

Pekerja bongkar = Rp. 80.000,-/hari

Operator = Rp. 100.000,-/hari

Tabel 5. 52 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja *Material Hoist*

No	Tenaga kerja	Jumlah (orang)	Harga satuan (Rp)	Jumlah biaya perhari (Rp)
1	Pekerja muat	2	80.000	160.000
2	Pekerja bongkar	3	80.000	240.000
3	Operator	-	100.000	-
Total biaya tenaga kerja perhari				400.000
Total biaya tenaga kerja perjam (8 jam kerja)				50.000

Perhitungan biaya total transfer material menggunakan *material hoist* sebagai berikut.

Tabel 5. 53 Perhitungan Biaya Transfer *Material Hoist*

No	Jenis biaya	Biaya (Rp/jam)
1	Biaya alat	60.198,53
2	Biaya tenaga kerja	50.000,00
Total biaya MH		110.198,53

Maka didapat harga penggunaan transfer material menggunakan *Material Hoist* pada proyek Hotel *Malioboro Suite* adalah sebesar Rp. 110.198,53 per jam. Jika dihitung biaya transfer material hoist untuk tiap material dalam pemenuhan kebutuhan pekerjaan keramik dalam 1 m² naik 1 lantai adalah sebagai berikut.

- Biaya Transfer Keramik 60x60 Pemenuhan 1m²
 Waktu angkut untuk 1 m² = 0,0070 jam/m²
 Biaya transfer keramik 60x60 = Biaya Transfer x Waktu Angkut
 = 110.198,53 Rp/jam x 0,0070 jam/m²
 = Rp 766,74/m²
- Biaya Transfer Semen Pemenuhan 1m²
 Waktu angkut untuk 1 m² = 0,0010 jam/m²
 Biaya transfer semen = Biaya Transfer x Waktu Angkut
 = 110.198,53 Rp/jam x 0,0010 jam/m²
 = Rp 113,58/m²
- Biaya Transfer Pasir Pemenuhan 1m²
 Waktu angkut untuk 1 m² = 0,0085 jam/m²
 Biaya transfer pasir = Biaya Transfer x Waktu Angkut
 = 110.198,53 Rp/jam x 0,0085 jam/m²
 = Rp 935,81/m²

Perhitungan biaya transfer dalam pemenuhan 1 m² pekerjaan keramik 60x60 menggunakan material hoist pada pengangkutan material keramik 60x60, semen, dan pasir untuk tiap-tiap ketinggian secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.54 berikut ini.

Tabel 5. 54 Biaya Transfer dengan *Material Hoist* dalam memenuhi Kebutuhan Material Pekerjaan Keramik 1 m²

Ketinggian Transfer <i>Material Hoist</i>	Biaya Transfer 1 m ² Material Keramik (Rp/m ²)	Biaya Transfer 1 m ² Material Semen (Rp/m ²)	Biaya Transfer 1 m ² Material 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

5.10.2 Biaya Transfer *Manual Material Handling*

Aktifitas Transfer dengan *manual material handling* pada Proyek Hotel *Malioboro Suite* tidak membutuhkan alat khusus sehingga perhitungan biaya tenaga kerja transfer material menggunakan *manual material handling* sebagai berikut.

Tenaga kerja:

Pekerja muat = 2 orang

Pekerja bongkar = 2 orang (*include*)

Operator = -

Upah tenaga kerja

Pekerja muat = Rp. 80.000,-/hari

Pekerja bongkar = Rp. 80.000,-/hari

Operator = Rp. 100.000,-/hari

Tabel 5. 55 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja *Manual Material Handling*

No	Tenaga kerja	Jumlah (orang)	Harga satuan (Rp)	Jumlah biaya perhari (Rp)
1	Pekerja muat	2	80.000	160.000
2	Pekerja bongkar	(include)	80.000	-
3	Operator	-	100.000	-
Total biaya tenaga kerja perhari				160.000
Total biaya tenaga kerja perjam (8 jam kerja)				20.000

Perhitungan biaya total transfer material menggunakan *material hoist* sebagai berikut.

Tabel 5. 56 Perhitungan Biaya Transfer *Manual Material Handling*

No	Jenis biaya	Biaya (Rp/jam)
1	Biaya alat	-
2	Biaya tenaga kerja	20.000,00
Total biaya MMH		20.000,00

Maka didapat harga penggunaan transfer material menggunakan *Manual Material Handling* pada proyek Hotel *Malioboro Suite* adalah sebesar Rp. 20.000,00 per jam. Jika dihitung biaya transfer *manual material handling* untuk tiap material dalam pemenuhan kebutuhan pekerjaan keramik dalam 1 m² pada siklus transfer lantai 1 ke lantai 2 (naik 1 lantai) adalah sebagai berikut.

- Biaya Transfer Keramik 60x60 Pemenuhan 1m²
 Waktu angkut untuk 1 m² = 0,0254 jam/m²
 Biaya transfer keramik 60x60 = Biaya Transfer x Waktu Angkut
 = 20.000,00 Rp/jam x 0,0254 jam/m²
 = Rp 507,63/m²
- Biaya Transfer Semen Pemenuhan 1m²
 Waktu angkut untuk 1 m² = 0,0116 jam/m²
 Biaya transfer semen = Biaya Transfer x Waktu Angkut
 = 20.000,00 Rp/jam x 0,0116 jam/m²
 = Rp 232,13/m²
- Biaya Transfer Pasir Pemenuhan 1m²
 Waktu angkut untuk 1 m² = 0,0529 jam/m²
 Biaya transfer pasir = Biaya Transfer x Waktu Angkut
 = 20.000,00 Rp/jam x 0,0529 jam/m²
 = Rp 1057,29/m²

Perhitungan biaya transfer dalam pemenuhan 1 m² pekerjaan keramik 60x60 menggunakan *manual material handling* pada pengangkutan material keramik 60x60, semen, dan pasir untuk tiap-tiap ketinggian secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.57 berikut ini.

Tabel 5. 57 Biaya Transfer dengan *Manual Material Handling* dalam memenuhi Kebutuhan Material Pekerjaan Keramik 1 m²

Ketinggian Transfer MMH	Biaya Transfer 1 m ² Material Keramik (Rp/m ²)	Biaya Transfer 1 m ² Material Semen (Rp/m ²)	Biaya Transfer 1 m ² Material 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

5.11 PRODUKTIVITAS, WAKTU, DAN BIAYA TRANSFER

5.11.1 Rekapitulasi Produktivitas, Waktu, Dan Biaya Transfer *Material Hoist*

Rekap produksi, waktu dan biaya transfer dengan menggunakan *material hoist* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 58 Rekap Produksi, Waktu dan Biaya Transfer *Material Hoist*

1. *Material hoist transfer material lantai 1 ke lantai 2 ketinggian 4 m*

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	20	bh	445,54	bh/jam	0,0070	jam/m ²	766,74	Rp/m ²
Semen	400	kg	9314,36	kg/jam	0,0010	jam/m ²	113,58	Rp/m ²
Pasir	0,504	m ³	5,30	m ³ /jam	0,0085	jam/m ²	935,81	Rp/m ²
Total					0,0165	jam/m²	1.816,13	Rp/m²

2. *Material hoist transfer material lantai 1 ke lantai 3 ketinggian 8 m*

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	20	bh	396,48	bh/jam	0,0078	jam/m ²	861,63	Rp/m ²
Semen	400	kg	8200,46	kg/jam	0,0012	jam/m ²	129,01	Rp/m ²
Pasir	0,504	m ³	4,99	m ³ /jam	0,0090	jam/m ²	993,21	Rp/m ²
Total					0,0180	jam/m²	1.983,84	Rp/m²

Lanjutan Tabel 5.58 Rekap Produksi, Waktu dan Biaya Transfer *Material Hoist*

3. Material hoist transfer material lantai 1 ke lantai 4 ketinggian 12 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	20	bh	357,14	bh/jam	0,0087	jam/m ²	956,52	Rp/m ²
Semen	400	kg	7324,52	kg/jam	0,0013	jam/m ²	144,43	Rp/m ²
Pasir	0,504	m ³	4,72	m ³ /jam	0,0095	jam/m ²	1.050,60	Rp/m ²
Total					0,0195	jam/m²	2.151,56	Rp/m²

4. Material hoist transfer material lantai 1 ke lantai 5 ketinggian 16 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	20	bh	324,91	bh/jam	0,0095	jam/m ²	1.051,42	Rp/m ²
Semen	400	kg	6617,65	kg/jam	0,0015	jam/m ²	159,86	Rp/m ²
Pasir	0,504	m ³	4,48	m ³ /jam	0,0101	jam/m ²	1.108,00	Rp/m ²
Total					0,0210	jam/m²	2.319,28	Rp/m²

5. Material hoist transfer material lantai 1 ke lantai 6 ketinggian 20 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	20	bh	298,01	bh/jam	0,0104	jam/m ²	1.146,31	Rp/m ²
Semen	400	kg	6035,21	kg/jam	0,0016	jam/m ²	175,29	Rp/m ²
Pasir	0,504	m ³	4,26	m ³ /jam	0,0106	jam/m ²	1.165,39	Rp/m ²
Total					0,0226	jam/m²	2.486,99	Rp/m²

6. Material hoist transfer material lantai 1 ke lantai 7 ketinggian 24 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	20	bh	275,23	bh/jam	0,0113	jam/m ²	1.241,20	Rp/m ²
Semen	400	kg	5547,00	kg/jam	0,0017	jam/m ²	190,72	Rp/m ²
Pasir	0,504	m ³	4,06	m ³ /jam	0,0111	jam/m ²	1.222,79	Rp/m ²
Total					0,0241	jam/m²	2.654,71	Rp/m²

Lanjutan Tabel 5.58 Rekap Produksi, Waktu dan Biaya Transfer *Material Hoist*

7. Material hoist transfer material lantai 1 ke lantai 8 ketinggian 28 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	20	bh	255,14	bh/jam	0,0122	jam/m ²	1.338,94	Rp/m ²
Semen	400	kg	5113,64	kg/jam	0,0019	jam/m ²	206,88	Rp/m ²
Pasir	0,504	m ³	3,86	m ³ /jam	0,0117	jam/m ²	1.285,10	Rp/m ²
Total					0,0257	jam/m²	2.830,93	Rp/m²

5.11.2 Rekapitulasi Produktivitas, Waktu, Dan Biaya Transfer MMH

Rekap produksi, waktu dan biaya transfer dengan menggunakan *manual material handling (MMH)* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 59 Rekap Produksi, Waktu dan Biaya Transfer Manual *Material Handling*

1. Manual material handling transfer material lantai 1 ke lantai 2 ketinggian 4 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	8	bh	122,14	bh/jam	0,0254	jam/m ²	507,63	Rp/m ²
Semen	80	kg	827,11	kg/jam	0,0116	jam/m ²	232,13	Rp/m ²
Pasir	0,048	m ³	0,85	m ³ /jam	0,0529	jam/m ²	1.057,29	Rp/m ²
Total					0,0899	jam/m²	1.797,05	Rp/m²

2. Manual material handling transfer material lantai 1 ke lantai 3 ketinggian 8 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	8	bh	95,43	bh/jam	0,0325	jam/m ²	649,71	Rp/m ²
Semen	80	kg	674,47	kg/jam	0,0142	jam/m ²	284,67	Rp/m ²
Pasir	0,048	m ³	0,66	m ³ /jam	0,0686	jam/m ²	1.372,92	Rp/m ²
Total					0,1154	jam/m²	2.307,29	Rp/m²

Tabel 5. 60 Rekap Produksi, Waktu dan Biaya Transfer Manual *Material Handling*

3. Manual material handling transfer material lantai 1 ke lantai 4 ketinggian 12 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	8	bh	85,61	bh/jam	0,0362	jam/m ²	724,19	Rp/m ²
Semen	80	kg	614,86	kg/jam	0,0156	jam/m ²	312,27	Rp/m ²
Pasir	0,048	m ³	0,59	m ³ /jam	0,0768	jam/m ²	1.535,42	Rp/m ²
Total					0,1286	jam/m²	2.571,88	Rp/m²

4. Manual material handling transfer material lantai 1 ke lantai 5 ketinggian 16 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	8	bh	77,67	bh/jam	0,0399	jam/m ²	798,25	Rp/m ²
Semen	80	kg	564,71	kg/jam	0,0170	jam/m ²	340,00	Rp/m ²
Pasir	0,048	m ³	0,53	m ³ /jam	0,0849	jam/m ²	1.698,96	Rp/m ²
Total					0,1419	jam/m²	2.837,21	Rp/m²

5. Manual material handling transfer material lantai 1 ke lantai 6 ketinggian 20 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	8	bh	70,90	bh/jam	0,0437	jam/m ²	874,46	Rp/m ²
Semen	80	kg	521,74	kg/jam	0,0184	jam/m ²	368,00	Rp/m ²
Pasir	0,048	m ³	0,48	m ³ /jam	0,0932	jam/m ²	1.863,54	Rp/m ²
Total					0,1553	jam/m²	3.106,00	Rp/m²

6. Manual material handling transfer material lantai 1 ke lantai 7 ketinggian 24 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	8	bh	65,22	bh/jam	0,0475	jam/m ²	950,67	Rp/m ²
Semen	80	kg	486,65	kg/jam	0,0197	jam/m ²	394,53	Rp/m ²
Pasir	0,048	m ³	0,44	m ³ /jam	0,1015	jam/m ²	2.030,21	Rp/m ²
Total					0,1688	jam/m²	3.375,41	Rp/m²

Lanjutan Tabel 5.59 Rekap Produksi, Waktu dan Biaya Transfer Manual *Material Handling*

7. Manual material handling transfer material lantai 1 ke lantai 8 ketinggian 28 m

Material transfer	Volume 1 x angkutan	Sat	Produktivitas	Sat	Waktu angkut untuk 1 m ² pekerjaan keramik	Sat	Biaya transfer	Sat
Keramik	8	bh	60,38	bh/jam	0,0513	jam/m ²	1.026,88	Rp/m ²
Semen	80	kg	455,84	kg/jam	0,0211	jam/m ²	421,20	Rp/m ²
Pasir	0,048	m ³	0,41	m ³ /jam	0,1100	jam/m ²	2.200,00	Rp/m ²
Total					0,1824	jam/m²	3.648,08	Rp/m²

5.12 PERBANDINGAN NILAI BIAYA DAN WAKTU TRANSFER

Pada subbab ini direkap nilai waktu dan biaya pada transfer dengan *material hoist* dan *manual material handling*. Selisih waktu dan biaya pada tiap ketinggian siklus dihitung dengan cara lantai siklus dikurang dengan lantai sebelumnya.

Adapun perhitungannya selisih waktu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Selisih waktu lantai 1-2} &= \text{Waktu siklus lantai 1-2} - \text{Waktu siklus lantai 1-2} \\ &= 0,0165 \text{ jam/m}^2 - 0,0165 \text{ jam/m}^2 \\ &= 0,0000 \text{ jam/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih waktu lantai 1-3} &= \text{Waktu siklus lantai 1-3} - \text{Waktu siklus lantai 1-2} \\ &= 0,0180 \text{ jam/m}^2 - 0,0165 \text{ jam/m}^2 \\ &= 0,0015 \text{ jam/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih waktu lantai 1-4} &= \text{Waktu siklus lantai 1-4} - \text{Waktu siklus lantai 1-3} \\ &= 0,0195 \text{ jam/m}^2 - 0,0180 \text{ jam/m}^2 \\ &= 0,0015 \text{ jam/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungannya selisih biaya siklus adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Selisih biaya lantai 1-2} &= \text{Biaya siklus lantai 1-2} - \text{Biaya siklus lantai 1-2} \\ &= 1.816,13 \text{ Rp/m}^2 - 1.816,13 \text{ Rp/m}^2 \\ &= 0,00 \text{ Rp/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih biaya lantai 1-3} &= \text{Biaya siklus lantai 1-3} - \text{Biaya siklus lantai 1-2} \\ &= 1983,84 \text{ Rp/m}^2 - 1.816,13 \text{ Rp/m}^2 \\ &= 167,72 \text{ Rp/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih biaya lantai 1-4} &= \text{Biaya siklus lantai 1-4} - \text{Biaya siklus lantai 1-3} \\ &= 2151,56 \text{ Rp/m}^2 - 1983,84 \text{ Rp/m}^2 \end{aligned}$$

$$= 167,72 \text{ Rp/m}^2$$

Sedangkan nilai deviasi waktu dan biaya pada pembahasan adalah selisih nilai nilai (waktu atau biaya) *manual material handling* pada ketinggian tertentu dikurangi nilai *material hoist* pada ketinggian yang sama

5.12.1 Rekap Perbandingan Transfer *Material Hoist* terhadap Ketinggian

Rekap produksi, waktu dan biaya transfer dengan menggunakan *material hoist* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 61 Rekap Perbandingan dan Selisih Nilai Biaya dan Waktu Transfer *Material Hoist*

Transfer <i>material hoist</i>	Waktu (jam/m ²)	Biaya (Rp/m ²)	Ketinggian (m)	Keterangan	Selisih waktu (jam/m ²)	Selisih biaya (Rp/m ²)
Lantai 1 - 2	0,0165	1.816,13	4	1 lantai	0	0
Lantai 1 - 3	0,0180	1.983,84	8	2 lantai	0,0015	167,72
Lantai 1 - 4	0,0195	2.151,56	12	3 lantai	0,0015	167,72
Lantai 1 - 5	0,0210	2.319,28	16	4 lantai	0,0015	167,72
Lantai 1 - 6	0,0226	2.486,99	20	5 lantai	0,0015	167,72
Lantai 1 - 7	0,0241	2.654,71	24	6 lantai	0,0015	167,72
Lantai 1 - 8	0,0257	2.830,93	28	7 lantai	0,0016	176,22

5.12.2 Rekap Perbandingan Transfer *MMH* terhadap Ketinggian

Rekap perbandingan dan selisih nilai biaya dan waktu transfer dengan menggunakan *manual material handling (MMH)* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 62 Rekap Perbandingan dan Selisih Nilai Biaya dan Waktu Transfer *Manual Material Handling*

Transfer <i>MMH</i>	Waktu (jam/m ²)	Biaya (Rp/m ²)	Ketinggian (m)	Keterangan	Selisih waktu (jam/m ²)	Selisih biaya (Rp/m ²)
Lantai 1 - 2	0,0899	1.797,05	4	1 lantai	0	0
Lantai 1 - 3	0,1154	2.307,29	8	2 lantai	0,0255	510,24
Lantai 1 - 4	0,1286	2.571,88	12	3 lantai	0,0132	264,59
Lantai 1 - 5	0,1419	2.837,21	16	4 lantai	0,0133	265,33
Lantai 1 - 6	0,1553	3.106,00	20	5 lantai	0,0134	268,79
Lantai 1 - 7	0,1688	3.375,41	24	6 lantai	0,0135	269,41
Lantai 1 - 8	0,1824	3.648,08	28	7 lantai	0,0136	272,67

5.12.3 Rekap Perbandingan Transfer Antara *MH* dan *MMH*

Hasil analisa data pada perhitungan sebelumnya akan dibandingkan antara transfer *material hoist (MH)* dan *manual material handling (MMH)*. Nilai deviasi atau selisih nilai tersebut didapatkan dari nilai (waktu atau biaya) manual material handling pada ketinggian tertentu dikurangi nilai *material hoist* pada ketinggian yang sama. Jika waktu memiliki nilai positif, maka *material hoist* memiliki waktu lebih efektif dibandingkan dengan *manual material handling* dan begitu juga sebaliknya. Sedangkan jika biaya memiliki nilai positif, maka *material hoist* memiliki biaya lebih efisien dibandingkan dengan *manual material handling* dan begitu juga sebaliknya. Rekap perbandingan dan selisih nilai biaya dan waktu transfer antara *material hoist* dan *manual material handling* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 63 Rekap Perbandingan dan Selisih Nilai Biaya Dan Waktu Transfer Antara *Material Hoist* Dan *Manual Material Handling*

Ketinggian Transfer	Material Hoist		Manual Material Handling		Deviasi	
	Waktu (jam/m ²)	Biaya (Rp/m ²)	Waktu (jam/m ²)	Biaya (Rp/m ²)	Waktu (jam/m ²)	Biaya (Rp/m ²)
Lantai 1 - 2	0,0165	1.816,13	0,0899	1.797,05	0,0734	-19,08
Lantai 1 - 3	0,0180	1.983,84	0,1154	2.307,29	0,0974	323,45
Lantai 1 - 4	0,0195	2.151,56	0,1286	2.571,88	0,1091	420,32
Lantai 1 - 5	0,0210	2.319,28	0,1419	2.837,21	0,1208	517,93
Lantai 1 - 6	0,0226	2.486,99	0,1553	3.106,00	0,1327	619,01
Lantai 1 - 7	0,0241	2.654,71	0,1688	3.375,41	0,1447	720,70
Lantai 1 - 8	0,0257	2.830,93	0,1824	3.648,08	0,1567	817,15

BAB VI PEMBAHASAN

6.1 SELISIH WAKTU DAN BIAYA TIAP LANTAI DAN 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 6. 1 Selisih Biaya dan Waktu Transfer *Material Hoist*

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

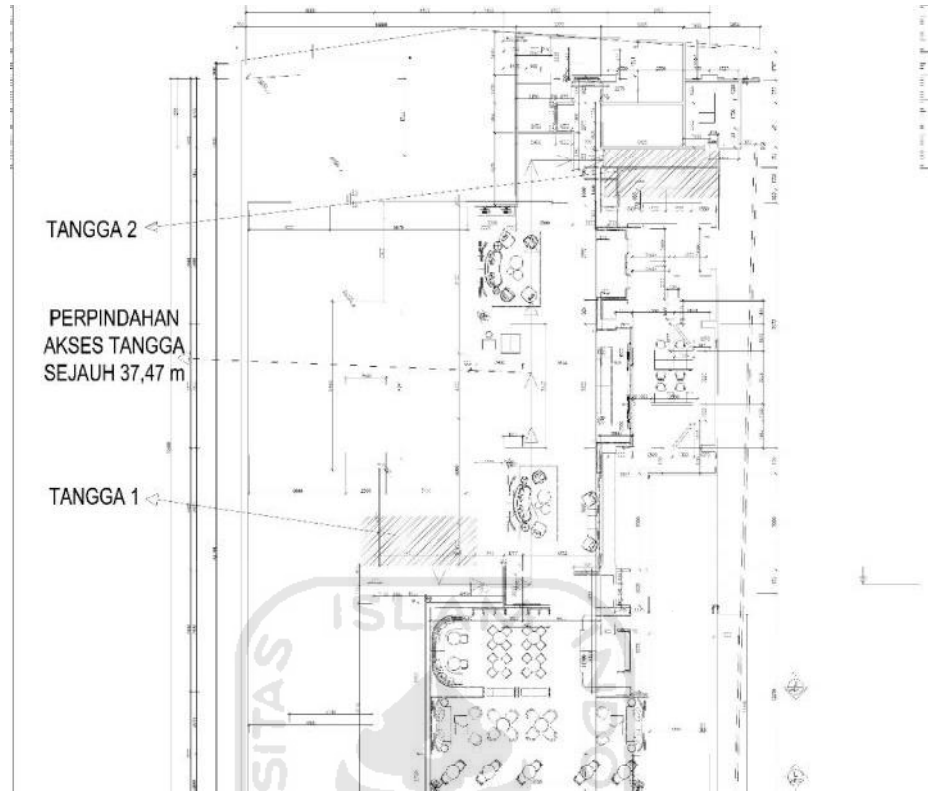
Tabel 6.1. diatas menunjukkan bahwa selisih waktu transfer material menggunakan *material hoist* cenderung sama kecuali pada transfer material lantai 1- 8 dengan ketinggian 28 m, perbedaan selisih waktu ini cukup kecil dibandingkan pada ketinggian lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa waktu yang digunakan 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 6. 2 Selisih Biaya dan Waktu Transfer Manual *Material Handling*

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

Tabel 6.2. diatas 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 table 6.2 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 aktifitas transfer *manual material handling*. Adapun perbedaan jalur akses bisa dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6. 1 Posisi Tangga Akses Vertikal MMH Pada Lantai 2

Pada gambar 6.1 menunjukkan adanya perpindahan akses dari tangga 1 ke tangga 2 pada saat transfer vertikal dengan *manual material handling*. Analisis kehilangan waktu saat perpindahan akses tangga 1 ke tangga 2 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata waktu siklus MMH} &= \frac{\text{Jumlah waktu lantai 1-4 s/d waktu lantai 1-8}}{\text{Jumlah data}} \\
 &= \frac{0,0132+0,0133+0,0134+0,0135+0,0136}{5} \\
 &= 0,0134 \text{ jam/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kehilangan waktu transfer} &= \text{Waktu siklus lantai 1-3} - \text{Rata-rata waktu} \\
 &= 0,0255 \text{ jam/m}^2 - 0,0134 \text{ jam/m}^2 \\
 &= 0,0121 \text{ jam/m}^2
 \end{aligned}$$

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. Adapun untuk mengetahui besaran/kelebihan biaya akibat dari kehilangan waktu transfer pada siklus lantai 1-3 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata biaya siklus MMH} &= \frac{\text{Jumlah biaya lantai 1-4 s/d biaya lantai 1-8}}{\text{Jumlah data}} \\
 &= \frac{264,59+265,33+268,79+269,41+272,67}{5} \\
 &= 268,16 \text{ Rp/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kelebihan biaya transfer} &= \text{Biaya siklus lantai 1-3} - \text{Rata-rata biaya} \\
 &= 510,24 \text{ Rp/m}^2 - 268,16 \text{ Rp/m}^2 \\
 &= 242,09 \text{ Rp/m}^2
 \end{aligned}$$

Maka 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 perhitungan sebagai berikut.

1. Waktu Transfer Material lantai 1-3

$$\text{Waktu untuk 1 m}^2 \text{ lantai 1-2} = 0,0899 \text{ jam/m}^2$$

$$\text{Rata-rata kenaikan waktu siklus} = 0,0134 \text{ jam/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus lantai 1-3} &= \text{Waktu lantai 1-2} + \text{Rata-rata waktu} \\
 &= 0,0899 \text{ jam/m}^2 + 0,0134 \text{ jam/m}^2 \\
 &= 0,1033 \text{ jam/m}^2
 \end{aligned}$$

2. Biaya Transfer Material lantai 1-3

$$\text{Biaya untuk 1 m}^2 \text{ lantai 1-2} = 1797,05 \text{ Rp/m}^2$$

$$\text{Rata-rata kenaikan biaya siklus} = 268,16 \text{ Rp/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus lantai 1-3} &= \text{Biaya lantai 1-2} + \text{Rata-rata biaya} \\
 &= 1797,05 \text{ Rp/m}^2 + 268,16 \text{ Rp/m}^2 \\
 &= 2065,21 \text{ Rp/m}^2
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan asumsi penambahan biaya dan waktu perlantai dengan rata-rata kenaikan biaya dan waktu yang sama pada setiap kenaikan lantai dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. 3 Perubahan waktu dan biaya MMH skema tanpa pindah jalur tangga

Transfer <i>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

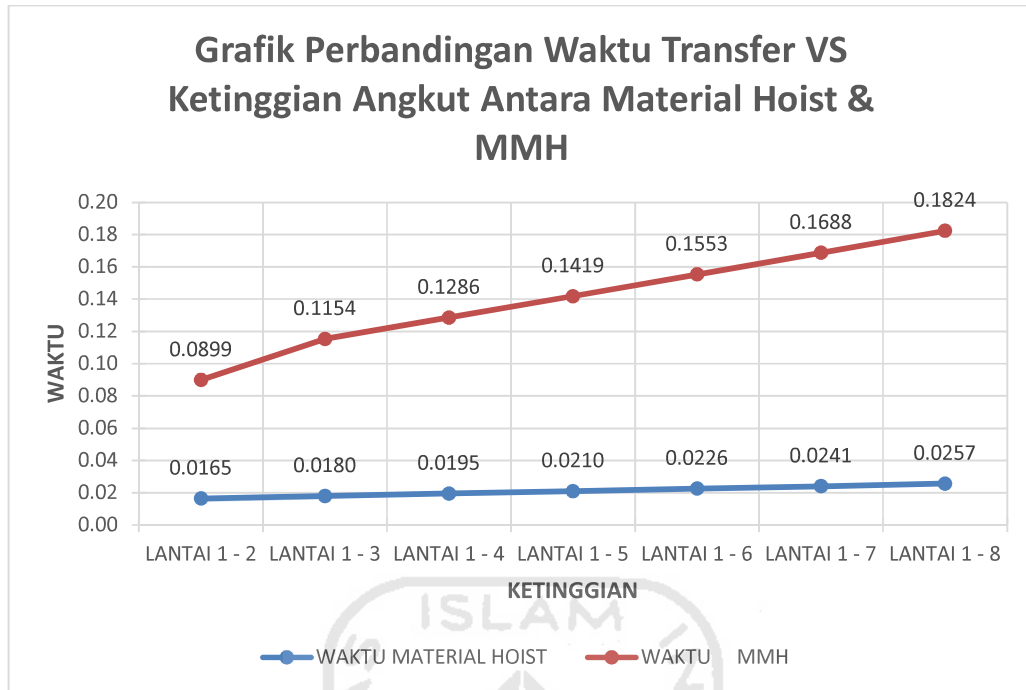
6.2 HUBUNGAN ANTARA WAKTU DAN KETINGGIAN

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 6. 4 Waktu dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Transfer material	Ketinggian (m)	Keterangan	Waktu (jam/m ²)	
			<i>Material hoist</i>	<i>Manual Material Handling</i>
Lantai 1 - 2	4	1 lantai	0,0165	0,0899
Lantai 1 - 3	8	2 lantai	0,0180	0,1154
Lantai 1 - 4	12	3 lantai	0,0195	0,1286
Lantai 1 - 5	16	4 lantai	0,0210	0,1419
Lantai 1 - 6	20	5 lantai	0,0226	0,1553
Lantai 1 - 7	24	6 lantai	0,0241	0,1688
Lantai 1 - 8	28	7 lantai	0,0257	0,1824

Tabel 6.4. diatas menunjukkan waktu transfer material menggunakan *material hoist* lebih kecil dibandingkan *manual material handling* untuk tiap ketinggian yang berbeda.



Gambar 6. 2 Hubungan antara Waktu dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Grafik 6.2. diatas menunjukkan waktu transfer material menggunakan *material hoist* selalu lebih kecil dibandingkan *manual material handling* untuk tiap ketinggian yang berbeda. Semakin besar ketinggian selisih waktu transfer material menggunakan *material hoist* dan *manual material handling* semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa waktu transfer material menggunakan *material hoist* lebih efektif dibandingkan *manual material handling*, dan semakin efektif pada ketinggian yang tinggi.

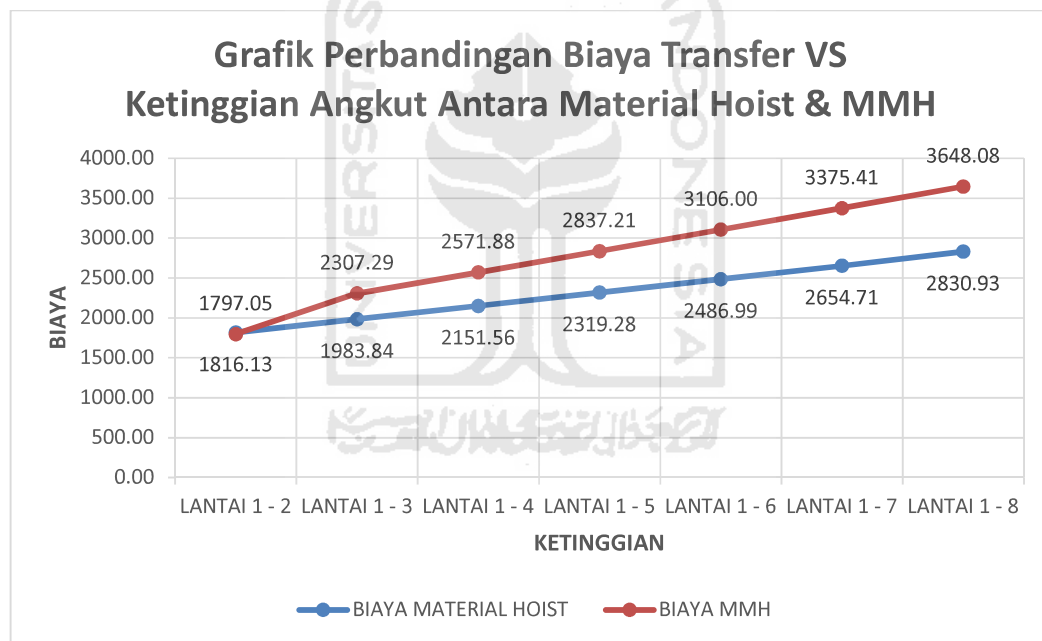
6.3 HUBUNGAN ANTARA BIAYA DAN KETINGGIAN

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

Tabel 6. 5 Biaya dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

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

Tabel 6.5. diatas menunjukkan biaya transfer material menggunakan *material hoist* lebih kecil dibandingkan manual *material handling* untuk tiap ketinggian yang berbeda, kecuali pada ketinggian 4 m.



Gambar 6. 3 Hubungan antara Biaya dan Ketinggian Transfer Material dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Grafik 6.3. menunjukkan biaya transfer material menggunakan *material hoist* lebih kecil dibandingkan manual *material handling* kecuali pada ketinggian 4 m. Semakin besar ketinggian selisih biaya transfer material menggunakan *material hoist* dan *manual material handling* semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa biaya transfer material menggunakan *material hoist* lebih efektif dibandingkan *manual material handling*, dan semakin efektif pada ketinggian yang tinggi. Sedangkan untuk ketinggian yang rendah 4 m biaya transfer material menggunakan *material hoist* lebih besar dibandingkan *manual material handling*.

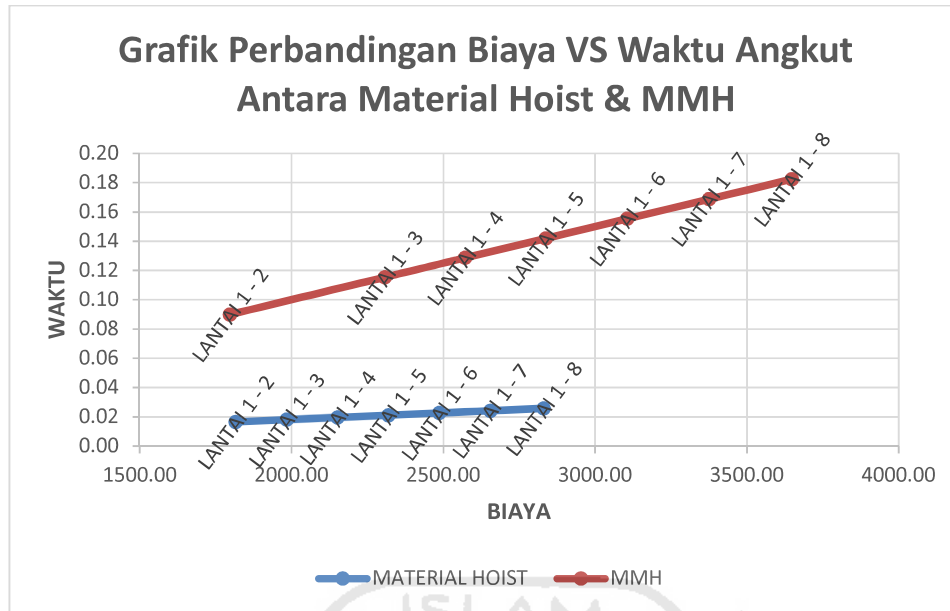
6.4 HUBUNGAN ANTARA BIAYA DAN WAKTU

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

Tabel 6. 6 Biaya dan Waktu Transfer Material dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Transfer material	<i>Material hoist</i>		<i>Manual Material Handling</i>	
	Waktu (jam/m ²)	Biaya (Rp/m ²)	Waktu (jam/m ²)	Biaya (Rp/m ²)
Lantai 1 - 2	0,0165	1.816,13	0,0899	1.797,05
Lantai 1 - 3	0,0180	1.983,84	0,1154	2.307,29
Lantai 1 - 4	0,0195	2.151,56	0,1286	2.571,88
Lantai 1 - 5	0,0210	2.319,28	0,1419	2.837,21
Lantai 1 - 6	0,0226	2.486,99	0,1553	3.106,00
Lantai 1 - 7	0,0241	2.654,71	0,1688	3.375,41
Lantai 1 - 8	0,0257	2.830,93	0,1824	3.648,08

Tabel 6.6. diatas menunjukkan waktu dan biaya transfer material menggunakan *material hoist* semakin tinggi seiring dengan besarnya ketinggian. Demikian pula waktu dan biaya transfer material menggunakan *manual material handling* semakin tinggi seiring dengan besarnya ketinggian.



Gambar 6. 4 Hubungan antara Biaya dan Waktu Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Grafik 6.4. 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.

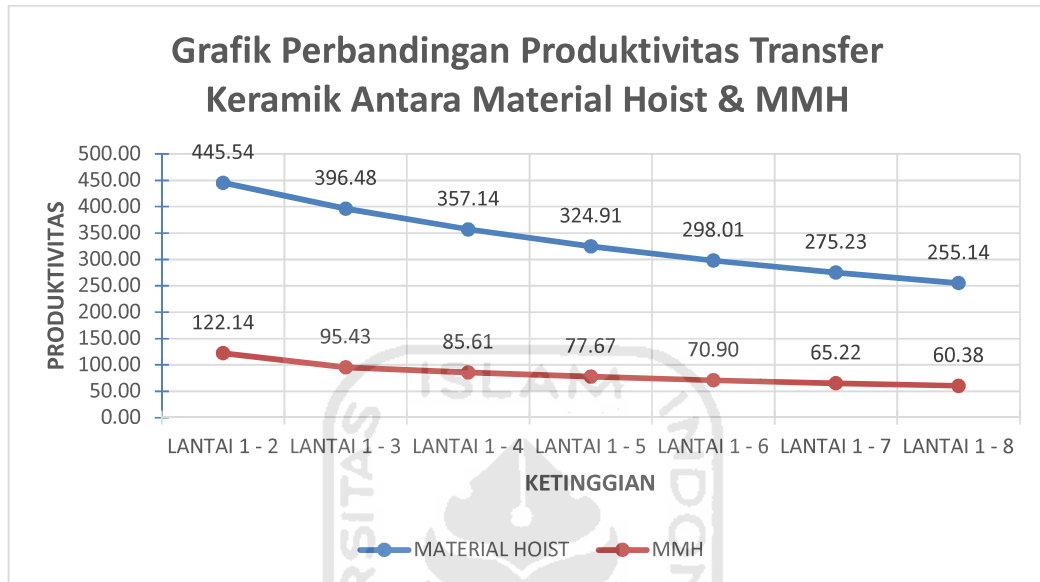
6.5 HUBUNGAN PRODUKTIVITAS TRANSFER MATERIAL KERAMIK

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

Tabel 6. 7 Produktivitas Transfer Material Keramik dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Transfer material	Ketinggian (m)	Keterangan	Produktivitas (bh/jam)	
			<i>Material hoist</i>	<i>Manual Material Handling</i>
Lantai 1 - 2	4	1 lantai	445,54	122,14
Lantai 1 - 3	8	2 lantai	396,48	95,43
Lantai 1 - 4	12	3 lantai	357,14	85,61
Lantai 1 - 5	16	4 lantai	324,91	77,67
Lantai 1 - 6	20	5 lantai	298,01	70,90
Lantai 1 - 7	24	6 lantai	275,23	65,22
Lantai 1 - 8	28	7 lantai	255,14	60,38

Tabel 6.7. diatas menunjukkan produktivitas transfer material keramik menggunakan *material hoist* lebih tinggi dibandingkan dengan *manual material handling*. Produktivitas akan semakin berkurang dengan semakin tinggi transfer material keramik.



Gambar 6. 5 Grafik Perbandingan Produktivitas Transfer Material Keramik dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Grafik 6.5. diatas menunjukkan transfer material keramik menggunakan *material hoist* lebih besar dibandingkan dengan *manual material handling*. Semakin tinggi ketinggian transfer semakin berkurang berkurang. Berkurangnya produktivitas transfer material keramik menggunakan *material hoist* lebih tajam dibandingkan dengan *manual material handling*.

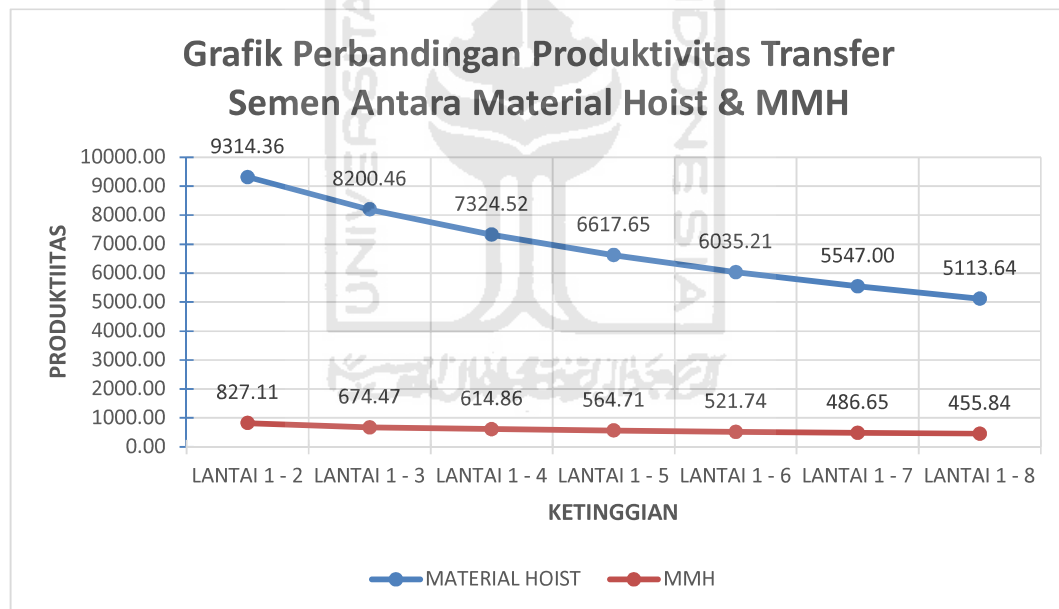
6.6 HUBUNGAN PRODUKTIVITAS TRANSFER MATERIAL SEMEN

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

Tabel 6. 8 Produktivitas Transfer Material Semen dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Transfer material	Ketinggian (m)	Keterangan	Produktivitas (kg/jam)	
			<i>Material hoist</i>	<i>Manual Material Handling</i>
Lantai 1 - 2	4	1 lantai	9314,36	827,11
Lantai 1 - 3	8	2 lantai	8200,46	674,47
Lantai 1 - 4	12	3 lantai	7324,52	614,86
Lantai 1 - 5	16	4 lantai	6617,65	564,71
Lantai 1 - 6	20	5 lantai	6035,21	521,74
Lantai 1 - 7	24	6 lantai	5547,00	486,65
Lantai 1 - 8	28	7 lantai	5113,64	455,84

Tabel 6.8. diatas menunjukkan produktivitas transfer material semen menggunakan *material hoist* lebih tinggi dibandingkan dengan *manual material handling*. Produktivitas akan semakin berkurang dengan semakin tinggi transfer material semen.



Gambar 6. 6 Grafik Perbandingan Produktivitas Transfer Material Semendengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Grafik 6.6. diatas menunjukkan transfer material semen menggunakan *material hoist* lebih besar dibandingkan dengan *manual material handling*. Semakin tinggi ketinggian transfer semakin berkurang berkurang. Berkurangnya produktivitas transfer material semen menggunakan *material hoist* lebih tajam dibandingkan dengan *manual material handling*.

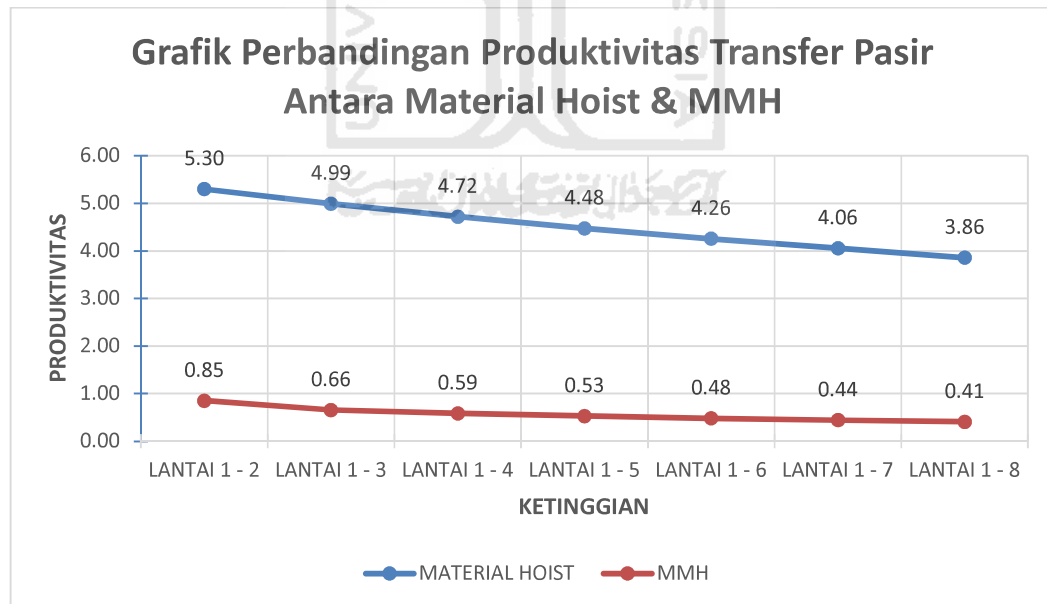
6.7 HUBUNGAN PRODUKTIVITAS TRANSFER MATERIAL PASIR

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

Tabel 6. 9 Produktivitas Transfer Material Pasir dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Transfer material	Ketinggian (m)	Keterangan	Produktivitas (kg/jam)	
			<i>Material hoist</i>	<i>Manual Material Handling</i>
Lantai 1 - 2	4	1 lantai	5,30	0,85
Lantai 1 - 3	8	2 lantai	4,99	0,66
Lantai 1 - 4	12	3 lantai	4,72	0,59
Lantai 1 - 5	16	4 lantai	4,48	0,53
Lantai 1 - 6	20	5 lantai	4,26	0,48
Lantai 1 - 7	24	6 lantai	4,06	0,44
Lantai 1 - 8	28	7 lantai	3,86	0,41

Tabel 6.9 diatas menunjukkan produktivitas transfer material pasir menggunakan *material hoist* lebih tinggi dibandingkan dengan *manual material handling*. Produktivitas akan semakin berkurang dengan semakin tinggi transfer material pasir.



Gambar 6. 7 Grafik Perbandingan Produktivitas Transfer Material Pasir dengan Menggunakan *Material Hoist* dan *Manual Material Handling*

Grafik 6.7. diatas menunjukkan transfer material semen menggunakan *material hoist* lebih besar dibandingkan dengan *manual material handling*. Semakin tinggi ketinggian transfer semakin berkurang berkurang. Berkurangnya produktivitas transfer material pasir menggunakan *material hoist* lebih tajam dibandingkan dengan *manual material handling*.

6.8 KELEBIHAN DAN KEKURANGAN MH DAN MMH

Kelebihan transfer material dengan menggunakan *material hoist* dibandingkan dengan *manual material handling* adalah: 1). Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut material keramik, semen dan pasir lebih cepat 2). Biaya yang dibutuhkan juga lebih murah untuk mengangkut material keramik, serta 3). Produktivitas yang lebih tinggi untuk mengangkut material keramik, semen dan pasir lebih cepat. Adapun kelemahan *material hoist* dibandingkan dengan *manual material handling* adalah: 1). Membutuhkan biaya sewa alat yang cukup besar, 2) Mahalnya biaya transfer jika digunakan pada bangunan rendah (rumah 2 lantai). Berdasarkan uraian ini *material hoist* akan cukup efektif digunakan apabila proyek memerlukan waktu yang cukup lama serta proyek mempunyai ketinggian yang cukup.

Kelebihan transfer material dengan menggunakan manual *material handling* dibandingkan dengan *material hoist* adalah: 1). Tidak membutuhkan biaya untuk penyewaan alat, dan 2). Biaya yang dibutuhkan lebih murah pada bangunan yang rendah Adapun kelemahan *manual material handling* dibandingkan dengan *material hoist* adalah: 1). Produktivitas yang rendah, 2) Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut material keramik, semen dan pasir lebih lambat. Berdasarkan uraian pada pembahasan sebelumnya, manual *material handling* akan cukup efektif digunakan apabila proyek tidak memerlukan waktu yang cukup lama serta proyek mempunyai ketinggian kurang dari 8 m.

6.9 BIAYA TRANSFER MATERIAL DALAM AHSP SNI

Dalam analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) perhitungan harga suatu pekerjaan ditentukan dari biaya material, biaya tenaga kerja, dan biaya alat. Adapun analisa harga satuan pekerjaan keramik ukuran 60x60 menurut SNI

28/PRT/M/2016 dan sesuai dengan satuan harga barang dan jasa (SHBJ) Perwali Yogyakarta No. 19 Tahun 2019 dapat dilihat pada tabel 6.9.

Tabel 6. 10 Harga Satuan Pemasangan 1m² keramik granite ukuran 60 x 60 cm

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
A	BAHAN				
1	Keramik 60x60	bh	3,100	50.000	155.000
2	Semen (PC)	kg	9,600	1.125	10.800
3	Pasir Pasang (PP)	m ³	0,045	200.000	9.000
4	Semen Warna	kg	1,500	22.000	33.000
			JUMLAH HARGA BAHAN		207.800
B	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,240	80.000	19.200
2	Tukang	OH	0,120	100.000	12.000
3	Kepala Tukang	OH	0,012	94.000	1.128
4	Mandor	OH	0,012	93.000	1.116
			JUMLAH TENAGA KERJA		33.444
C	PERALATAN				
			JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)				241.244
E	Overhead & Profit (15%)				36.186
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				277.430

Dalam analisa pada table 6.10 didapatkan harga pemasangan keramik ukuran 60x60 di daerah kota jogja sebesar Rp. 277.430,-. Pada perhitungan harga satuan diatas, analisa pada biaya angkut material tidak dimasukkan. Maka dari itu, jika besaran biaya angkut dimasukkan kedalam analisa harga satuan pekerjaan keramik (dalam hal ini menggunakan studi kasus hotel *malioboro suite*) untuk tiap metode / jenis transfer material pada transfer vertikal dengan menggunakan *material hoist* atau menggunakan *manual material handling*. Adapun ahs pekerjaan keramik yang distribusi materialnya menggunakan *material hoist* (transfer material dari lantai 1 ke lantai 2) dapat dilihat pada tabel 6.10.

1. Koefisien Tenaga Kerja Angkut

$$\begin{aligned}\text{Waktu angkut untuk 1 m}^2 &= 0,0165 \text{ jam/m}^2 \\ \text{Biaya TK MH Perjam} &= 50.000,- \text{ Rp/jam} \\ \text{Biaya Tenaga} &= 80.000,- \text{ Rp/hari} \\ \text{Biaya Tenaga Angkut} &= \text{Biaya TK MH} \times \text{Waktu Angkut} \\ &= 50.000,- \text{ Rp/jam} \times 0,0165 \text{ jam/m}^2 \\ &= 824,03 \text{ Rp/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Koefisien Tenaga Angkut} &= \frac{\text{Biaya Tenaga Angkut}}{\text{Biaya Tenaga Kerja Perhari}} \\ &= \frac{824,03 \text{ Rp/m}^2}{80.000 \text{ Rp/hari}} \\ &= 0,0103 \text{ OH}\end{aligned}$$

2. Koefisien Peralatan Angkut

$$\begin{aligned}\text{Waktu angkut untuk 1 m}^2 &= 0,0165 \text{ jam/m}^2 \\ \text{Biaya Alat MH Perjam} &= 60.198,53 \text{ Rp/jam} \\ \text{Biaya Sewa MH} &= 9.000.000,- \text{ Rp/bulan} \\ \text{Biaya Alat Angkut} &= \text{Biaya Alat MH} \times \text{Waktu Angkut} \\ &= 60.198,53 \text{ Rp/jam} \times 0,0165 \text{ jam/m}^2 \\ &= 992,10 \text{ Rp/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Koefisien Peralatan Angkut} &= \frac{\text{Biaya Alat Angkut}}{\text{Biaya Sewa Alat}} \\ &= \frac{992,10 \text{ Rp/m}^2}{9.000.000 \text{ Rp/bulan}} \\ &= 0,0001 \text{ bulan}\end{aligned}$$

Tabel 6. 11 Harga Satuan Pemasangan 1m² keramik *granite* ukuran 60 x 60 cm
(Angkutan Material menggunakan *material hoist*)

No	Uraian	Sat.	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
A	BAHAN				
1	Keramik 60x60	bh	3,100	50.000	155.000
2	Semen (PC)	kg	9,600	1.125	10.800
3	Pasir Pasang (PP)	m ³	0,045	200.000	9.000
4	Semen Warna	kg	1,500	22.000	33.000
	JUMLAH HARGA BAHAN				207.800
B1	TENAGA PASANG				
1	Pekerja	OH	0,240	80.000	19.200
2	Tukang	OH	0,120	100.000	12.000
3	Kepala Tukang	OH	0,012	94.000	1.128
4	Mandor	OH	0,012	93.000	1.116
	JUMLAH TENAGA KERJA (B1)				33.444
B2	TENAGA ANGKUT				
1	Pekerja	OH	0,0103	80.000	824,03
	JUMLAH TENAGA KERJA (B2)				824,03
C1	PERALATAN PASANG				
	JUMLAH HARGA ALAT (C1)				
C2	PERALATAN ANGKUT				
1	Sewa Material Hoist	bulan	0,0001	9.000.000	992,10
	JUMLAH HARGA ALAT (C2)				
D	Jumlah (A+B1+B2+C1+C2)				243.060
E	Overhead & Profit (15%)				36.459
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				279.519

Pada analisa tersebut di ambil dari transfer vertikal pada ketinggian 4 meter atau 1 lantai. sedangkan dari perhitungan biaya tiap ketinggian didapatkan kenaikan sebesar 6,59% atau dibulatkan menjadi 7 % seperti yang bias dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. 12 Persentase kenaikan biaya transfer material dengan *material hoist*

Transfer Material	Ketinggian (m)	Keterangan	Biaya Transfer MH (Rp/m ²)	% Kenaikan Biaya Perlantai
Lantai 1 - 2	4	1 lantai	1.816,13	0,00%
Lantai 1 - 3	8	2 lantai	1.983,84	9,23%
Lantai 1 - 4	12	3 lantai	2.151,56	8,45%
Lantai 1 - 5	16	4 lantai	2.319,28	7,80%
Lantai 1 - 6	20	5 lantai	2.486,99	7,23%
Lantai 1 - 7	24	6 lantai	2.654,71	6,74%
Lantai 1 - 8	28	7 lantai	2.830,93	6,64%
Rata-rata kenaikan biaya transfer MH perlantai				6,59%

. Adapun ahsp pekerjaan keramik yang distribusi materialnya menggunakan *manual material handling* (transfer material dari lantai 1 ke lantai 2) dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini dan tabel 6.12.

1. Koefisien Tenaga Kerja Angkut

$$\text{Waktu angkut untuk 1 m}^2 = 0,0899 \text{ jam/m}^2$$

$$\text{Biaya TK MMH Perjam} = 20.000,- \text{ Rp/jam}$$

$$\text{Biaya Tenaga} = 80.000,- \text{ Rp/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tenaga Angkut} &= \text{Biaya TK MMH} \times \text{Waktu Angkut} \\ &= 20.000,- \text{ Rp/jam} \times 0,0899 \text{ jam/m}^2 \\ &= 1.797,05 \text{ Rp/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Tenaga Angkut} &= \frac{\text{Biaya Tenaga Angkut}}{\text{Biaya Tenaga Kerja Perhari}} \\ &= \frac{1.797,05 \text{ Rp/m}^2}{80.000 \text{ Rp/hari}} \\ &= 0,0225 \text{ OH} \end{aligned}$$

Tabel 6. 13 Harga Satuan Pemasangan 1m² keramik *granite* ukuran 60 x 60 cm (Angkutan Material menggunakan *manual material handling*)

No	Uraian	Sat.	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
A	BAHAN				
1	Keramik 60x60	bh	3,100	50.000	155.000
2	Semen (PC)	kg	9,600	1.125	10.800
3	Pasir Pasang (PP)	m ³	0,045	200.000	9.000
4	Semen Warna	kg	1,500	22.000	33.000
			JUMLAH HARGA BAHAN		207.800
B1	TENAGA PASANG				
1	Pekerja	OH	0,240	80.000	19.200
2	Tukang	OH	0,120	100.000	12.000
3	Kepala Tukang	OH	0,012	94.000	1.128
4	Mandor	OH	0,012	93.000	1.116
			JUMLAH TENAGA KERJA (B1)		33.444
B2	TENAGA ANGKUT				
1	Pekerja	OH	0,0225	80.000	1.797
			JUMLAH TENAGA KERJA (B2)		1.797
C	PERALATAN				
			JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B1+B2+C)				243.041
E	Overhead & Profit (15%)				36.456
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				279.497

Pada analisa tersebut di ambil dari transfer vertikal pada ketinggian 4 meter atau 1 lantai. sedangkan dari perhitungan biaya tiap ketinggian didapatkan kenaikan sebesar 10,91% atau dibulatkan menjadi 11% seperti yang bias dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. 14 Persentase kenaikan biaya transfer material dengan *material hoist*

Transfer Material	Ketinggian (m)	Keterangan	Biaya Transfer MH (Rp/m ²)	% Kenaikan Biaya Perlantai
Lantai 1 - 2	4	1 lantai	1.797,05	0,00%
Lantai 1 - 3	8	2 lantai	2.307,29	28,39%
Lantai 1 - 4	12	3 lantai	2.571,88	11,47%
Lantai 1 - 5	16	4 lantai	2.837,21	10,32%
Lantai 1 - 6	20	5 lantai	3.106,00	9,47%
Lantai 1 - 7	24	6 lantai	3.375,41	8,67%
Lantai 1 - 8	28	7 lantai	3.648,08	8,08%
Rata-rata kenaikan biaya transfer MMH perlantai				10,91%

Pada tabel 6.10, 6.11, dan 6.13 berturut-turut merupakan harga satuan pekerjaan keramik pada lantai 1 atau *groundfloor*. Pada ahsp menggunakan SNI tidak ada kenaikan transfer antar lantai. Berbeda dengan ahsp SNI, ahsp pekerjaan keramik dengan metode transfer material hoist dan manual material handling terdapat kenaikan biaya tenaga angkut dan alat angkut perlantai berturut-turut sebesar 7% dan 11% perlantai. Adapun Rekapitulasi harga satuan pekerjaan keramik perlantai dengan SNI, material hoist dan manual material handling dapat dilihat pada tabel 6.15.

Tabel 6. 15 Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan Keramik 1 m² perlantai menurut SNI, dengan penambahan *material hoist*, dan *manual handling*

Transfer Material	SNI	Material Hoist	Manual Handling
Lantai 1 - 2	277.430,00	279.519,00	279.497,00
Lantai 1 - 3	277.430,00	279.665,00	279.724,00
Lantai 1 - 4	277.430,00	279.821,00	279.976,00
Lantai 1 - 5	277.430,00	279.989,00	280.256,00
Lantai 1 - 6	277.430,00	280.168,00	280.567,00
Lantai 1 - 7	277.430,00	280.359,00	280.912,00
Lantai 1 - 8	277.430,00	280.564,00	281.296,00

6.10 HUBUNGAN ANTARA VOLUME PEKERJAAN DAN DURASI TERHADAP BIAYA TRANSFER *MATERIAL HOIST*

Dari tabel 5.62 tentang rekap perbandingan dan selisih nilai biaya dan waktu transfer antara MH dan MMH dapat dilihat bahwa material hoist (MH) lebih unggul pada semua waktu dan biaya kecuali pada siklus lantai 1-2. Pada tabel 5.62 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. Maka dari itu dalam subbab ini akan dibahas bagaimana skenario yang dapat menyebabkan *material hoist* dapat lebih murah atau lebih mahal dibandingkan *manual material handling* jika dihubungkan dengan volume pekerjaan.

Kondisi dimana biaya *material hoist* dapat berlaku sebaliknya daripada analisis sebelumnya adalah dengan menentukan volume pekerjaan pemasangan keramik. Volume pekerjaan keramik erat kaitannya dengan durasi penyelesaian pekerjaan. Dalam penelitian ini waktu transfer material per^m 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 *manual material handling*.

Pada table 5.51, biaya alat *material hoist* terdapat unsur 1) biaya tetap, yaitu biaya yang keluar tiap bulan, dan 2) biaya awal, yaitu biaya yang hanya keluar pada awal sewa dan tidak dibayar lagi tiap bulan. Biaya tetap meliputi sewa *material hoist*, bahan bakar, dan Pajak (PPN), sedangkan biaya awal meliputi mobilisasi demobilisasi, dan bongkar pasang tower. Durasi pekerjaan berpengaruh pada biaya transfer *material hoist* karena durasi menjadi pembagi atas biaya awal sewa alat untuk mendapatkan besaran biaya alat dari transfer *material hoist*. Tabel 6.16 dan 6.17 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.



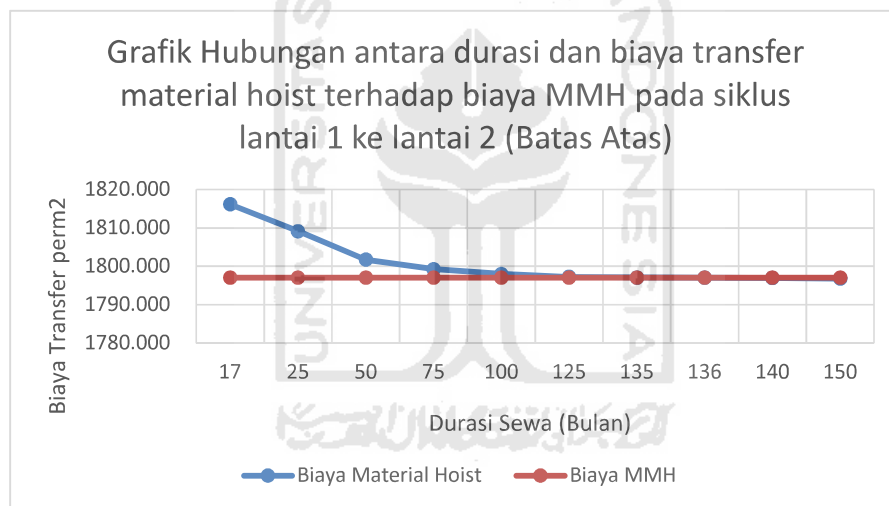
Tabel 6. 16 Durasi Batas Bawah (Murah) Material Hoist siklus lantai 1 ke lantai 2

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 It 1 ke It 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	1797,05		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
		135	11.808.333,33	472.333,33	59.041,67		109.041,67		1.797,06			MAHAL
		136	11.808.088,24	472.323,53	59.040,44		109.040,44		1.797,04		MURAH	

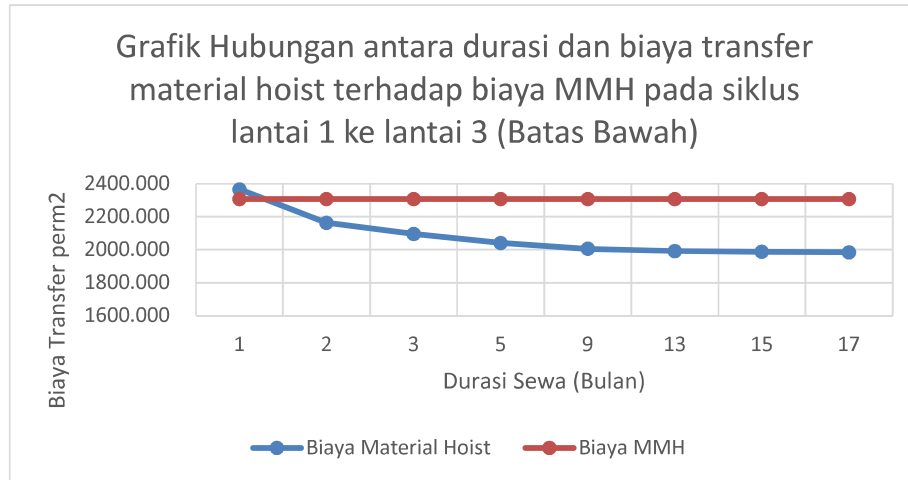
Tabel 6. 17 Durasi Batas Atas (Mahal) Material Hoist siklus lantai 1 ke lantai 3

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 It 1 ke It 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	2307,29		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	

Dari tabel 6.16 menunjukkan bahwa biaya transfer *material hoist* pada siklus lantai 1 ke lantai 2 akan menjadi murah jika durasi waktu sewa diatas 135 bulan dan dan biaya transfer *material hoist* pada siklus lantai 1 ke lantai 3 akan menjadi mahal jika durasi waktu sewa dibawah 2 bulan yang ditunjukkan pada tabel 6.16. Pada table 6.16 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 6.8 dan grafik 6.9.



Gambar 6. 8 Grafik hubungan antara durasi dan biaya *material hoist* dalam kondisi murah daripada MMH siklus lantai 1 ke lantai 2



Gambar 6. 9 Grafik hubungan antara durasi dan biaya *material hoist* dalam kondisi mahal daripada MMH siklus lantai 1 ke lantai 3

6.11 RISIKO MANUAL HANDLING DARI FAKTOR ERGONOMI

Manual Material Handling atau penanganan material dengan tenaga manual juga digunakan pada Proyek Hotel *Malioboro Suite*. Terdapat 2 orang tenaga yang mengangkat material. Aktifitas transfer material secara vertikal dilakukan dengan berjalan melewati tangga. Adapun data kriteria tenaga masuk dalam ketentuan yang dipersyaratkan yaitu sehat dan kuat jasmani, namun pemindahan bahan secara manual jika tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan kecelakaan kerja, yaitu kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan oleh beban dan frekuensi angkat yang berlebihan. Aktivitas *manual material handling* merupakan sebuah aktivitas memindahkan beban oleh tubuh secara manual dalam rentang waktu tertentu.



Gambar 6. 10 Proses Mengangkat (Lifting) dan Membawa (Carrying) oleh Pekerja

Klasifikasi aktivitas manual material handling pada Proyek Hotel Malioboro Suite menurut OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) adalah kegiatan Mengangkat/menurunkan (*lifting/lowering*) dan Membawa (*Carrying*). Risiko manual handling sisi ergonomi yaitu para pekerja/laden mengalami sakit punggung karena pada saat membawa material, material bertumpu pada punggung pekerja dari lantai 1 sampai lantai tujuan melewati tangga. Dalam melakukan pekerjaan, para pekerja dapat secara terus menerus mengangkut material dalam 1 hari. Jika masuk dalam *schedule* pekerjaan keramik atau dalam rangka mengejar *progress* pekerjaan, maka waktu beristirahat mereka sedikit bahkan tidak istirahat. Hal tersebut berakibat pada kondisi tubuh pekerja mudah merasa lelah setelah pekerjaan selesai.

6.12 KENAIKAN WAKTU SIKLUS MATERIAL HOIST PADA PENGANGKUTAN MATERIAL PASIR

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, mengakibatkan transfer material menggunakan *material hoist* memiliki waktu siklus lebih tinggi dibandingkan *manual material handling*. Nilai waktu siklus yang tinggi pada *material hoist* disebabkan oleh faktor kapasitas angkut pasir yang besar sehingga proses muat dan bongkar material pasir memerlukan waktu yang lama. *Material hoist* memiliki kapasitas angkut yang lebih banyak dibandingkan *manual material handling* menyebabkan produktivitas *material hoist* menjadi lebih tinggi dibandingkan *manual material handling*. Peningkatan waktu siklus dilakukan pada waktu angkut (*loading time*) dan waktu bongkar (*dumping time*). Untuk mendapatkan nilai waktu siklus yang lebih kecil pada siklus *material hoist*, maka diperlukan alat bantu muat pada *bucket* dan bongkar dari *bucket* ke lantai tujuan. Alat bantu mekanis bisa dalam bentuk palet beroda ditambahkan dengan mekanisme pompa hidrolis untuk membantu proses pembongkaran, dan excavator untuk membantu proses muat. Penambahan alat bantu diperlukan untuk mempercepat siklus material hoist dalam proses bongkar dan muat material pasir.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan perhitungan dengan metode pengamatan dilapangan di lapangan, maka waktu dan biaya transfer material menggunakan *manual handling* dan *material hoist* studi kasus pemasangan keramik pada proyek *Malioboro Suite* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu siklus untuk transfer material pekerjaan keramik dengan *material hoist* dan *manual handling* adalah sebagai berikut:
 - a. Waktu siklus material pekerjaan keramik dengan *material hoist* secara berturut-turut dari lantai 1-2 sampai dengan lantai 1-8 adalah; 0,0165 jam/m², 0,0180 jam/m², 0,0195 jam/m², 0,0210 jam/m², 0,0226 jam/m², 0,0241 jam/m², 0,0257 jam/m².
 - b. Waktu siklus material pekerjaan keramik dengan *manual handling* secara berturut-turut dari lantai 1-2 sampai dengan lantai 1-8 adalah; 0,0899 jam/m², 0,1154 jam/m², 0,1286 jam/m², 0,1419 jam/m², 0,1553 jam/m², 0,1688 jam/m², 0,1824 jam/m².
2. Perbandingan waktu dan biaya antara *material hoist* dan *manual handling* adalah sebagai berikut:
 - a. Waktu siklus transfer material keramik dan semen menggunakan material hoist memiliki waktu siklus yang lebih rendah dibandingkan *manual handling*. Material hoist memiliki peningkatan waktu siklus pada pengangkutan pasir.
 - b. Waktu transfer material pekerjaan keramik perm² yang meliputi material keramik, semen dan pasir dengan menggunakan *material hoist* lebih rendah dibandingkan *manual handling*. Semakin tinggi ketinggian transfer material maka waktu transfer material keramik, semen dan pasir menjadi semakin tinggi pada tiap jenis transfer.
 - c. Biaya transfer material pekerjaan keramik perm² yang meliputi material keramik, semen dan pasir dengan menggunakan *material hoist* lebih rendah

dibandingkan *manual handling*. Semakin tinggi ketinggian transfer material maka biaya transfer material keramik, semen dan pasir menjadi semakin tinggi pada tiap jenis transfer.

3. Kunggulan *material hoist* dan *manual handling* terhadap biaya dalam pelaksanaan transfer material secara vertikal transfer material pekerjaan keramik adalah sebagai berikut:
 - a. 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 secara vertikal pada proyek bangunan tinggi atau dengan ketinggian lebih dari 8m.
 - b. Pada siklus transfer lantai 1-2, transfer menggunakan *Manual 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 Handling* paling efektif digunakan untuk transfer material secara vertikal pada proyek bangunan rendah atau dengan ketinggian kurang dari 8 m.

7.2 SARAN

Penelitian ini hanya meneliti siklus transfer material keramik, semen, dan pasir dengan menggunakan sistem transfer manual dan menggunakan alat bantu mekanis yaitu *material hoist*. Pada penelitian ini Penulis meneliti pengaruh transfer material terhadap waktu dan biaya pada pekerjaan keramik dalam 1 m². Oleh karena itu, disarankan kepada penelitian selanjutnya untuk meneliti pekerjaan lainnya seperti transfer material pada pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektur yang lain (selain pekerjaan keramik) dan pekerjaan MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing), sehingga dapat mengetahui keunggulan masing-masing sistem transfer material yang lebih besar dalam skala proyek konstruksi gedung dan pengaruhnya terhadap waktu dan biaya. Pada Bab Tinjauan Pustaka yang dilakukan oleh Pia Pertulla 2006 membahas peningkatan K3 *material handling* dimana pada penelitian ini tidak dibahas oleh peneliti dikarenakan kekurangan data di lapangan. Oleh karena itu, disarankan kepada penelitian selanjutnya untuk membahas tentang K3 pada transfer material menggunakan *material hoist* dan *manual material handling*.

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://jamesthoeengsal.blogspot.com>:[http://](http://jamesthoeengsal.blogspot.com)

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/pasangger-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://fariadpradhana.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.

LAMPIRAN

Gambar L-1. 1 Spesifikasi *Material Hoist* N. Meden



Technical Data

CAPACITY

Pay-load capacity	kg	800	800
Erection load	kg		
Speed 50 Hz/60 Hz	m/min	40/40	40/40
Max. lifting height	meter	150	150
Increased lifting height on request			
Erection crane capacity	kg	250	250
Safety device	type	GF	GF'D

CAGE DIMENSIONS

Internal width x length	meter	1.3 x 3.0	1.3 x 3.0
Internal min. height	meter	2.55	2.55
Door opening w x h	meter	1.23 x 2.0	1.23 x 2.0

ELECTRICAL DATA

Power supply range	380 – 690 V, 50 or 60 Hz, 3 Phase		
At 400 V/50 Hz:			
Power supply fuses	A	63	80
Rated power cont. duty	kW	2 x 7.5	3 x 7.5
Rated power 25% int. duty	kW	2 x 9.5	3 x 9.5
Starting current	A	200	300
Power consumption	kVA	26	39

Data at other voltages on request

WEIGHTS

Base unit weight	kg	2400	2680
Mast section with one rack	kg	130	130
Mast section with two racks	kg	154	154
Mast section length	mm	1508	1508

Gambar L-1. 2 Rangka Jalur *Material Hoist* Sampai Ketinggian ± 39 m



Gambar L-1. 3 *Bucket Material Hoist* Memuat Material Keramik 60x60



Gambar L-1. 4 *Bucket Material Hoist* Memuat Material Keramik 60x60



Gambar L-1. 5 *Bucket Material Hoist* Memuat Material Semen @40Kg



Gambar L-1. 6 Transfer Material dengan *Manual Material Handling* Melewati Tangga



Gambar L-1. 7 *Manual Material Handling* Angkut Material Keramik



Gambar L-1. 8 *Manual Material Handling* Angkut Material Semen



Gambar L-1. 9. *Manual Material Handling* Angkut Material Pasir



Gambar L-1. 10 Ember Penampung Pasir Saat Transfer Material



Gambar L-1. 11 Material Keramik 60x60



Gambar L-1. 12 Material Semen @40kg



Gambar L-1. 13 Material Pasir



Gambar L-1. 14 Area Muat Material Lantai 1 (*Groundfloor*)



Gambar L-1. 15 Area Bongkar Material Lantai 2,3,4,5,6,7, dan 8



Gambar L-1. 16 Foto Pengambilan Data dengan *Stopwatch*



Gambar L-1. 17 Foto Penulis Saat Pengambilan Data di Proyek Hotel *Malioboro Suite*

