

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Pengaruh Faktor Karakteristik Individu Pekerja Konstruksi Terhadap Keluhan MSDs.

Analisis hubungan karakteristik individu terhadap keluhan MSDs dilakukan dengan menggunakan analisis univariat dan bivariat. Dalam analisis univariat, tujuannya adalah untuk mengetahui persebaran frekuensi dan prosentase karakteristik pekerja. Sementara dalam analisis bivariat, bertujuan untuk mengetahui korelasi antara faktor individu dan keluhan MSDs. Sebelum melakukan pengujian pengambilan sampel, dilakukan secara acak. Setelah itu, data tersebut akan diuji menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* untuk melihat apakah data tersebut memiliki distribusi normal. Selanjutnya, data tersebut akan dianalisis hubungan variabelnya menggunakan uji Korelasi Spearman.

4.1.1 Uji Kecukupan Data

Pada tahap pengujian kecukupan data, penentuan jumlah sampel dilakukan menggunakan rumus Slovin seperti pada persamaan 2.12, yang menghasilkan nilai sampel sebesar 55,17. Dalam skripsi ini, digunakan sebanyak 60 data pekerja. Karena jumlah data melebihi nilai yang dihasilkan dari rumus Slovin, hal ini menandakan bahwa kecukupan data telah terpenuhi.

4.1.2 Uji Validitas

Pada tahap validitas, dilakukan untuk menilai apakah alat ukur yang digunakan sudah *valid*. Alat ukur yang digunakan berbentuk pertanyaan yang terdapat dalam kuesioner. Dalam pengujian tersebut, kriteria Hipotesis yang dijadikan acuan adalah:

H_0 = alat ukur yang digunakan *valid*

H_1 = alat ukur yang digunakan tidak *valid*

Kriteria pengujian :

H_0 diterima jika $r_{hitung} > r_{tabel}$.

H_0 ditolak jika $r_{hitung} < r_{tabel}$.

Tabel 4. 1 Uji Validitas Data

Uji Validitas				
	Umur	MSDs	Masa kerja	Kebiasaan Merokok
R hitung	0.847	0.894	0.786	0.522
R tabel	0.254	0.254	0.254	0.255
keterangan	<i>valid</i>	<i>valid</i>	<i>valid</i>	<i>valid</i>

Berdasarkan Tabel 4.1, diperoleh nilai r hitung pada setiap variabel, meliputi: umur, keluhan MSDs, masa kerja, dan kebiasaan merokok. Berdasarkan tabel tersebut, masing-masing variabel memperoleh nilai r hitung berturut-turut sebesar 0.847, 0.894, 0.786, dan 0.522. Sementara nilai r tabel untuk sampel 60 data adalah 0,254. Dengan demikian, dapat diinterpretasikan bahwa karena nilai r hitung pada setiap variabel $>$ r tabel, maka data tersebut dianggap *valid*.

4.1.3 Uji Reabilitas

Pada pengujian reabilitas bertujuan untuk melihat nilai sejauh mana alat ukur dapat dipercaya dan diandalkan. Pengujian tersebut dimanfaatkan untuk mengetahui konsistensi alat ukur apabila pengukuran tersebut dilakukan pengulangan. Dalam pengujian ini nilai signifikasi yang digunakan adalah 0,6. Adapun kriteria pengujian yang digunakan sebagai berikut.

- Jika nilai *Cronbach's alpha* $>$ tingkat signifikasi maka instrumen reliabel.
- Jika nilai *Cronbach's alpha* $<$ tingkat signifikasi maka instrumen tidak reliabel.

Tabel 4. 2 Uji Reliabilitas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0,765	4

Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan nilai *Cronbach's Alpha* adalah 0,765 hal tersebut diartikan bahwa instrument yang digunakan sudah reliabel karena nilai $0,765 > 0,6$

4.1.4 Uji Distribusi Normal.

Distribusi normal adalah fungsi yang digunakan untuk memeriksa distribusi normal pada suatu variabel. Uji ini menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* yang membandingkan normalitas data dengan distribusi standar yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS dengan mengambil 4 variabel sebagai input dalam pengujian, yaitu usia, masa kerja, kebiasaan merokok, dan tingkat keluhan MSDs. Dalam uji normalitas ini, kriteria uji hipotesis digunakan sebagai panduan dalam pengambilan keputusan (Nuryadi *et al.*, 2017):

Nilai sig atau nilai probabilitas $< 0,05$ maka distribusi adalah tidak normal

Nilai sig atau nilai probabilitas $> 0,05$ maka distribusi adalah normal.

Tabel 4. 3 Uji Distribusi Normal Kategori Umur Menggunakan Software SPSS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Umur
N		60
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	34.4333
	Std. Deviation	11.07351
Most Extreme Differences	Absolute	.130

	Positive	.130
	Negative	-.096
Test Statistic		.130
Asymp. Sig. (2-tailed)		.014 ^c

Tabel 4. 4 Uji Distribusi Normal Kategori Masa Kerja Menggunakan *Software* SPSS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Masa_kerja
N		60
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	10.3333
	Std. Deviation	8.51453
Most Extreme Differences	Absolute	.192
	Positive	.192
	Negative	-.178
Test Statistic		.192
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 ^c

Tabel 4. 5 Uji Distribusi Normal Keluhan MSDs Menggunakan *Software* SPSS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		MSDS
N		60
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	46.7167
	Std. Deviation	14.74425
Most Extreme Differences	Absolute	.156
	Positive	.156
	Negative	-.102
Test Statistic		.156

Asymp. Sig. (2-tailed)	.001 ^c
------------------------	-------------------

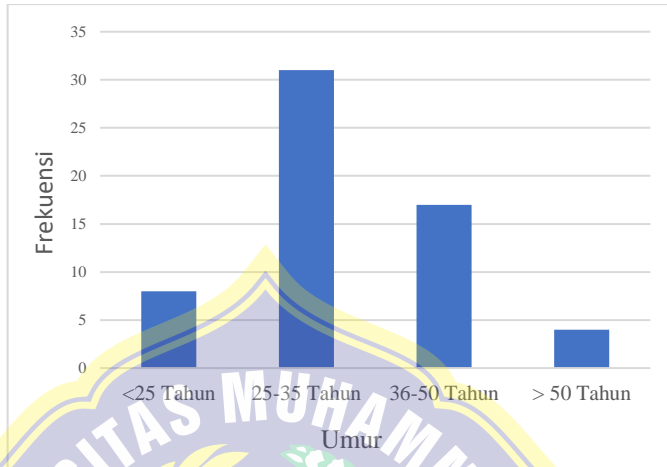
Tabel 4. 6 Uji Distribusi Kategori Kebiasaan Merokok Menggunakan *Software* SPSS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Kebiasaan_me rokok
N		60
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	10.9000
	Std. Deviation	6.73141
Most Extreme Differences	Absolute	.202
	Positive	.202
	Negative	-.124
Test Statistic		.202
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 ^c

Berdasarkan Tabel 4.3 - Tabel 4.6 menunjukkan nilai Asymp Sig. (2-tailed) kurang dari α maka data tersebut memiliki distribusi tidak normal.

4.1.5 Distribusi Frekuensi Kategori Umur Pekerja Konstruksi.

Dari hasil observasi yang telah dilakukan dengan membagikan kuesioner diperoleh frekuensi umur pekerja konstruksi pada pembangunan Gedung At-Ta'awun dapat dilihat pada Gambar 4.1

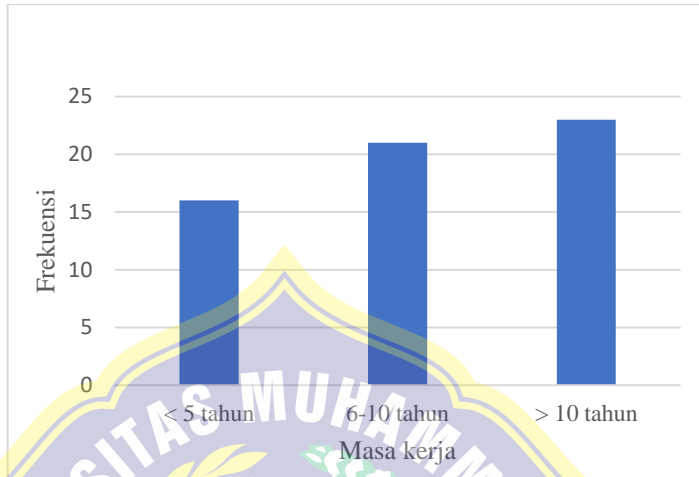


Gambar 4.1 Grafik Frekuensi Kategori Umur

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat distribusi pekerja konstruksi berdasarkan kategori umur. Pada kategori 25-35 tahun merupakan kategori paling banyak pekerja konstruksi yang masuk dalam kategori tersebut yaitu diketahui sebanyak 31 pekerja dengan nilai persentasenya adalah 51,7%. kategori kedua adalah kategori 36-50 tahun diketahui sebanyak 17 orang pekerja dengan persentase 28,3%. Pada kategori ketiga adalah kategori < 25 tahun diketahui sebanyak 8 orang pekerja dengan nilai persentasenya adalah 13,3 %. Kategori paling sedikit adalah kategori > 50 tahun diketahui terdapat 4 pekerja dengan nilai persentasenya sebesar 6,7%

4.1.6 Distribusi Frekuensi Kategori Masa Kerja Pekerja Konstruksi.

Dari hasil observasi yang telah dilakukan dengan membagikan lembar kuesioner diperoleh frekuensi masa kerja pekerja konstruksi pada pembangunan Gedung At-Ta'awun.

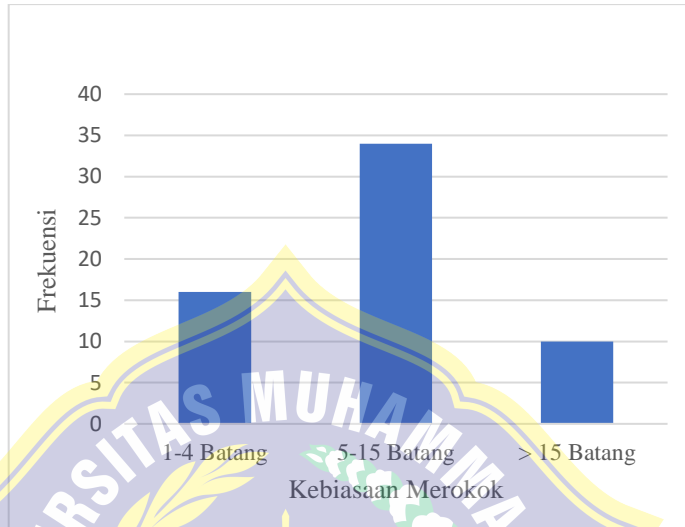


Gambar 4.2 Grafik Frekuensi Kategori Masa Kerja

Pada Gambar 4.2 dapat dilihat distribusi pekerja konstruksi berdasarkan kategori masa kerja. Pada kategori masa kerja > 10 tahun merupakan kategori paling banyak pekerja konstruksi yang masuk dalam kategori tersebut yaitu diketahui sebanyak 23 orang pekerja dengan prosentase 38,3%. kategory kedua adalah kategori 6-10 tahun diketahui sebanyak 21 orang pekerja dengan prosentase 35%. Kategori paling sedikit adalah kategori <5 tahun diketahui terdapat 16 pekerja pada rentang umur tersebut dengan nilai prosentasenya sebesar 26,7%.

4.1.7 Distribusi Frekuensi Kategori Kebiasaan Merokok Pekerja Konstruksi.

Dari hasil observasi yang telah dilakukan dengan membagikan lembar kuisisioner diperoleh frekuensi kebiasaan merokok pekerja konstruksi pada pembangunan Gedung At-Ta'awun.



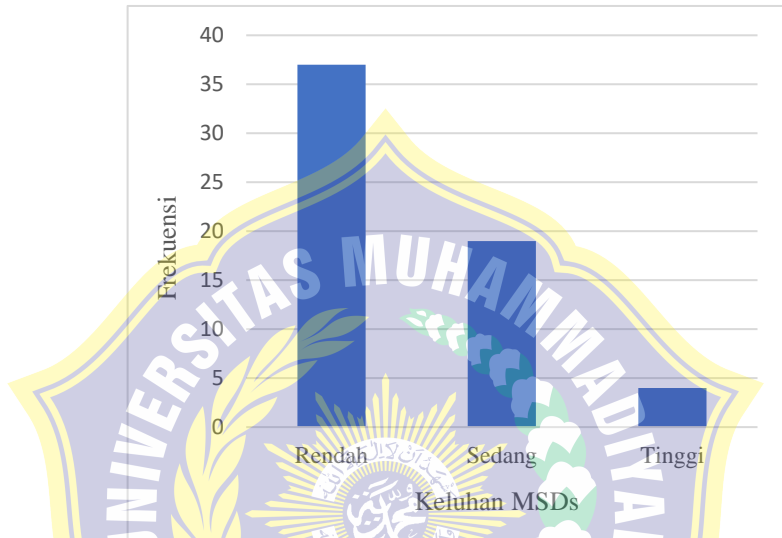
Gambar 4.3 Grafik Frekuensi Kebiasaan Merokok

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat distribusi pekerja konstruksi berdasarkan kategori kebiasaan merokok. Pada kategori merokok sebanyak 5-15 batang merupakan kategori paling banyak pekerja konstruksi yang masuk dalam kategori tersebut yaitu diketahui sebanyak 34 orang pekerja dengan prosentase 56,7%. kategori kedua adalah kategori merokok sebanyak 1-4 batang diketahui sebanyak 16 orang pekerja dengan prosentase 26,7%. Kategori paling sedikit adalah kategori >15 batang diketahui terdapat 10 pekerja yang dengan nilai prosentasenya sebesar 16,7%.

4.1.8 Distribusi Frekuensi Kategori Keluhan MSDs Pekerja Konstruksi.

Indikator keluhan msds yang terjadi pada pekerja pembangunan Gedung At-ta'Awun dilakukan melalui pendekatan untuk merepresentasikan tingkat keluhan dilakukan menggunakan lembar kuisioner *Nordic Body Map*

(NBM). Hasil pengamatan tersebut didapatkan nilai yang dikategorikan kedalam empat kategori yaitu: rendah, sedang, dan tinggi yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Grafik Keluhan MSDs

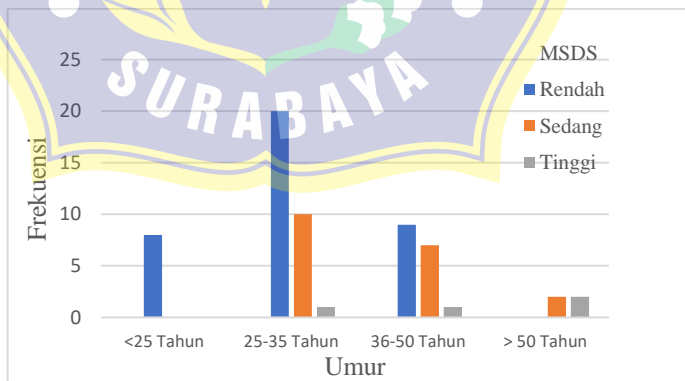
● Berdasarkan Gambar 4.4 dapat menunjukkan tingkat keluhan MSDs dengan 60 orang sebagai responden. Pada kategori rendah memiliki jumlah yang paling banyak yaitu 37 orang responden yang mengeluhkan masalah MSDs dengan persentasenya adalah 61,7%. Pada kategori sedang terdapat sebanyak 19 responden dengan persentasenya sebanyak 37,7%. Pada kategori tinggi memiliki jumlah 4 orang dengan persentasenya sebesar 6,7%. Pekerja konstruksi pada pembangunan gedung At-Ta'awun Universitas Muhammadiyah Surabaya didominasi mengeluhkan gangguan MSDs pada kategori rendah.

4.1.9 Pengaruh Faktor Umur Terhadap Keluhan MSDs Pekerja Konstruksi.

Analisis korelasi kategori umur dengan keluhan MSDs dilakukan dengan menggunakan uji Spearman. Hal tersebut dikarenakan data tidak berdistribusi normal sehingga pengujian dapat dilakukan dengan uji Korelasi Spearman (Suyanto *et al.*, 2018)

Tabel 4. 7 Uji Korelasi Hubungan Faktor Umur Terhadap Keluhan MSDs Menggunakan Software SPSS

Korelasi					
				Umur	MSDS
Spearman's rho	Umur	Correlation Coefficient	1.000	.508**	
		Sig. (2-tailed)	.	.000	
		N	60	60	
	MSDS	Correlation Coefficient	.508**	1.000	
		Sig. (2-tailed)	.000	.	
		N	60	60	



Gambar 4. 5 Grafik Keluhan MSDs Berdasarkan Umur

Pada Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian menggunakan uji Korelasi Spearman untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel yaitu umur dengan keluhan MSDs.

Hipotesis :

H0 : Tidak ada hubungan (korelasi) antara faktor umur dengan keluhan MSDs

H1 : Terdapat hubungan (korelasi) antara faktor umur dengan keluhan MSDs

Kaidah penerimaan dan penolakan hipotesis

berdasarkan probabilitas (Santoso, 2019):

H0 ditolak = jika nilai Sig. (2-tailed) < 0,05

H0 diterima = jika nilai Sig. (2-tailed) > 0,05

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat ditarik hasil hipotesis bahwa terdapat hubungan antara faktor umur terhadap keluhan MSDs, hal ini dapat dilihat dari nilai signifikansi 0,000034. Nilai signifikansi $0,000034 < 0,05$ maka H0 ditolak. Hal tersebut dapat diartikan bahwa terdapat hubungan antara faktor usia dengan keluhan MSDs, pada pekerja Gedung At-ta'awun. Nilai koefisien korelasi 0,508 dan memiliki arah positif. Hal tersebut dapat diartikan semakin besar umur pekerja maka tingkat resiko mengalami keluhan MSDs akan semakin tinggi pula. Tingkat hubungan (korelasi) berdasarkan Tabel 2.6 termasuk dalam kategori sedang.

Pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa pekerja yang memiliki keluhan MSDs kategori rendah paling banyak didominasi pada rentang usia 25-35 tahun. Pekerja yang mengeluhkan MSDs kategori sedang paling banyak terdapat pada rentang usia 25-35 tahun. Pekerja yang mengeluhkan gangguan MSDs tinggi paling banyak didominasi usia > 50 tahun.

Umur memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keluhan MSDs terhadap pekerja pembangunan gedung At-Ta'awun yang masuk dalam kategori umur 36-50 Tahun sebanyak 17 orang dan > 50 tahun sebanyak 4 orang. Pada

rentang usia tersebut kekuatan otot mulai berkurang. Hal ini disebabkan karena umur merupakan faktor yang dapat memberikan pengaruh terhadap kondisi tubuh dan pikiran yang sedang dialami seseorang. Seseorang akan mulai mengalami gangguan dan mengeluhkan masalah otot biasanya terjadi pada rentang umur 24-65 tahun. Keluhan itu terjadi umumnya pada umur 35 tahun dan terus meningkat sesuai dengan peningkatan umur yang dilalui. (Wildasari & Nurcahyo, 2023). Usia 30 tahun sudah mengalami degenerasi seperti kerusakan pada jaringan, pergantian jaringan menjadi jaringan parut, jumlah cairan yang berkurang. Hal tersebut dapat mengakibatkan stabilitas pada bagian tulang dan otot (Helmina *et al.*, 2019). Berbeda dengan pekerja 25-35 tahun mengalami keluhan MSDs kategori rendah paling banyak dikarenakan Puncak kekuatan otot seseorang terjadi pada rentang usia tersebut (Wildasari & Nurcahyo, 2023). Pada usia tersebut pekerja konstruksi memiliki tubuh yang prima sehingga hanya gangguan MSDs ringan yang dikeluhkan.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hanif (2020) pada pekerja angkat angkut UD Maju Makmur yang menunjukkan terdapat hubungan antara faktor umur dengan keluhan MSDs. Dari hasil pengujian diperoleh nilai koefisien korelasi 0,442 yang dapat diartikan semakin tua umur maka potensi terkena gangguan MSDs akan semakin besar. Berdasarkan nilai tersebut umur termasuk kategori sedang. Prevelensi terhadap keluhan MSDs akan mengalami peningkatan sesuai dengan pertambahan umur menyebabkan penurunan terhadap $VO_2 \text{ max}$ sehingga menyebabkan penurunan produktifitas dan kapasitas kerja.

Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang dilakukan oleh (Satriyo, 2018) yang meneliti gangguan MSDs pada Pekerja forklift sebanyak 50 orang yang menyatakan terdapat hubungan faktor individu umur terhadap gangguan MSDs dengan mendapatkan nilai *p-value* sebesar 0,001. Penelitian ini menemukan bahwa MSDs kategori rendah banyak terjadi pada

rentang usia 36-60 tahun sebesar 18 % yang berjumlah 9 orang. Pada kategori sedang banyak diderita pada kategori rentang usia 36-50 tahun sebesar 30% dengan jumlah 15 orang. Sedangkan pada kategori keluhan tinggi paling banyak diderita oleh rentang usia > 50 tahun sebesar 18%.

Penelitian serupa yang dilakukan oleh pada pekerja *laundry* terhadap hubungan faktor karakteristik umur dengan keluhan MSDs. Pada penelitian ini terdapat 20 responden yang masuk dalam kategori > 30 tahun sebanyak 20 orang. Pada rentang usia tersebut kapasitas otot yang dimiliki mulai berkurang sehingga menyebabkan potensi terkena MSDs tinggi. Dari hasil pengujian statistika didapat nilai *p-value* $0,005 < 0,05$ yang berarti terdapat hubungan antara faktor usia dengan keluhan MSDs.

Berdasarkan penelitian lain yang dilakukan (Siddiqui *et al.*, 2021) melakukan penelitian dengan subjek penenun tangan dan listrik di distrik Varanasi India. Gangguan MSDs yang paling menonjol diderita pekerja tenun adalah Nyeri pada bagian bahu, punggung, pergelangan tangan, kelelahan, sirkulasi darah terhambat dan kehilangan cairan pada otot hamstring. Hasil pengujian Statistika di dapatkan *p-value* 0,0000 Nilai tersebut kurang dari nilai α (0,05) menunjukkan bahwa semakin bertambahnya usia semakin banyak keluhan tepatnya pada bagian bahu punggung dan lutut.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Kim *et al.*, 2022) pada pekerja pembangunan kapal di Korea. Berdasarkan uji Statistika didapatkan hasil *p-value* 0,001 hal tersebut berarti terdapat hubungan yang signifikan antara faktor usia dengan keluhan MSDs. Pekerja dengan usia 50- 59 tahun memiliki rasio MSDs pada bagian bahu sebesar 39,6 %. dan pada rentang usia > 60 tahun memiliki porsi keluhan terhadap MSDs sebesar 47,1%. Dalam penelitian ini gangguan MSDs pada bagian leher atau bahu mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya usia. Adapun pekerja yang sering

terkena gangguan tersebut seperti *welder*, *grinding worker*, dan *painter*.

4.1.10 Pengaruh Faktor Masa Kerja Terhadap Keluhan MSDs Pekerja Konstruksi.

Analisa korelasi kategori masa kerja dengan keluhan MSDs dilakukan dengan menggunakan Uji Spearman. Hal tersebut dikarenakan data tidak berdistribusi normal. apabila data tidak berdistribusi normal maka pengujian dapat dilakukan dengan uji korelasi Spearman (Suyanto *et al.*, 2018)
 Hipotesis :

H₀ : Tidak ada hubungan (korelasi) antara faktor masa kerja dengan keluhan MSDs

H₁ : Terdapat hubungan (korelasi) antara faktor masa kerja dengan keluhan MSDs

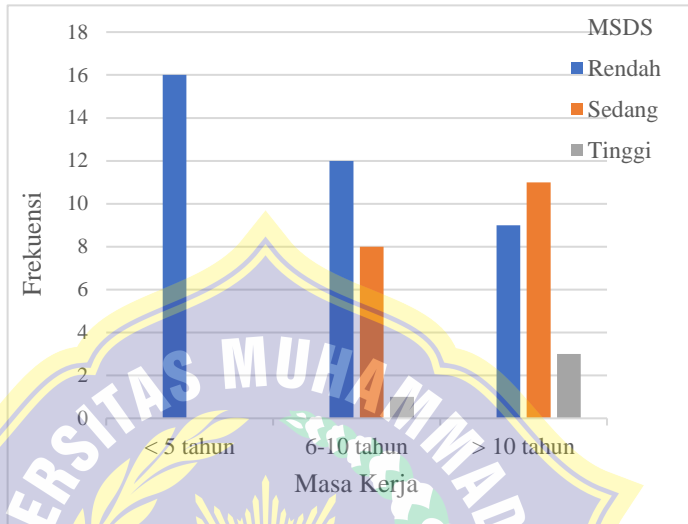
- Kaidah penerimaan dan penolakan hipotesis berdasarkan probabilitas (Santoso, 2019):

H₀ ditolak = jika nilai Sig (2.tailed) < 0,05

H₀ diterima = jika nilai Sig (2.tailed) > 0,05

Tabel 4. 8 Uji Korelasi Hubungan Faktor Masa Kerja Terhadap Keluhan MSDs Menggunakan *Software* SPSS

Korelasi				
			MSDS	Masa_kerja
Spearman' s rho	MSDS	Correlation	1.000	.395**
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	.	.002
		N	60	60
	Masa_kerja	Correlation	.395**	1.000
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	.002	.
		N	60	60



Gambar 4. 6 Grafik Keluhan MSDs Berdasarkan Masa Kerja

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat ditarik hipotesis bahwa terdapat hubungan (korelasi) antara faktor masa kerja terhadap keluhan MSDs dari perhitungan tersebut diperoleh nilai signifikansi 0.002. Nilai signifikansi $0,002 < 0,05$ dapat diartikan bahwa terdapat hubungan antara faktor masa kerja dengan keluhan MSDs pada pekerja gedung At-Ta'awun. Nilai koefisien korelasi 0,395 Tingkat hubungan (korelasi) berdasarkan Tabel 2.6 termasuk dalam kategori rendah. Berdasarkan Gambar 4.6 pekerja kontruksi pembangunan gedung At-Ta'awun yang mengeluhkan gangguan MSDs pada kategori rendah paling banyak didominasi masa kerja < 5 tahun. Pada kategori keluhan sedang ditemukan pada rentang masa kerja 6-10 tahun terdapat 8 pekerja dan pada masa kerja >10 tahun sebanyak 11 pekerja. Pada kategori keluhan MSDs tinggi paling banyak keluhan pada masa kerja > 10 tahun berjumlah 3 pekerja. Keluhan MSDs berdasarkan masa kerja adalah waktu seorang yang terhitung pada saat

mereka baru pertama kali bekerja sebagai profesional dibidangnya hingga penelitian ini dilaksanakan. Faktor ini dapat meningkatkan keluhan terhadap terjadinya MSDs terutama pada pekerjaan yang membutuhkan kerja otot yang banyak seperti mengangkat beban yang berat dilakukan berulang-ulang dalam waktu yang lama. MSDs merupakan penyakit yang perkembangannya memerlukan waktu yang panjang untuk menerima dampak dan menjadi penyakit kronis. Sehingga semakin lama seseorang melakukan pekerjaan maka semakin besar risiko orang terkena MSDs dan sebaliknya (Jatmika *et al.*, 2022).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Sulistiyo *et al.*, 2018) yang menyatakan terdapat korelasi masa kerja dengan keluhan MSDs pada radiografer. Dalam penelitian tersebut didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,002. Hal ini memperjelas bahwa jika radiografer bekerja semakin lama dan pekerjaan tersebut dilakukan dengan repetisi yang tinggi maka potensi gangguan MSDs akan semakin tinggi.

Pada penelitian lain yang dilakukan (Suratno *et al.*, 2022), pada pembangunan bendungan yang berlokasi di Manikin Kabupaten Kupang Desa Kuaklalo menggunakan 51 sampel pekerja. Pada penelitian tersebut hubungan masa kerja terhadap keluhan MSDs didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,022 dapat diartikan terdapat hubungan signifikan antara masa kerja dan keluhan MSDs.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian lain yang dilakukan oleh (Thamrin *et al.*, 2021) pada nelayan di posko upaya kesehatan kerja nelayan Kabupaten Moros tahun 2020. Dari hasil analisis uji statistika didapatkan nilai *p-value* = 0,015. Nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 maka terdapat hubungan antara masa kerja dengan keluhan MSDs. Hal tersebut dikarenakan lebih banyak nelayan yang mempunyai masa kerja yang sudah lama dibanding dengan yang masih baru.

4.1.11 Pengaruh Faktor Kebiasaan Merokok Terhadap Keluhan MSDs Pekerja Konstruksi.

Untuk menganalisis korelasi kategori kebiasaan merokok dengan keluhan MSDs, dilakukan dengan menggunakan uji korelasi Spearman. Dapat ditunjukkan bahwa kebiasaan merokok tidak berdistribusi normal. Apabila data tidak berdistribusi normal maka pengujian dapat dilakukan dengan uji korelasi Spearman (Suyanto *et al.*, 2018).

Tabel 4. 9 Uji Korelasi Kebiasaan Merokok Terhadap Keluhan MSDs Menggunakan Software SPSS

Korelasi				
			MSDS	Kebiasaan_merokok
Spearman's rho	MSDS	Correlation	1.000	.572**
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	.	0.000002
		N	60	60
Kebiasaan_merokok	Kebiasaan_merokok	Correlation	.572**	1.000
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	60	60

Hipotesis :

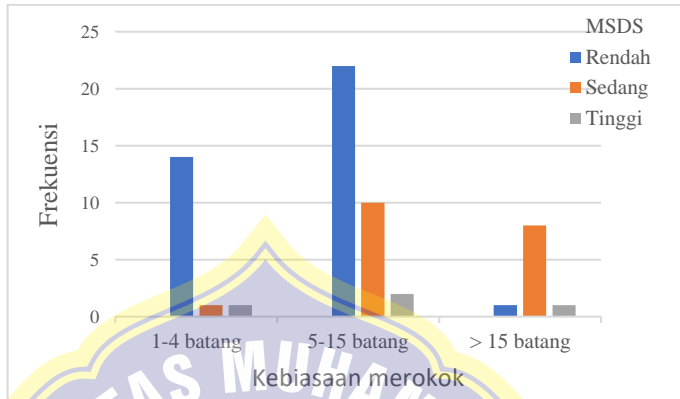
H0 : Tidak ada hubungan (korelasi) antara faktor Kebiasaan merokok dengan keluhan MSDs

H1 : Terdapat hubungan (korelasi) antara faktor kebiasaan merokok dengan keluhan MSDs

- Kaidah penerimaan dan penolakan hipotesis berdasarkan probabilitas (Santoso, 2019):

H0 ditolak = jika nilai Sig (2.tailed) < 0,05.

H0 diterima = jika nilai Sig (2.tailed) > 0,05.



Gambar 4. 7 Keluhan MSDs Kebiasaan Merokok

Pada Tabel 4.9 menunjukkan hasil pengujian menggunakan uji Korelasi Spearman dapat ditarik simpulan bahwa hubungan antara faktor kebiasaan merokok terhadap keluhan MSDs memiliki nilai Sig sebesar 0.000002. Nilai $0,000002 < 0,05$, dapat diartikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan keluhan MSDs. Hasil pengujian tersebut menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,572. Hal tersebut berarti semakin banyak pekerja dalam mengkonsumsi rokok maka semakin meningkatkan keluhan MSDs. Tingkat hubungan tersebut berdasarkan Tabel 2.6 termasuk dalam kategori sedang. Berdasarkan Gambar 4.7 keluhan MSDs rendah paling banyak terdapat pada pekerja yang mengkonsumsi rokok 5-15 batang. Keluhan MSDs sedang paling banyak dikeluhkan pada penderita yang merokok 5-15 batang. Keluhan MSDs tinggi palig banyak dikeluhkan oleh pekerja yang mengkonsumsi rokok sebanyak 5-15 batang. Kebiasaan merokok dapat memberikan pengaruh terhadap keluhan MSDs yang dirasakan pekerja kontruksi. Hal tersebut dapat terjadi karena berkurangnya kapasitas paru-paru untuk menampung oksigen sehingga menyebabkan oksigen yang

diserap oleh tubuh akan semakin sedikit dan berdampak pada menurunnya kesehatan jasmani. Rendahnya kandungan oksigen didalam tubuh menyebabkan proses pembakaran karbohidrat menjadi tenaga terganggu sehingga menyebabkan mudah kelelahan pada saat melakukan pekerjaan yang membutuhkan tenaga. Sehingga dalam tubuh terjadi tumpukan asam laktat yang menjadi sumber timbulnya rasa nyeri pada badan (Hanif, 2020).

Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Tulkhaer *et al.*, (2022) terhadap Pekerja pengisian LPG dari hasil analisis didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,015. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai signifikansi 0,05 maka terdapat korelasi antara kebiasaan merokok dengan keluhan MSDs pada Pekerja pengisian LPG. Hal tersebut disebabkan karena aktivitas merokok dapat menyebabkan pengeroposan pada tulang dan menyebabkan kerusakan pada sistem otot.

Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hanif (2020) pada pekerja angkat angkut UD Maju Makmur Kota Surabaya. Hasil uji Spearman menunjukkan hubungan faktor kebiasaan merokok memiliki korelasi dengan keluhan MSDs. Dari pengujian tersebut didapatkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,542 dari nilai tersebut dikategorikan masuk kategori sedang. Artinya semakin banyak pekerja merokok maka semakin besar pula potensi gangguan MSDs.

Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian lain yang dilakukan Rosemillen & Dwiyanti (2023). Pada Pekerja *gantry luffing crane* perusahaan jasa pelabuhan Jakarta tahun 2022. Berdasarkan hasil uji korelasi *Spearman* dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,028. Dalam pengujian tersebut memiliki hubungan yang lemah dan memiliki arah yang positif. Hal itu mengartikan bahwa semakin meningkat kebiasaan merokok seseorang akan berpotensi besar terkena gangguan MSDs. Perusahaan

tersebut telah melarang pekerjanya merokok. Akan tetapi pekerja tetap merokok di dalam ruang *container office*. Sehingga Pekerja yang tidak merokok terpapar asap dari Pekerja yang merokok.

Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ningrum & Febriyanto (2021) Pekerja dinas kebakaran di kota bontang yang diperoleh nilai *p-value* 0,888. Nilai tersebut lebih besar dari $\alpha = 0,05$ artinya tidak ada hubungan korelasi antara kebiasaan merokok dengan keluhan MSDs. Hal ini disebabkan karena jumlah perokok petugas pemadam kebakaran di kota bontang tergolong rendah.

Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang serupa yang diteliti oleh Rossa *et al.* (2017). Penelitian tersebut menunjukkan hubungan antara kebiasaan merokok dengan keluhan MSDs perawat instalasi rawat inap RSUD Idaman Banjar Baru. Dari uji korelasi pearson yang telah dilakukan mendapatkan nilai *p-value* sebesar 0,697. Nilai $0,697 > 0,05$ hal tersebut diartikan tidak ada hubungan antara kebiasaan merokok dengan keluhan MSDs pada perawat yang bekerja di intalasi rawat inap.

4.2 Analisis Pengaruh Potensi Risiko Cidera Pada Aktivitas MMH Menggunakan NIOSH *Lifting Equation*

Pada aktivitas pekerja konstruksi pembangunan gedung dilakukan menggunakan alat-alat besar tetapi pada beberapa pekerjaan harus dikerjakan secara manual. Pekerja yang melakukan pekerjaannya secara manual tentunya tak luput dari masalah MSDs. Adapun kegiatan yang dilakukan secara manual yaitu terdapat pada aktivitas sebagai berikut.

Tabel 4. 10 Aktivitas MMH Pembangunan Gedung At-Ta'awun.

Aktivitas	Penjelasan
Aktivitas 1	Aktivitas MMH satu adalah berupa aktivitas pengangkutan bata ringan menuju lokasi yang membutuhkan.

Aktivitas 2	Aktivitas MMH dua adalah berupa aktivitas pengangkutan semen menuju lokasi yang diinginkan
Aktivitas 3	Aktivitas MMH satu adalah berupa aktivitas pengangkutan material sisa bangunan menuju pembuangan.

Penentuan Pekerja pengamatan pada ketiga aktivitas ditentukan berdasarkan kategori umur pekerja. Keluhan MSDs kategori sedang dan tinggi terdapat pada kategori umur 25-35 tahun, 36-50 tahun dan > 50 tahun. Berdasarkan Tabel 2.11 keluhan MSDs yang berada pada kategori sedang dan tinggi perlu dilakukan perbaikan untuk mengurangi risiko gangguan MSDs yang lebih parah. Maka penentuan pengambilan subjek pengamatan MMH pada ketiga aktivitas tersebut adalah pekerja usia 25 tahun sampai lebih dari 50 tahun. Adapun rumus yang digunakan dalam analisis adalah sebagai berikut:

1. FIRWL (*Frequency Independent Recommended Weight Limit*)

$$FIRWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times CM$$

Dimana : LC adalah konstanta beban
 HM adalah faktor pengali horizontal
 VM adalah faktor pengali vertikal
 DM adalah faktor pengali jarak
 AM adalah faktor pengali asimetri
 CM adalah faktor pengali kopling
2. STRWL (*Single Task Recommended Weight Limit*)

$$STRWL = FIRWL \times FM$$

adalah batas beban yang direkomendasikan dalam satu kali tugas pengangkatan.
3. FILI (*Frequency Independent Lifting Index*)

$$FILI = L / FIRWL$$

adalah frekuensi ketegangan otot pada setiap pengangkatan beban.
4. STLI (*Single Task Lifting Index*)

$$STLI = L / STRWL$$

adalah nilai relatif ketegangan otot pada satu kali pengangkatan. Pemberian nomor tugas baru diurutkan nilai STLI paling besar.
5. CLI (*Composite Lifting Index*)

$$CLI = STLH \Sigma LI$$

Dimana:

$$\Sigma LI = \{ \text{FILI } 2 \times \left(\frac{1}{FM_{1,2}} - \frac{1}{FM_1} \right) + \text{FILI } 3 \times \left(\frac{1}{FM_{1,2,3}} - \frac{1}{FM_{1,2}} \right) + \text{FILI } N \times \left(\frac{1}{FM_{1,2,\dots,N}} - \frac{1}{FM_{1,2,\dots,N-1}} \right) \}$$

➤ Interpolasi

Penggunaan rumus ini digunakan untuk mencari nilai yang tidak terdapat pada tabel.

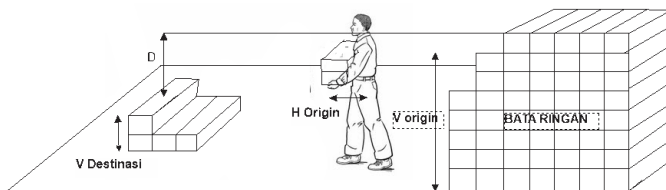
$$Y = Y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}(x - x_0)$$

4.2.1 Analisis MMH Pada Aktivitas 1

Aktivitas 1 adalah aktivitas *manual material handling* (MMH) yaitu melakukan pemindahan bata ringan ke tempat tujuan yang akan dilakukan pekerjaan pemasangan dinding bata ringan. Aktivitas tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Aktivitas Pengangkatan MMH Pengangkatan Bata Ringan



Gambar 4. 9 Faktor Penggali Pengangkatan Bata Ringan

Pada Gambar 4.9 menunjukkan gambar aktivitas MMH pengangkatan bata ringan. Penjelasan mengenai variabel H adalah jarak yang diukur dari pusat tubuh sampai posisi tangan saat memegang beban. Variabel D adalah jarak perpindahan arah vertikal dari tempat awal ketempat tujuan. Variabel V adalah jarak yang diukur secara vertikal dari lantai sampai ketinggian benda atau pada saat tangan baru memegang benda.

Pada Tabel 4.11 menjelaskan data yang diperoleh pada saat melakukan observasi lapangan. Pada aktivitas pengangkatan bata ringan dilakukan sebanyak 12 kali pengangkatan. Selama melakukan tugas pekerja melakukan pengangkatan bata ringan dengan berat 18 kg.

Tabel 4. 11 Data Variabel NIOSH Pada Aktivitas Pengangkatan Bata Ringan Pada Pekerja 1

Task	Object weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	Asymtric angle (degrees)		Frequency rate	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
		L	Ho	Vo	Hd						
1	18	32	140	30	20	120	0	0	0.5	< 1 jam	poor
2	18	32	120	30	20	100	0	0	0.50	< 1 jam	poor
3	18	32	100	30	20	80	0	0	0.50	< 1 jam	poor
4	18	32	80	30	40	40	0	0	0.50	< 1 jam	poor
5	18	32	60	30	40	20	0	0	0.70	< 1 jam	poor
6	18	32	140	30	40	100	0	0	0.30	< 1 jam	poor
7	18	32	120	30	60	60	0	0	0.80	< 1 jam	poor
8	18	32	100	30	60	40	0	0	0.70	< 1 jam	poor
9	18	32	80	30	60	20	0	0	0.50	< 1 jam	poor
10	18	32	60	30	80	20	0	0	0.50	< 1 jam	poor
11	18	32	140	30	80	60	0	0	0.50	< 1 jam	poor
12	18	32	120	30	80	40	0	0	1.00	< 1 jam	poor

Nilai H adalah nilai yang diukur secara horizontal yang diukur dari masa tubuh pekerja sampai ke pusat massa beban pada saat awal pengangkatan (origin) dan posisi akhir (*destination*) yaitu sebesar 32 pada posisi awal dan 30 pada posisi akhir Nilai V adalah nilai yang diukur dari jarak vertikal dari pusat beban sampai lantai. V mengalami perubahan nilai dikarenakan pada pengangkatan bata ketinggian akan berkurang ketika pekerja mengambil di tumpukan bata ringan Nilai V yang diperoleh dari pengamatan sebesar 140 cm dari lantai

Nilai D merupakan jarak yang diukur dari perpindahan beban secara vertikal dari tempat awal ke tempat tujuan. Dari hasil Observasi didapatkan nilai sebesar 120 cm. Nilai D sangat dipengaruhi oleh perubahan ketinggian pada nilai V sehingga nilai D akan berubah seiring perubahan ketinggian yang terjadi pada V. Nilai A (*Asimetric angle*) posisi origin adalah 0° dan pada saat destinasi 0° dikarenakan pada saat aktivitas pengangkatan pekerja tidak mengalami perputaran tubuh dan posisi kaki tidak mengalami perubahan sudut. Pengangkatan beban dilakukan 1 kali dalam 2 menit sehingga frekuensi yang digunakan 0,5 dan mengalami perubahan pada beberapa *task*. Objek *coupling* dikategorikan kedalam *poor*. Hal itu dikarenakan bata ringan yang diangkat tidak memiliki *handle* yang baik. Durasi yang digunakan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut < 1 jam.

➤ **Pengolahan Data Pada Pengangkatan Bata Ringan**

Aktivitas 1 merupakan aktivitas MMH yang digolongkan kedalam *multi task* dimana terdapat 12 kali aktivitas pemindahan. Pada aktivitas 1 nilai yang memiliki jarak vertikal mempunyai angka yang berbeda beda karena batu bata ringan disusun secara vertikal dan terdapat 12 susunan bata ringan. Perhitungan variabel NIOSH pada aktivitas 1 adalah sebagai berikut.

➤ Perhitungan CLI pada posisi *origin* adalah sebagai berikut:

- Konstanta beban LC

$$LC = 23 \text{ kg}$$

- Faktor penggali horizontal

$$HM = 25/H \text{ dihitung menggunakan persamaan 2.2}$$

$$HM = 25/32 = 0,78$$

- Faktor penggali vertikal

$$VM = 1 - 0,003|V-75| \text{ dihitung menggunakan persamaan 2.3}$$

$$VM 1 = 1 - 0,003|140-75| = 0,81$$

$$VM 2 = 1 - 0,003|120-75| = 0,87$$

$$VM 3 = 1 - 0,003|100-75| = 0,93$$

$$VM 4 = 1 - 0,003|80-75| = 0,99$$

$$VM 5 = 1 - 0,003|60-75| = 0,96$$

$$VM 6 = 1 - 0,003|140-75| = 0,81$$

$$VM 7 = 1 - 0,003|120-75| = 0,87$$

$$VM 8 = 1 - 0,003|100-75| = 0,93$$

$$VM 9 = 1 - 0,003|80-75| = 0,99$$

$$VM10 = 1 - 0,003|60-75| = 0,96$$

$$VM11 = 1 - 0,003|140-75| = 0,81$$

$$VM12 = 1 - 0,003|120-75| = 0,87$$

- Faktor pengali jarak

DM = $0,82 + (4,5/d)$ dihitung menggunakan persamaan 2.4

$$DM1 = 0,82 + (4,5/120) = 0,86$$

$$DM2 = 0,82 + (4,5/100) = 0,87$$

$$DM3 = 0,82 + (4,5/80) = 0,88$$

$$DM4 = 0,82 + (4,5/40) = 0,93$$

$$DM5 = 0,82 + (4,5/20) = 1,00$$

$$DM6 = 0,82 + (4,5/100) = 0,87$$

$$DM7 = 0,82 + (4,5/60) = 0,90$$

$$DM8 = 0,82 + (4,5/40) = 0,93$$

$$DM9 = 0,82 + (4,5/20) = 1,00$$

$$DM10 = 0,82 + (4,5/20) = 1,00$$

$$DM11 = 0,82 + (4,5/60) = 0,90$$

$$DM12 = 0,82 + (4,5/40) = 0,93$$

- Faktor pengali asimetris

AM = 1 dilihat pada Tabel 2.3

- Faktor Pengali kopling

CM = 0,9 dilihat pada Tabel 2.6

- Faktor Pengali frekuensi

FM1 = 0,97 dilihat pada Tabel 2.4

$$FM2 = 0,97$$

$$FM3 = 0,97$$

$$FM4 = 0,97$$

$$FM5 = 0,96$$

$$FM6 = 0,99$$

$$FM7 = 0,95$$

$$FM8 = 0,96$$

$$FM9 = 0,99$$

$$FM10 = 0,97$$

$$FM11 = 0,97$$

$$FM12 = 0,94$$

- FIRWL (*Frequency Independent Recommended Weight Limit*)

FIRWL1 = LC×HM×VM×DM×AM×CM dihitung dari persamaan 2.5

$$FIRWL 1 = 23 \times 0,78 \times 0,81 \times 0,86 \times 1 \times 0,9 = 11,16$$

(perhitungan FIRWL dilakukan sampai *task 12*)

- STRWL (*Single Task Recommended Weight Limit*)

STRWL1 = FIRWL 1 × FM 1 dihitung dari persamaan 2.6

$$STRWL1 = 11,16 / 0,97$$

$$STRWL1 = 10,83$$

(perhitungan STRWL dilakukan sampai *task 12*)

- FILI = (*Frequency Independent Lifting Indeks*)

FILI 1 = L/FIRWL 1 dihitung dari persamaan 2.7

$$FILI 1 = 18 / 11,16$$

$$FILI 1 = 1,61$$

(perhitungan FILI dilakukan sampai *task 12*)

- STLI = *Single Task Lifting Index*

STLI 1 = L/STRWL 1

$$STLI 1 = 18/10,83$$

$$STLI 1 = 1,66$$

(perhitungan STLI dilakukan sampai *task 12*)

Penggunaan Frekuensi dilakukan interpolasi menggunakan rumus 2.11. Penggunaan rumus ini karena nilai f tidak terdapat pada tabel frekuensi *multiplier*. pada Tabel 4.12 disajikan hasil interpolasi yang telah dihitung menggunakan bantuan *software* microsoft excel. Berikut contoh perhitungannya

$$Fm_{1,2,3} = Y = 1 + \frac{0,91-0,94}{2-1}(1,5-1) = 0,93$$

Setelah menghitung STLI dilakukan perankingan berdasarkan nilai STLI yang paling besar. Setelah itu data diurutkan pada variabel V, D, F, FILI, dan STLI. Untuk mempermudah perhitungan, nilai FMn di lakukan akumulasi. Nilai FM yang tidak terdapat pada Tabel 2.4 dilakukan interpolasi. Kemudian menghitung CLI dilakukan dengan persamaan 2.11

Tabel 4. 12 Interpolasi Data FMn Pada Aktivitas Pengangkatan Bata Ringan

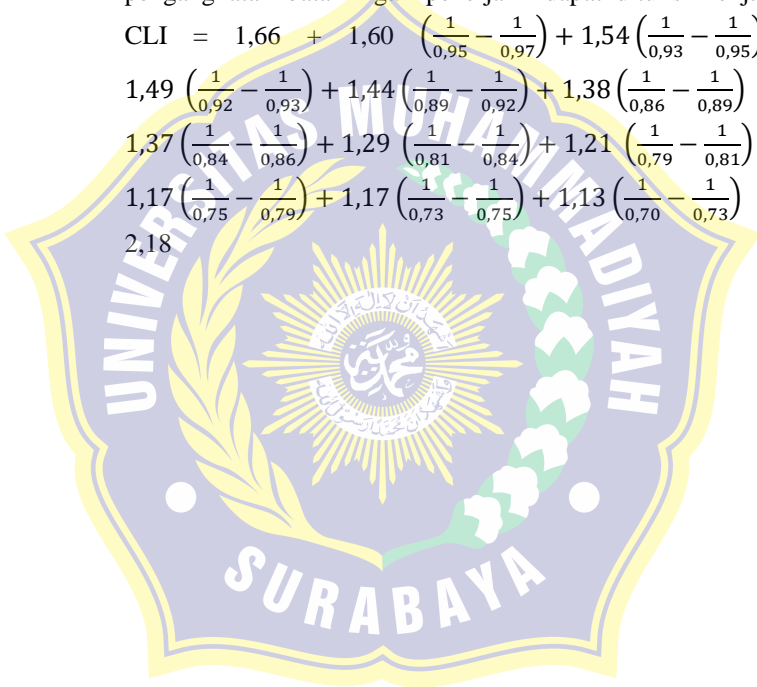
FMn	F	FM
1	0,5	0,97
1,2	0,8	0,95
1,2,3	1,3	0,93
1,2,3,4	1,8	0,92
1,2,3,4,5	2,6	0,89
1,2,3,4,5,6	3,6	0,86
1,2,3,4,5,6,7	4,1	0,84
1,2,3,4,5,6,7,8	4,8	0,81
1,2,3,4,5,6,7,8,9	5,3	0,79
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	6,0	0,75
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	6,5	0,73
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	7,0	0,70

$$\begin{aligned}
 CLI = STLI + FILI2 & \left(\frac{1}{FM1+FM2} - \frac{1}{FM1} \right) + FILI3 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3} - \right. \\
 & \left. \frac{1}{FM1+FM2} \right) + FILI4 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3} \right) + \\
 & FILI5 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4} \right) + \\
 & FILI6 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6} - \right. \\
 & \left. \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5} \right) + \\
 & FILI7 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7} - \right. \\
 & \left. \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6} \right) + \\
 & FILI8 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8} - \right. \\
 & \left. \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7} \right) + \\
 & FILI9 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9} - \right. \\
 & \left. \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8} \right) +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{FIL10} \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9+FM10} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9} \right) + \text{FIL11} + \\
 & \text{FIL12} \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9+FM10+FM11} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9+FM10} \right)
 \end{aligned}$$

Menggunakan persamaan 2.10 perhitungan CLI aktivitas pengangkatan bata ringan pekerja 1 dapat ditulis menjadi:

$$\begin{aligned}
 \text{CLI} &= 1,66 + 1,60 \left(\frac{1}{0,95} - \frac{1}{0,97} \right) + 1,54 \left(\frac{1}{0,93} - \frac{1}{0,95} \right) + \\
 & 1,49 \left(\frac{1}{0,92} - \frac{1}{0,93} \right) + 1,44 \left(\frac{1}{0,89} - \frac{1}{0,92} \right) + 1,38 \left(\frac{1}{0,86} - \frac{1}{0,89} \right) + \\
 & 1,37 \left(\frac{1}{0,84} - \frac{1}{0,86} \right) + 1,29 \left(\frac{1}{0,81} - \frac{1}{0,84} \right) + 1,21 \left(\frac{1}{0,79} - \frac{1}{0,81} \right) + \\
 & 1,17 \left(\frac{1}{0,75} - \frac{1}{0,79} \right) + 1,17 \left(\frac{1}{0,73} - \frac{1}{0,75} \right) + 1,13 \left(\frac{1}{0,70} - \frac{1}{0,73} \right) = \\
 & 2,18
 \end{aligned}$$



Tabel 4. 13 Perhitungan Origin Aktivitas Pengangkatan Bata Ringan Pekerja 1 Nilai Faktor, FILI, STLI.

Task	L	LCo	HMo	VMo	DMo	AMo	FMo	CMo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New tak
1	18	23	0,78	0,81	0,86	1,00	0,97	0,90	11,16	10,83	1,61	1,66	1
2	18	23	0,78	0,87	0,87	1,00	0,97	0,90	12,10	11,74	1,49	1,53	4
3	18	23	0,78	0,93	0,88	1,00	0,97	0,90	13,11	12,71	1,37	1,42	7
4	18	23	0,78	0,99	0,93	1,00	0,97	0,90	14,85	14,41	1,21	1,25	9
5	18	23	0,78	0,96	1,00	1,00	0,96	0,90	15,44	14,80	1,17	1,22	10
6	18	23	0,78	0,81	0,87	1,00	0,99	0,90	11,26	11,15	1,60	1,61	2
7	18	23	0,78	0,87	0,90	1,00	0,95	0,90	12,52	11,92	1,44	1,51	5
8	18	23	0,78	0,93	0,93	1,00	0,96	0,90	13,95	13,36	1,29	1,35	8
9	18	23	0,78	0,99	1,00	1,00	0,97	0,90	15,93	15,45	1,13	1,16	12
10	18	23	0,78	0,96	1,00	1,00	0,97	0,90	15,44	14,98	1,17	1,20	11
11	18	23	0,78	0,81	0,90	1,00	0,97	0,90	11,65	11,30	1,54	1,59	3
12	18	23	0,78	0,87	0,93	1,00	0,94	0,90	13,04	12,26	1,38	1,47	6

Tabel 4. 14 Perhitungan CLI Origin Pengangkatan Bata Ringan Pekerja 1.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
1	140	< 1 jam	0,5	0,5	0,97	1,61	1,66	2,18
2	140	< 1 jam	0,3	0,8	0,95	1,60	1,61	
3	140	< 1 jam	0,5	1,3	0,93	1,54	1,59	
4	120	< 1 jam	0,5	1,8	0,92	1,49	1,53	
5	120	< 1 jam	0,8	2,6	0,89	1,44	1,51	
6	120	< 1 jam	1,0	3,6	0,86	1,38	1,47	
7	100	< 1 jam	0,5	4,1	0,84	1,37	1,42	
8	100	< 1 jam	0,7	4,8	0,81	1,29	1,35	
9	80	< 1 jam	0,5	5,3	0,79	1,21	1,25	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
10	60	< 1 jam	0,7	6,0	0,75	1,17	1,22	
11	60	< 1 jam	0,5	6,5	0,73	1,17	1,20	
12	80	< 1 jam	0,5	7,0	0,70	1,13	1,16	

➤ **Perhitungan *Composite Lifting Index* Pengangkatan Bata Ringan Pada Posisi Destinasi.**

Pada perhitungan pengangkatan bata ringan pada posisi destinasi menggunakan cara yang sama. Akan tetapi terdapat perbedaan pada nilai H dikarenakan posisi pekerja mengalami perubahan pada posisi awal pada saat memegang dan nilai V karena tempat tujuan yang berbeda artinya terdapat kondisi 1 dan 2. Pada posisi destinasi berada pada lantai.

Tabel 4. 15 Perhitungan Destinasi Aktivitas Pengangkatan Bata Ringan Pekerja 1 Nilai Faktor, FILI, STLI.

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	AMd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New tak
1	18	23	0,83	0,84	0,86	1,00	0,97	0,90	12,35	11,98	1,46	1,50	1
2	18	23	0,83	0,84	0,87	1,00	0,97	0,90	12,46	12,09	1,44	1,49	2
3	18	23	0,83	0,84	0,88	1,00	0,97	0,90	12,62	12,24	1,43	1,47	3
4	18	23	0,83	0,90	0,93	1,00	0,97	0,90	14,40	13,96	1,25	1,29	5
5	18	23	0,83	0,90	1,00	1,00	0,96	0,90	15,44	14,79	1,17	1,22	9
6	18	23	0,83	0,90	0,87	1,00	0,99	0,90	13,35	13,22	1,35	1,36	4
7	18	23	0,83	0,96	0,90	1,00	0,95	0,90	14,74	14,04	1,22	1,28	6
8	18	23	0,83	0,96	0,93	1,00	0,96	0,90	15,36	14,72	1,17	1,22	7
9	18	23	0,83	0,96	1,00	1,00	0,97	0,90	16,47	15,98	1,09	1,13	11
10	18	23	0,83	0,99	1,00	1,00	0,97	0,90	16,99	16,48	1,06	1,09	12
11	18	23	0,83	0,99	0,90	1,00	0,97	0,90	15,21	14,75	1,18	1,22	8
12	18	23	0,83	0,99	0,93	1,00	0,94	0,90	15,84	14,89	1,14	1,21	10

Tabel 4. 16 Perhitungan CLI Destinasi Pengangkatan Bata Ringan Pekerja 1

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILlo Re	STLlo Re	CLId
1	20	< 1 jam	0,5	0,5	0,97	1,46	1,50	1,97
2	20	< 1 jam	0,5	1,0	0,94	1,44	1,49	
3	20	< 1 jam	0,5	1,5	0,93	1,43	1,47	
4	40	< 1 jam	0,3	1,8	0,92	1,35	1,36	
5	40	< 1 jam	0,5	2,3	0,90	1,25	1,29	
6	60	< 1 jam	0,8	3,1	0,88	1,22	1,28	
7	60	< 1 jam	0,7	3,8	0,85	1,17	1,22	
8	80	< 1 jam	0,5	4,3	0,83	1,18	1,22	
9	40	< 1 jam	0,7	5,0	0,80	1,17	1,22	
10	80	< 1 jam	1,0	6,0	0,75	1,14	1,21	
11	60	< 1 jam	0,5	6,5	0,73	1,09	1,13	
12	80	< 1 jam	0,5	7,0	0,70	1,06	1,09	

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.15 didapatkan nilai pada variabel HM pada saat posisi origin dan destinasi berbeda. Hal ini terjadi karena terdapat perubahan jarak antar posisi tersebut. Variabel H origin sebesar 32 dan H destinasi sebesar 30 sehingga nilai HM yang didapat sebesar 0,78 dan 0,83. Pada variabel nilai V pada setiap aktivitas mengalami perubahan ketinggian. Pada posisi origin ketinggian akan cenderung turun dan pada destinasi akan naik.

Hal tersebut disebabkan karena pengambilan bata pada posisi origin dipindahkan di variabel destinasi sehingga datanya akan mengalami perubahan sesuai ketinggian pekerja dan susunan bata ringan. Variabel DM (*distance multiplier*) akan berubah seiring perubahan pada nilai V. Variabel AM pada posisi origin dan destinasi memiliki sudut 0 karena tidak terdapat perubahan sudut dengan bidang sagital sehingga nilainya 1. Nilai FM 0.97 diperoleh dari Tabel 2.4 dan apabila nilainya tidak ada pada tabel maka dilakukan interpolasi. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai STRWL yaitu berat yang diizinkan dalam melakukan pengangkatan. Lalu, dilakukan perhitungan pada nilai FILI frekuensi ketegangan yang dialami otot pada saat melakukan aktifitas pengangkatan. Setelah itu menghitung nilai STLI. Nilai relatif ketegangan otot yang diperlukan pada saat pengangkutan. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai CLI pada posisi origin dan destinasi yaitu sebesar 2,18 dan 1,97 yang berarti aktivitas tersebut mungkin beresiko.

Analisis perhitungan aktivitas pengangkatan bata ringan pada pekerja 2 menggunakan langkah-langkah yang sama pada perhitungan metode NIOSH yang diterapkan pada pekerja 1. Variabel data NIOSH aktifitas pengangkatan bata ringan pekerja 2 dapat dilihat pada lampiran Tabel L.3.1. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI origin dapat dilihat pada Tabel L.3.2. Hasil perhitungan nilai CLI pada posisi origin dapat dilihat pada Tabel L.3.3. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI destinasi dapat dilihat pada Tabel L.3.4. Hasil perhitungan CLI pada posisi destinasi dapat dilihat pada Tabel L.3.5. Pada perhitungan tersebut didapatkan nilai CLIo 2,19 dan CLId 1,93 yang berarti aktivitas tersebut mungkin beresiko.

Analisis perhitungan aktivitas pengangkatan bata ringan pada pekerja 3 menggunakan langkah-langkah yang sama pada perhitungan metode NIOSH yang diterapkan pada pekerja 1. Variabel data NIOSH aktifitas pengangkatan bata ringan pekerja 3 dapat dilihat pada lampiran Tabel L.4.1. Perhitungan faktor

penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI origin dapat dilihat pada Tabel L.4.2. Hasil perhitungan nilai CLI pada posisi origin dapat dilihat pada Tabel L.4.3. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI destinasi dapat dilihat pada Tabel L.4.4. Hasil perhitungan CLI pada posisi destinasi dapat dilihat pada Tabel L.4.5. Pada perhitungan tersebut didapatkan nilai CLIo 2, 25 dan CLId 1,80 yang berarti aktivitas tersebut mungkin beresiko.

4.2.1.1 Pengaruh MMH Pengangkutan Bata Ringan Terhadap Keluhan MSDs.

Analisis pada aktivitas 1 didasarkan pada pengumpulan hasil perhitungan yang didapat dengan metode NIOSH. Adapun rekapitulasi hasil STRWL dan CLI ditunjukkan pada Tabel 4.17

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Nilai STRWL dan CLI Aktivitas 1

Task	Nilai STRWL					
	Pekerja 1		Pekerja 2		Pekerja 3	
	Origin	Desti nasi	Origin	Desti nasi	Origin	Desti nasi
1	10,83	11,98	10,98	15,00	11,67	14,75
2	11,74	12,09	10,98	15,00	11,30	14,75
3	12,71	12,24	10,98	15,00	10,33	13,41
4	14,41	13,96	12,90	15,98	11,30	13,83
5	14,80	14,79	12,74	15,78	13,40	15,29
6	11,15	13,22	13,16	16,31	13,85	15,80
7	11,92	14,04	13,08	14,26	12,91	15,19
8	13,36	14,72	13,16	14,35	13,40	13,49
9	15,45	15,98	13,32	14,53	14,51	14,47
10	14,98	16,48	11,78	12,35	14,51	14,47
11	11,30	14,75	11,78	12,35	14,51	14,47
12	12,26	14,89	11,41	11,97	14,06	13,15
CLI	2,18	1,97	2,19	1,93	2,25	1,80

Berdasarkan Tabel 4.17 menunjukkan nilai STRWL yaitu nilai yang digunakan sebagai dasar untuk mengetahui berat beban yang direkomendasikan untuk dilakukan

pengangkatan secara manual dalam melakukan pengangkatan. Dari tabel tersebut diketahui hasil STRWL pada posisi origin sebesar 10,33 -15,45 dan pada posisi destinasi nilai STRWL sebesar 11,97 – 16,48. Nilai tersebut harus mendekati batas maksimum 23 kg untuk memperkecil nilai CLI.

Berdasarkan Tabel 4.17 perhitungan CLI aktivitas pengangkatan bata ringan didapatkan nilai pekerja 1 (CLIo 2,18), pekerja 2 (CLIo 2,19), pekerja 3 (CLIo 2,25). Menurut Iridiastadi & Yassierli (2014) hasil nilai $1 \leq LI \leq 3$ dapat diartikan pekerjaan tersebut mungkin beresiko menimbulkan MSDs. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Haq *et al.* (2018) pada proses pemindahan keramik dengan berat 13,6 - 27,2 kg didapatkan nilai CLI 1,48 dan nilai STRWL 9,33. Selaras dengan penelitian lain yang dilakukan Soleman & Priyadi (2020) pada proses pemindahan, penyaringan dan pencetakan tahu secara manual dengan berat 10 kg didapatkan nilai CLI 2,65 dan nilai STRWL 3,76 kg.

Penanganan secara ergonomi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara teknik (*engineering control*) dan administratif (*administrative kontrol*). Pengendalian administrasi kontrol dapat dilakukan dengan tujuan menghindarkan pekerja dari paparan dampak aktivitas tersebut. pada umumnya pengendalian secara administratif seperti melakukan pengaturan dan penjadwalan *shift* kerja, rotasi penugasan pekerjaan, dan pemilihan pekerja yang tepat sesuai dengan kapasitasnya untuk menghindari dampak buruk terhadap tubuh.

Pengendalian secara teknik dilakukan dengan memperbaiki *capacity worker* dan menurunkan *task demand*. Cara yang dapat dilakukan adalah mengurangi beban kerja. Mengubah sikap pada kondisi pengangkatan yang ideal (memperkecil nilai H). Mengatur jarak perpindahan sehingga jarak perpindahan barang tidak terlalu besar. Menggunakan alat yang dapat dilakukan pengaturan pada ketinggian.

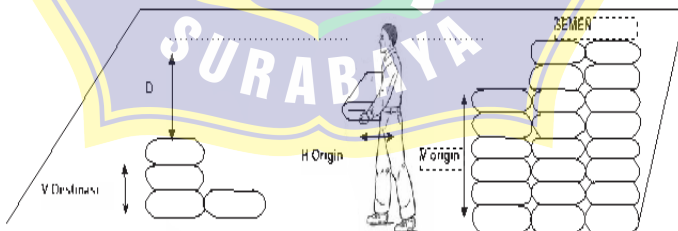
Melakukan perbaikan pada pegangan benda yang diangkat. Mengurangi jumlah frekuensi pengangkatan dan jam kerja.

4.2.2 Analisis MMH Pada Aktivitas 2

Aktivitas 2 merupakan aktivitas MMH yang digolongkan kedalam *multi task* dimana terdapat 10 kali aktivitas pemindahan. Pada aktivitas 2 nilai yang memiliki jarak vertikal mempunyai angka yang berbeda-beda karena batu bata ringan disusun secara vertikal dan terdapat 12 susunan bata ringan. Perhitungan variabel NIOSH pada aktivitas 2 adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 10 Aktivitas MMH Pengangkatan Semen



Gambar 4. 11 Faktor Penggali Pengangkatan Semen

Pada Gambar 4.11 menunjukkan gambar aktivitas MMH pengangkatan semen. Penjelasan mengenai variabel H adalah

jarak yang diukur dari pusat tubuh sampai posisi tangan saat memegang beban. Variabel D adalah jarak perpindahan arah vertikal dari tempat awal ke tempat tujuan. Variabel V adalah jarak yang diukur secara vertikal dari lantai sampai ketinggian benda atau pada saat tangan baru memegang benda.

Pada Tabel 4.18 menjelaskan data yang diperoleh pada saat melakukan observasi lapangan. Pada aktivitas pengangkatan semen dilakukan sebanyak 10 kali pengangkatan. Selama melakukan tugas pekerja melakukan pengangkatan semen dengan berat 50 kg. Nilai H adalah nilai yang diukur secara horizontal yang diukur dari masa tubuh pekerja sampai ke pusat massa beban pada saat awal pengangkatan (*origin*) dan posisi akhir (*destination*) yaitu sebesar 29 pada posisi awal dan 30 pada posisi akhir. Nilai V adalah nilai yang diukur dari jarak vertikal dari pusat beban sampai lantai. V mengalami perubahan nilai dikarenakan pada pengangkatan semen ketinggian akan berkurang ketika pekerja mengambil di tumpukan semen. Nilai V yang diperoleh dari pengamatan sebesar 117 cm dari lantai. Nilai D merupakan jarak yang diukur dari perpindahan beban secara vertikal dari tempat awal ke tempat tujuan. Dari hasil observasi didapatkan nilai sebesar 104 cm. Nilai D sangat dipengaruhi oleh perubahan ketinggian pada nilai V sehingga nilai D akan berubah seiring perubahan ketinggian yang terjadi pada V.

Nilai A (*Asimetric angle*) posisi origin adalah 0° dan pada saat destinasi 0° dikarenakan pada saat aktivitas pengangkatan pekerja tidak mengalami perputaran tubuh dan posisi kaki tidak mengalami perubahan sudut. Pengangkatan beban dilakukan 1 kali dalam 5 menit sehingga frekuensi yang digunakan 0,2 dan mengalami perubahan pada beberapa *task*. Objek *coupling* dikategorikan kedalam *poor*. Hal itu dikarenakan semen yang diangkat tidak memiliki *handle* yang baik. Durasi yang digunakan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut < 1 jam

Tabel 4. 18 Data Variabel NIOSH Pada Aktivitas Pengangkatan Semen Pada Pekerja 1.

Task	Object weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	Asymtric angle (degrees)		frequency rate lift/mint	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
		Ho	Vo	Hd	Vd		Ao	Ad			
1	50	29	117	30	13	104	0	0	0,20	< 1jam	poor
2	50	29	104	30	26	78	0	0	0,20	< 1jam	poor
3	50	29	91	30	39	52	0	0	0,10	< 1jam	poor
4	50	29	78	30	52	26	0	0	0,30	< 1jam	poor
5	50	29	65	30	65	0	0	0	0,20	< 1jam	poor
6	50	29	117	30	13	104	0	0	0,30	< 1jam	poor
7	50	29	104	30	26	78	0	0	0,10	< 1jam	poor
8	50	29	91	30	39	52	0	0	0,20	< 1jam	poor
9	50	29	78	30	52	26	0	0	0,20	< 1jam	poor
10	50	29	65	30	65	0	0	0	0,20	< 1jam	poor

➤ **Pengolahan Data Pada Pengangkatan Semen.**

Aktivitas 2 merupakan aktivitas MMH yang digolongkan kedalam *multi task* dimana terdapat 10 kali aktivitas pemindahan. Pada aktivitas dua nilai yang memiliki jarak vertikal mempunyai angka yang berbeda beda karena semen disusun secara vertikal. Perhitungan variabel NIOSH pada aktivitas 2 adalah sebagai berikut.

➤ Perhitungan CLI pada posisi *origin* adalah sebagai berikut:

- Konstanta beban LC

$$LC = 23 \text{ kg}$$

- Faktor penggali horizontal

HM = 25/H dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2

$$HM = 25/29 = 0,86$$

- Faktor penggali vertikal

VM = 1- 0,003|V-75| dihitung menggunakan persamaan 2.3

$$VM 1 = 1 - 0,003|117-75| = 0,87$$

$$VM 2 = 1 - 0,003|104-75| = 0,91$$

$$VM 3 = 1 - 0,003|91-75| = 0,95$$

$$VM 4 = 1 - 0,003|78-75| = 0,99$$

$$VM 5 = 1 - 0,003|65-75| = 0,97$$

$$VM 6 = 1 - 0,003|117-75| = 0,87$$

$$VM 7 = 1 - 0,003|104-75| = 0,91$$

$$VM 8 = 1 - 0,003|91-75| = 0,95$$

$$VM 9 = 1 - 0,003|78-75| = 0,99$$

$$VM10 = 1 - 0,003|65-75| = 0,97$$

- Faktor penggali jarak

DM = 0,82 +(4,5/d) dihitung menggunakan persamaan 2.4

$$DM1 = 0,82 +(4,5/104) = 0,86$$

$$DM2 = 0,82 +(4,5/78) = 0,88$$

$$DM 3 = 0,82 +(4,5/52) = 0,91$$

$$DM4 = 0,82 +(4,5/26) = 0,99$$

$$DM5 = 0,82 +(4,5/0) = 1$$

$$DM6 = 0,82 +(4,5/104) = 0,86$$

$$DM7 = 0,82 +(4,5/78) = 0,88$$

$$DM8 = 0,82 +(4,5/52) = 0,91$$

$$DM9 = 0,82 + (4,5/26) = 0,99$$

$$DM10 = 0,82 + (4,5/0) = 1$$

- Faktor pengali asimetris

$$AM\ 1 = 1 \text{ dilihat pada Tabel 2.3}$$

- Faktor Pengali kopling

$$CM\ 1 = 0,9 \text{ dilihat pada Tabel 2.6}$$

- Faktor Pengali frekuensi

$$FM\ 1 = 1 \text{ dilihat pada Tabel 2.4}$$

- FIRWL (*Frequency Independent Recommended Weight Limit*)
dihitung menggunakan persamaan

$$FIRWL_1 = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times CM \text{ dihitung menggunakan persamaan 2.5}$$

$$FIRWL\ 1 = 23 \times 0,86 \times 0,87 \times 0,86 \times 1 \times 0,9 = 13,46$$

(perhitungan FIRWL dilakukan sampai *task* 10)

- STRWL (*Single Task Recommended Weight Limit*)

$$STRWL_1 = FIRWL \times FM \text{ dihitung menggunakan persamaan 2.6}$$

$$STRWL = 13,46/1$$

$$STRWL = 13,46$$

(perhitungan STRWL dilakukan sampai *task* 10)

- FILI = (*Frequency Independent Lifting Indeks*)

$$FILI\ 1 = L/FIRWL \text{ dihitung menggunakan persamaan 2.7}$$

$$FILI\ 1 = 50/13,46$$

$$FILI\ 1 = 3,71$$

(perhitungan FILI dilakukan sampai *task* 10)

- STLI 1 = *Single Task Lifting Index*

$$STLI\ 1 = L/STRWL \text{ dihitung menggunakan persamaan 2.8}$$

$$STLI\ 1 = 50/13,46$$

$$STLI\ 1 = 3,71$$

(perhitungan STLI dilakukan sampai *task* 10)

Setelah menghitung STLI dilakukan perankingan berdasarkan nilai STLI yang paling besar. Setelah itu data diurutkan pada variabel V, D, F, FILI, dan STLI. Kemudian menghitung CLI dilakukan dengan persamaan 2.10. Nilai Frekuensi dilakukan interpolasi menggunakan persamaan 2.11

karena nilai f tidak terdapat pada tabel frekuensi multiplier. pada Tabel 4.19 disajikan hasil interpolasi yang telah dihitung menggunakan bantuan *software* microsoft excel. Berikut contoh perhitungannya.

$$Fm_{1,2,3} = 1 + \frac{0,94-0,97}{1-0,5}(0,7-0,5) = 0,96$$

Tabel 4. 19 Interpolasi Data FMn Pada Aktivitas Pengangkatan Semen

FMn	F	Fmn
1	0.3	0.99
1,2	0.5	0.94
1,2,3	0.7	0.96
1,2,3,4	0.8	0.95
1,2,3,4,5	0.9	0.95
1,2,3,4,5,6	1.1	0.94
1,2,3,4,5,6,7	1.3	0.93
1,2,3,4,5,6,7,8	1.5	0.93
1,2,3,4,5,6,7,8,9	1.8	0.92
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	2.0	0.91

Menggunakan persamaan 2.10 perhitungan CLI aktivitas pengangkatan semen pekerja 1 dapat ditulis menjadi:

$$\begin{aligned}
 CLI &= STLI + FILI2 \left(\frac{1}{FM1+FM2} - \frac{1}{FM1} \right) + \\
 &FILI3 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3} - \frac{1}{FM1+FM2} \right) + \\
 &FILI4 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3} \right) + \\
 &FILI5 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4} \right) + \\
 &FILI6 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5} \right) + \\
 &FILI7 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6} \right) + \\
 &FILI8 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7} \right) +
 \end{aligned}$$

$$FILI9 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8} \right) +$$

$$FILI10 \left(\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9+FM10} - \frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9} \right)$$

$$CLI = 3,75 + 3,71 \left(\frac{1}{0,97} - \frac{1}{0,99} \right) + 3,50 \left(\frac{1}{0,96} - \frac{1}{0,97} \right) + 3,50 \left(\frac{1}{0,95} - \frac{1}{0,96} \right) + 3,25 \left(\frac{1}{0,95} - \frac{1}{0,95} \right) + 3,25 \left(\frac{1}{0,94} - \frac{1}{0,95} \right) + 2,89 \left(\frac{1}{0,93} - \frac{1}{0,94} \right) + 2,89 \left(\frac{1}{0,93} - \frac{1}{0,93} \right) + 2,85 \left(\frac{1}{0,92} - \frac{1}{0,93} \right) + 2,85 \left(\frac{1}{0,91} - \frac{1}{0,92} \right) = 4,04$$



Tabel 4. 20 Perhitungan Origin Aktivitas Pengangkutan Semen Pekerja 1 Nilai Faktor, FILI, STLI.

Task	L	LC	HMo	Vmo	Dmo	Amo	Fmo	Cmo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	50	23	0,86	0,87	0,86	1,00	1,00	0,90	13,46	13,46	3,71	3,71	2
2	50	23	0,86	0,91	0,88	1,00	1,00	0,90	14,30	14,30	3,50	3,50	3
3	50	23	0,86	0,95	0,91	1,00	1,00	0,90	15,40	15,40	3,25	3,25	5
4	50	23	0,86	0,99	0,99	1,00	0,99	0,90	17,56	17,39	2,85	2,88	9
5	50	23	0,86	0,97	1,00	1,00	1,00	0,90	17,31	17,31	2,89	2,89	7
6	50	23	0,86	0,87	0,86	1,00	0,99	0,90	13,46	13,33	3,71	3,75	1
7	50	23	0,86	0,91	0,88	1,00	1,00	0,90	14,30	14,30	3,50	3,50	4
8	50	23	0,86	0,95	0,91	1,00	1,00	0,90	15,40	15,40	3,25	3,25	6
9	50	23	0,86	0,99	0,99	1,00	1,00	0,90	17,56	17,56	2,85	2,85	10
10	50	23	0,86	0,97	1,00	1,00	1,00	0,90	17,31	17,31	2,89	2,89	8

Tabel 4. 21 Perhitungan CLI Origin Pengangkutan Semen Pekerja 1

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
1	117	< 1 jam	0,3	0,3	0,99	3,71	3,75	4,04
2	117	< 1 jam	0,2	0,5	0,97	3,71	3,71	
3	104	< 1 jam	0,2	0,7	0,96	3,50	3,50	
4	104	< 1 jam	0,1	0,8	0,95	3,50	3,50	
5	91	< 1 jam	0,1	0,9	0,95	3,25	3,25	
6	91	< 1 jam	0,2	1,1	0,94	3,25	3,25	
7	65	< 1 jam	0,2	1,3	0,93	2,89	2,89	
8	65	< 1 jam	0,2	1,5	0,93	2,89	2,89	
9	78	< 1 jam	0,3	1,8	0,92	2,85	2,88	
10	78	< 1 jam	0,2	2,0	0,91	2,85	2,85	

➤ **Perhitungan *Composite Lifting Index* Pengangkatan Semen Pada Posisi Destinasi.**

Pada perhitungan pengangkatan Semen pada posisi destinasi menggunakan cara yang sama. Akan tetapi terdapat perbedaan pada nilai H dikarenakan posisi pekerja mengalami perubahan pada posisi awal pada saat memegang dan nilai V karena tempat tujuan yang berbeda artinya terdapat kondisi 1 dan 2. Pada posisi destinasi berada pada lantai.

Tabel 4. 22 Perhitungan Destinasi Aktivitas Pengangkatan Semen Pekerja 1 Nilai Faktor, FILI, STLI

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	Amd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	<i>New task</i>
1	50	23	0,83	0,81	0,86	1,00	1,00	0,90	12,12	12,12	4,12	4,12	2
2	50	23	0,83	0,85	0,88	1,00	1,00	0,90	12,91	12,91	3,87	3,87	3
3	50	23	0,83	0,89	0,91	1,00	1,00	0,90	13,95	13,95	3,58	3,58	5
4	50	23	0,83	0,93	0,99	1,00	0,99	0,90	15,95	15,79	3,14	3,17	7
5	50	23	0,83	0,97	1,00	1,00	1,00	0,90	16,73	16,73	2,99	2,99	9
6	50	23	0,83	0,81	0,86	1,00	0,99	0,90	12,12	12,00	4,12	4,17	1
7	50	23	0,83	0,85	0,88	1,00	1,00	0,90	12,91	12,91	3,87	3,87	4
8	50	23	0,83	0,89	0,91	1,00	1,00	0,90	13,95	13,95	3,58	3,58	6
9	50	23	0,83	0,93	0,99	1,00	1,00	0,90	15,95	15,95	3,14	3,14	8
10	50	23	0,83	0,97	1,00	1,00	1,00	0,90	16,73	16,73	2,99	2,99	10

Tabel 4. 23 Perhitungan CLI Destinasi Pengangkatan Semen Pekerja 1

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLId
1	13	< 1 jam	0,3	0,3	0,99	4,12	4,17	4,49
2	13	< 1 jam	0,2	0,5	0,97	4,12	4,12	
3	26	< 1 jam	0,2	0,7	0,96	3,87	3,87	
4	26	< 1 jam	0,1	0,8	0,95	3,87	3,87	
5	39	< 1 jam	0,1	0,9	0,95	3,58	3,58	
6	39	< 1 jam	0,2	1,1	0,94	3,58	3,58	
7	52	< 1 jam	0,3	1,4	0,93	3,14	3,17	
8	52	< 1 jam	0,2	1,6	0,92	3,14	3,14	
9	65	< 1 jam	0,2	1,8	0,92	2,99	2,99	
10	65	< 1 jam	0,2	2,0	0,91	2,99	2,99	

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.20 dan Tabel 4.22 didapatkan nilai pada variabel HM pada saat posisi origin dan destinasi berbeda. Hal ini terjadi karena terdapat perubahan jarak antar posisi tersebut. Variabel H origin sebesar 29 dan H destinasi sebesar 30 sehingga nilai HM yang didapat sebesar 0,86 dan 0,83. Pada variabel nilai V pada setiap aktivitas mengalami perubahan ketinggian. Pada posisi origin ketinggian akan cenderung turun dan pada destinasi akan naik. Hal tersebut disebabkan karena pengambilan semen pada posisi origin dipindahkan di variabel destinasi sehingga datanya akan mengalami perubahan sesuai ketinggian pekerja dan susunan semen. Variabel DM (*distance multiplier*) akan berubah seiring perubahan pada nilai V. Variabel AM pada posisi origin dan destinasi memiliki sudut 0 karena tidak terdapat perubahan sudut dengan bidang sagital sehingga nilainya 1. Nilai FM 0,2 diperoleh dari Tabel 2.4 dan apabila nilainya tidak ada pada tabel maka dilakukan interpolasi.

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai STRWL yaitu berat yang diizinkan dalam melakukan pengangkatan. Lalu, dilakukan perhitungan pada nilai FILI frekuensi ketegangan yang dialami otot pada saat melakukan aktifitas pengangkatan. Setelah itu menghitung nilai STLI. Nilai relatif ketegangan otot yang diperlukan pada saat pengangkutan. Dari hasil perhitungan CLI tersebut didapatkan nilai CLI pada posisi origin dan destinasi > 1 yaitu sebesar 4,04 dan 4,49 yang berarti aktivitas tersebut beresiko.

Analisis perhitungan aktivitas pengangkatan semen pada pekerja 2 menggunakan langkah-langkah yang sama pada perhitungan metode NIOSH yang diterapkan pada pekerja 1. Variabel data NIOSH aktifitas pengangkatan semen pekerja 2 dapat dilihat pada lampiran Tabel L.3.6. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI origin dapat dilihat pada Tabel L.3.7. Hasil perhitungan nilai CLI pada posisi origin dapat dilihat pada Tabel L.3.8. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI destinasi dapat dilihat pada Tabel L.3.9. Hasil perhitungan CLI pada posisi destinasi dapat dilihat pada Tabel L.3.10. Pada perhitungan tersebut didapatkan nilai CLIo 6,03 dan CLId 4,67 yang berarti aktivitas tersebut beresiko.

Analisis perhitungan aktivitas pengangkatan semen pada pekerja 3 menggunakan langkah-langkah yang sama pada perhitungan metode NIOSH yang diterapkan pada pekerja 1. Variabel data NIOSH aktifitas pengangkatan semen pekerja 3 dapat dilihat pada lampiran Tabel L.4.6. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI origin dapat dilihat pada Tabel L.4.7. Hasil perhitungan nilai CLI pada posisi origin dapat dilihat pada Tabel L.4.8. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI destinasi dapat dilihat pada Tabel L.4.9. Hasil perhitungan CLI pada posisi destinasi dapat dilihat pada Tabel L.4.10. Pada perhitungan tersebut didapatkan nilai CLIo 6,40 dan CLId 4,37 yang berarti aktivitas tersebut beresiko.

4.2.2.1 Pengaruh MMH Pengangkutan Semen Terhadap Keluhan MSDs

Analisis pada aktivitas 1 didasarkan pada pengumpulan hasil perhitungan yang didapat dengan metode NIOSH. Adapun rekapitulasi hasil STRWL dan CLI ditunjukkan pada Tabel 4.24

Tabel 4. 24 Rekapitulasi Nilai STRWL dan CLI Aktivitas 2

Task	Nilai STRWL					
	Pekerja 1		Pekerja 2		Pekerja 3	
	Origin	Desti nasi	Origin	Desti nasi	Origin	Desti nasi
1	13,46	12,12	9,04	11,70	8,55	12,53
2	14,30	12,91	9,07	12,28	8,55	12,53
3	15,40	13,95	9,62	12,48	8,55	12,53
4	17,39	15,79	9,47	11,63	8,47	12,40
5	17,31	16,73	10,16	12,41	9,34	13,21
6	13,33	12,00	10,07	12,42	9,51	13,08
7	14,30	12,91	10,65	11,86	9,09	13,21
8	15,40	13,95	10,73	12,49	9,09	13,21
9	17,56	15,95	11,36	12,77	9,63	13,44
10	17,31	16,73	11,23	11,94	9,63	13,44
CLI	4,04	4,49	6,03	4,67	6,40	4,37

Berdasarkan Tabel 4.24 menunjukkan nilai STRWL yaitu nilai yang digunakan sebagai dasar untuk mengetahui berat beban yang direkomendasikan untuk dilakukan pengangkatan secara manual dalam melakukan pengangkatan. Dari tabel tersebut diketahui hasil STRWL pada posisi origin sebesar 8,47 -17,47 dan pada posisi destinasi nilai STRWL sebesar 11,63 – 16,73. Nilai tersebut lebih kecil dari beban aktual yang diangkat oleh pekerja kontruksi pembangunan gedung At-Ta'awun sebesar 50 kg. Nilai tersebut harus mendekati batas maksimum 23 kg untuk memperkecil nilai CLI.

Berdasarkan Tabel 4.24 perhitungan CLI aktivitas pengangkatan semen didapat nilai pekerja 1 (CLId 4,49), pekerja 2 (CLIo 6,03), pekerja 3 (6,40). Menurut Iridiastadi &

Yassierli (2014) Hasil Nilai CLI > 3 dapat diartikan pekerjaan tersebut beresiko menimbulkan MSDs. Hal tersebut dikarenakan frekuensi yang tinggi untuk pekerjaan gabungan dan beban yang diangkat memiliki berat 50 kg. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Lady *et al.* (2023) pada proses pengangkatan material *furniture* dengan berat 50 kg didapatkan nilai CLI 5,20 dan STRWL 9,06 kg. Selaras dengan penelitian lain yang dilakukan Harini (2022) pada proses pengangkutan pupuk seberat 50 kg di PT. Sahabat Mewah dan Makmur didapatkan nilai CLI 7,13 dan STRWL 14,79. Hal ini membuktikan pengangkatan dengan berat 50 kg memiliki CLI >3.

Pengendalian ergonomi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara teknik (*engineering control*) dan administratif (*administrative control*). Pengendalian administrasi kontrol dapat dilakukan dengan tujuan menghindarkan pekerja dari paparan dampak aktivitas tersebut. pada umumnya pengendalian secara administratif seperti melakukan pengaturan dan penjadwalan *shift* kerja, rotasi penugasan pekerjaan, dan pemilihan pekerja yang tepat sesuai dengan kapasitasnya untuk menghindari dampak buruk terhadap tubuh.

Pengendalian secara teknik dilakukan dengan memperbaiki *capacity worker* dan menurunkan *task demand*. Cara yang dapat dilakukan adalah mengurangi beban kerja. Mengubah sikap pada kondisi pengangkatan yang ideal (memperkecil nilai H). Mengatur jarak perpindahan sehingga jarak perpindahan barang tidak terlalu besar. Menggunakan alat yang dapat dilakukan pengaturan pada ketinggiannya. Melakukan perbaikan pada pegangan benda yang diangkat. Mengurangi jumlah frekuensi pengangkatan dan jam kerja.

4.2.3 Pengolahan Data Pada Aktivitas 3.

Aktivitas tiga merupakan aktivitas MMH yang digolongkan kedalam multi task dimana terdapat 14 kali aktivitas

pemindahan. Pada Gambar 4.12 menunjukkan pengangkatan material sisa bangunan. Perhitungan variabel NIOSH pada aktivitas 3 adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 12 Aktivitas MMH Pengangkatan Material Sisa Bangunan

Pada Tabel 4.25 menjelaskan data yang diperoleh pada saat melakukan observasi lapangan. Pada aktivitas pengangkatan material sisa bangunan yang dilakukan sebanyak 14 kali pengangkatan. Selama melakukan tugas pekerja melakukan pengangkatan material sisa dengan berat 20.6 kg. Nilai H adalah nilai yang diukur secara horizontal yang diukur dari masa tubuh pekerja sampai ke pusat massa beban pada saat awal pengangkatan (*origin*) dan posisi akhir (*destination*) yaitu sebesar 18 pada posisi origin dan 21 pada posisi destinasi. Nilai V adalah nilai yang diukur dari jarak vertikal dari pusat beban sampai lantai. Nilai V yang diperoleh dari pengamatan sebesar 39 cm dari lantai. Nilai D merupakan jarak yang diukur dari perpindahan beban secara vertikal dari tempat awal ke tempat tujuan.

Tabel 4. 25 Data Variabel NIOSH Pengangkutan Material Sisa Bangunan

Tas k	Object weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance D	Asymtric angle (degrees)		frequency rate lift/mint	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
		Ho	Vo	Hd	Vd		Ao	Ad	F	hours	
1	20,6	18	29	21	39	10	0	0	0,40	< 1jam	poor
2	20,6	18	28	21	38	10	0	0	0,40	< 1jam	poor
3	20,6	18	25	21	35	10	0	0	0,20	< 1jam	poor
4	20,6	18	21	21	31	10	0	0	0,40	< 1jam	poor
5	20,6	18	21	21	31	10	0	0	0,20	< 1jam	poor
6	20,6	18	28	21	38	10	0	0	0,40	< 1jam	poor
7	20,6	18	25	21	35	10	0	0	0,40	< 1jam	poor
8	20,6	18	26	21	36	10	0	0	0,40	< 1jam	poor
9	20,6	18	24	21	34	10	0	0	0,20	< 1jam	poor
10	20,6	18	27	21	37	10	0	0	0,40	< 1jam	poor
11	20,6	18	25	21	35	10	0	0	0,40	< 1jam	poor
12	20,6	18	24	21	34	10	0	0	0,20	< 1jam	poor
13	20,6	18	28	21	38	10	0	0	0,40	< 1jam	poor
14	20,6	18	29	21	39	10	0	0	0,20	< 1jam	poor

Dari hasil observasi didapatkan nilai sebesar 10 cm. Nilai D konstan karena perpindahan barang dilakukan dari lantai menuju palet setinggi 10 cm dan tidak dilakukan penumpukan.

Nilai A (*Asimetric angle*) diberikan nilai 0 dikarenakan pada saat aktivitas pengangkatan pekerja tidak melakukan pemutaran tubuh dan kaki tidak membentuk sudut pada bidang sagital. Pengangkatan beban dilakukan 1 kali dalam 2,5 menit sehingga frekuensi yang digunakan 0.4 dan terkadang mengalami perubahan. Objek *coupling* dikategorikan kedalam *poor*. Hal itu dikarenakan bata ringan yang diangkat tidak memiliki *handle* yang baik. Durasi yang digunakan untuk melakukan menyelesaikan aktivitas < 1 jam.

➤ **Pengolahan Data Pada Pengangkatan Material Sisa Bangunan**

Aktivitas 3 merupakan aktivitas MMH yang digolongkan kedalam *multi task* dimana terdapat 14 kali aktivitas pemindahan. Pada aktivitas 3 memiliki jarak nilai vertikal sama karena V origin benda berada diatas tanah sementara V destinasi benda diatas landasan yang tingginya 10 cm dan peletakannya tidak ditumpuk. Perhitungan variabel NIOSH pada aktivitas 3 adalah sebagai berikut.

➤ Perhitungan CLI pada posisi *origin* adalah sebagai berikut:

- Konstanta beban LC
 $LC = 23\text{kg}$
- Faktor penggali horizontal
 $HM1 = 25/H$ menggunakan persamaan 2.2
 $HM1 = 25/18 = 1$
 $HM1 = 1$

Karena pada analisis menggunakan NIOSH batas maksimal nilai faktor penggali adalah satu maka nilai HM dirubah menjadi 1

- Faktor penggali vertikal
 $VM = 1 - 0,003|V-75|$ menggunakan persamaan 2.3
 $VM 1 = 1 - 0,003|29-75| = 0,86$
 $VM 2 = 1 - 0,003|28-75| = 0,86$
 $VM 3 = 1 - 0,003|25-75| = 0,85$
 $VM 4 = 1 - 0,003|21-75| = 0,84$

$$VM 5 = 1 - 0,003|21-75| = 0,84$$

$$VM 6 = 1 - 0,003|28-75| = 0,86$$

$$VM 7 = 1 - 0,003|25-75| = 0,85$$

$$VM 8 = 1 - 0,003|26-75| = 0,85$$

$$VM 9 = 1 - 0,003|24-75| = 0,85$$

$$VM10 = 1 - 0,003|27-75| = 0,86$$

$$VM 11 = 1 - 0,003|25-75| = 0,85$$

$$VM 12 = 1 - 0,003|24-75| = 0,85$$

$$VM 13 = 1 - 0,003|28-75| = 0,86$$

$$VM14 = 1 - 0,003|29-75| = 0,86$$

- Faktor pengali jarak

$$DM = 0,82 + (4,5/d) \text{ menggunakan persamaan 2.3}$$

$$DM1 = 0,82 + (4,5/25) = 1,27$$

$$DM1 = 1$$

Karena pada analisis menggunakan NIOSH batas maksimal nilai faktor pengali adalah satu maka nilai HM di rubah menjadi 1

- Faktor pengali asimetris

$$AM 1 = 1 \text{ dilihat pada tabel 2.3}$$

- Faktor Pengali kopling

$$CM 1 = 0,9 \text{ dilihat pada tabel 2.5}$$

- Faktor Pengali frekuensi

$$FM 1 = 0,98 \text{ dilihat pada tabel 2.4}$$

- FIRWL (*Frequency Independent Recommended Weight Limit*)

$$FIRWL1 = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times CM$$

dihitung menggunakan persamaan 2.5

$$FIRWL 1 = 23 \times 1 \times 0,86 \times 1 \times 1 \times 0,9 = 17,84$$

(perhitungan FIRWL dilakukan sampai *task 14*)

- STRWL (Single Task Recommended Weight Limit)

$$STRWL1 = FIRWL \times FM \text{ dihitung menggunakan persamaan 2.6}$$

$$STRWL = 17,84 / 0,98$$

$$STRWL = 17,49$$

(perhitungan STRWL dilakukan sampai *task 14*)

- **FILI = (Frequency Independent Lifting Indeks)**
FILI = L/FIRWL dihitung menggunakan persamaan 2.7
FILI = 20,6 /17,84
FILI = 1.15

(perhitungan FILI dilakukan sampai *task 14*)

- **STLI = Single Task Lifting Index**
STLI = L/STRWL dihitung menggunakan persamaan 2.8
STLI = 20,6/17,49
STLI= 1.18

(perhitungan STLI dilakukan sampai *task 14*)

Setelah menghitung STLI dilakukan perankingan berdasarkan nilai STLI yang paling besar. Setelah itu data diurutkan pada variabel V, D, F, FILI, dan STLI. Kemudian menghitung CLI dilakukan dengan persamaan 2.10. Nilai Frekuensi dilakukan interpolasi menggunakan persamaan 2.11 karena nilai F tidak terdapat pada tabel frekuensi multiplier. pada Tabel 4.26 disajikan hasil interpolasi yang telah dihitung menggunakan bantuan *software* microsoft exel. Berikut contoh perhitungannya.

$$F_{m 1,2} = Y = 0,99 + \frac{0,94-0,97}{1-0,5}(0,8 - 0,5). = 0,95$$

Tabel 4. 26 Interpolasi Data FMn Pada Aktivitas Pengangkatan Material Sisa Bangunan.

No.	FMn	F	FM
1	1	0,40	0,98
2	1,2	0,80	0,95
3	1,2,3	1,20	0,93
4	1,2,3,4	1,60	0,92
5	1,2,3,4,5	1,80	0,92
6	1,2,3,4,5,6	2,20	0,90
7	1,2,3,4,5,6,7	2,60	0,89
8	1,2,3,4,5,6,7,8	3,00	0,88
9	1,2,3,4,5,6,7,8,9	3,40	0,86

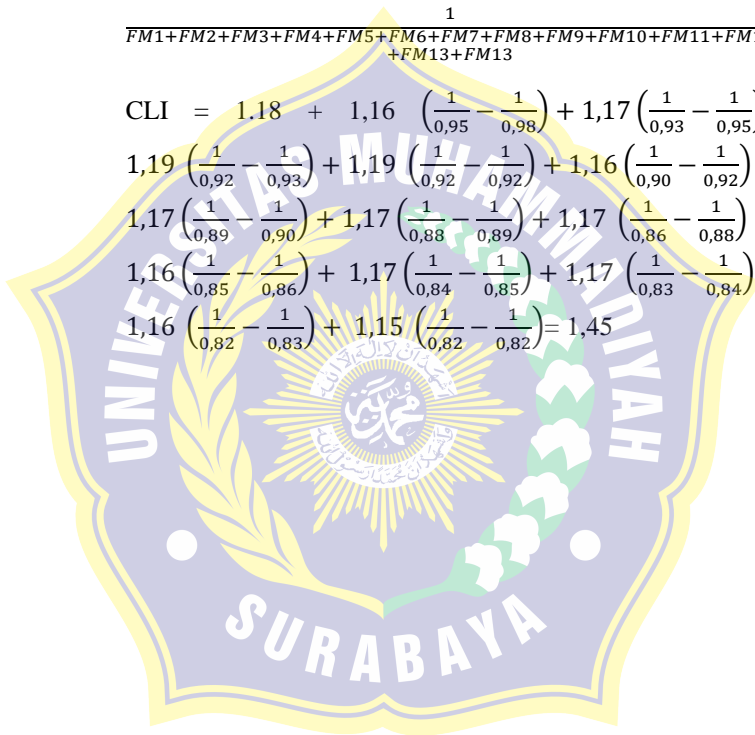
No.	FMn	F	FM
10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	3,80	0,85
11	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	4,00	0,84
12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	4,20	0,83
13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	4,40	0,82
14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	4,60	0,82

$$\begin{aligned}
\text{CLI} &= \text{STLI} + \text{FILI2} \left(\frac{1}{\text{FM1} \cdot \text{FM2}} - \frac{1}{\text{FM1}} \right) + \\
&\text{FILI3} \left(\frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3}} - \frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2}} \right) + \\
&\text{FILI4} \left(\frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4}} - \frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3}} \right) + \\
&\text{FILI5} \left(\frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5}} - \frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4}} \right) + \\
&\text{FILI6} \left(\frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6}} - \frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5}} \right) + \\
&\text{FILI7} \left(\frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7}} - \frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6}} \right) + \\
&\text{FILI8} \left(\frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7} + \text{FM8}} - \frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7}} \right) + \\
&\text{FILI9} \left(\frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7} + \text{FM8} + \text{FM9}} - \frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7} + \text{FM8}} \right) + \\
&\text{FILI10} \left(\frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7} + \text{FM8} + \text{FM9} + \text{FM10}} - \frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7} + \text{FM8} + \text{FM9}} \right) + \\
&\text{FILI11} \left(\frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7} + \text{FM8} + \text{FM9} + \text{FM10} + \text{FM11}} - \frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7} + \text{FM8} + \text{FM9} + \text{FM10}} \right) + \\
&\text{FILI12} \left(\frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7} + \text{FM8} + \text{FM9} + \text{FM10} + \text{FM11} + \text{FM12}} - \frac{1}{\text{FM1} + \text{FM2} + \text{FM3} + \text{FM4} + \text{FM5} + \text{FM6} + \text{FM7} + \text{FM8} + \text{FM9} + \text{FM10}} \right) +
\end{aligned}$$

$$FILI\ 13 \left(\frac{\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9+FM10+FM11+FM12+FM13+FM13}}{\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9+FM10+FM11+FM12}} \right) +$$

$$FILI\ 14 \left(\frac{\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9+FM10+FM11+FM12+FM13+FM14}}{\frac{1}{FM1+FM2+FM3+FM4+FM5+FM6+FM7+FM8+FM9+FM10+FM11+FM12+FM13+FM13}} \right)$$

$$\begin{aligned}
CLI &= 1,18 + 1,16 \left(\frac{1}{0,95} - \frac{1}{0,98} \right) + 1,17 \left(\frac{1}{0,93} - \frac{1}{0,95} \right) + \\
&1,19 \left(\frac{1}{0,92} - \frac{1}{0,93} \right) + 1,19 \left(\frac{1}{0,92} - \frac{1}{0,92} \right) + 1,16 \left(\frac{1}{0,90} - \frac{1}{0,92} \right) + \\
&1,17 \left(\frac{1}{0,89} - \frac{1}{0,90} \right) + 1,17 \left(\frac{1}{0,88} - \frac{1}{0,89} \right) + 1,17 \left(\frac{1}{0,86} - \frac{1}{0,88} \right) + \\
&1,16 \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{0,86} \right) + 1,17 \left(\frac{1}{0,84} - \frac{1}{0,85} \right) + 1,17 \left(\frac{1}{0,83} - \frac{1}{0,84} \right) + \\
&1,16 \left(\frac{1}{0,82} - \frac{1}{0,83} \right) + 1,15 \left(\frac{1}{0,82} - \frac{1}{0,82} \right) = 1,45
\end{aligned}$$



Tabel 4. 27 Perhitungan CLI Origin Aktivitas Pengangkatan Material Sisa Bangunan pekerja 1 Nilai Faktor, FILI, STLI

Task	L	LCo	HMo	VMo	DMo	AMo	FMo	Cmo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	20,6	23	1,00	0,86	1,00	1,0	0,98	0,9	17,84	17,49	1,15	1,18	10
2	20,6	23	1,00	0,86	1,00	1,0	0,98	0,9	17,78	17,43	1,16	1,18	7
3	20,6	23	1,00	0,85	1,00	1,0	1,00	0,9	17,60	17,60	1,17	1,17	13
4	20,6	23	1,00	0,84	1,00	1,0	0,98	0,9	17,35	17,00	1,19	1,21	1
5	20,6	23	1,00	0,84	1,00	1,0	1,00	0,9	17,35	17,35	1,19	1,19	5
6	20,6	23	1,00	0,86	1,00	1,0	0,98	0,9	17,78	17,43	1,16	1,18	8
7	20,6	23	1,00	0,85	1,00	1,0	0,98	0,9	17,60	17,24	1,17	1,19	2
8	20,6	23	1,00	0,85	1,00	1,0	0,98	0,9	17,66	17,30	1,17	1,19	4
9	20,6	23	1,00	0,85	1,00	1,0	1,00	0,9	17,53	17,53	1,17	1,17	11
10	20,6	23	1,00	0,86	1,00	1,0	0,98	0,9	17,72	17,36	1,16	1,19	6
11	20,6	23	1,00	0,85	1,00	1,0	0,98	0,9	17,60	17,24	1,17	1,19	3
12	20,6	23	1,00	0,85	1,00	1,0	1,00	0,9	17,53	17,53	1,17	1,17	12
13	20,6	23	1,00	0,86	1,00	1,0	0,98	0,9	17,78	17,43	1,16	1,18	9
14	20,6	23	1,00	0,86	1,00	1,0	1,00	0,9	17,84	17,84	1,15	1,15	14

Tabel 4. 28 Perhitungan CLI Origin Pengangkatan Material Sisa Bangunan Pekerja 1

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
1	21	< 1 jam	0,4	0,4	0,98	1,19	1,21	1,45
2	25	< 1 jam	0,4	0,8	0,95	1,17	1,19	
3	25	< 1 jam	0,4	1,2	0,93	1,17	1,19	
4	26	< 1 jam	0,4	1,6	0,92	1,17	1,19	
5	21	< 1 jam	0,2	1,8	0,92	1,19	1,19	
6	27	< 1 jam	0,4	2,2	0,90	1,16	1,19	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
7	28	< 1 jam	0,4	2,6	0,89	1,16	1,18	
8	28	< 1 jam	0,4	3	0,88	1,16	1,18	
9	28	< 1 jam	0,4	3,4	0,86	1,16	1,18	
10	29	< 1 jam	0,4	3,8	0,85	1,15	1,18	
11	24	< 1 jam	0,2	4	0,84	1,17	1,17	
12	24	< 1 jam	0,2	4,2	0,83	1,17	1,17	
13	25	< 1 jam	0,2	4,4	0,82	1,17	1,17	
14	29	< 1 jam	0,2	4,6	0,82	1,15	1,15	

➤ **Perhitungan Composite Lifting Index Pengangkatan Material sisa bangunan Pada Posisi Destinasi.**

Pada perhitungan pengangkatan Material sisa bangunan pada posisi destinasi menggunakan cara yang sama. Akan tetapi terdapat perbedaan pada nilai H dikarenakan posisi pekerja mengalami perubahan pada posisi awal pada saat memegang dan nilai V karena tempat tujuan yang berbeda artinya terdapat kondisi 1 dan 2. Pada posisi destinasi berada pada lantai.

Tabel 4. 29 Perhitungan CLI Material Sisa Bangunan Pada Posisi Destinasi.

Task	L	LC	HMd	VMd	DMd	AMd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	20,6	23	1,00	0,89	1,00	1,0	0,98	0,9	18,46	18,10	1,12	1,14	10
2	20,6	23	1,00	0,89	1,00	1,0	0,98	0,9	18,40	18,03	1,12	1,14	7
3	20,6	23	1,00	0,88	1,00	1,0	1,00	0,9	18,22	18,22	1,13	1,13	13
4	20,6	23	1,00	0,87	1,00	1,0	0,98	0,9	17,97	17,61	1,15	1,17	1
5	20,6	23	1,00	0,87	1,00	1,0	1,00	0,9	17,97	17,97	1,15	1,15	5
6	20,6	23	1,00	0,89	1,00	1,0	0,98	0,9	18,40	18,03	1,12	1,14	8
7	20,6	23	1,00	0,88	1,00	1,0	0,98	0,9	18,22	17,85	1,13	1,15	2

Task	L	LC	HMd	VMd	DMd	AMd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
8	20,6	23	1,00	0,88	1,00	1,0	0,98	0,9	18,28	17,91	1,13	1,15	4
9	20,6	23	1,00	0,88	1,00	1,0	1,00	0,9	18,15	18,15	1,13	1,13	11
10	20,6	23	1,00	0,89	1,00	1,0	0,98	0,9	18,34	17,97	1,12	1,15	6
11	20,6	23	1,00	0,88	1,00	1,0	0,98	0,9	18,22	17,85	1,13	1,15	3
12	20,6	23	1,00	0,88	1,00	1,0	1,00	0,9	18,15	18,15	1,13	1,13	12
13	20,6	23	1,00	0,89	1,00	1,0	0,98	0,9	18,40	18,03	1,12	1,14	9
14	20,6	23	1,00	0,89	1,00	1,0	1,00	0,9	18,46	18,46	1,12	1,12	14

Tabel 4. 30 Perhitungan Destinasi Pengangkutan Material Sisa Bangunan Pekerja 1

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLId
1	31	< 1 jam	0,4	0,4	0,98	1,15	1,17	1,40
2	35	< 1 jam	0,4	0,8	0,95	1,13	1,15	
3	35	< 1 jam	0,4	1,2	0,98	1,13	1,15	
4	36	< 1 jam	0,4	1,6	0,92	1,13	1,15	
5	31	< 1 jam	0,2	1,8	0,92	1,15	1,15	
6	37	< 1 jam	0,4	2,2	0,90	1,12	1,15	
7	38	< 1 jam	0,4	2,6	0,91	1,12	1,14	
8	38	< 1 jam	0,4	3	0,88	1,12	1,14	
9	38	< 1 jam	0,4	3,4	0,87	1,12	1,14	
10	39	< 1 jam	0,4	3,8	0,88	1,12	1,14	
11	34	< 1 jam	0,2	4	0,84	1,13	1,13	
12	34	< 1 jam	0,2	4,2	0,83	1,13	1,13	
13	35	< 1 jam	0,2	4,4	0,82	1,13	1,13	
14	39	< 1 jam	0,2	4,6	0,82	1,12	1,12	

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.27 dan Tabel 4.29 didapatkan nilai pada variabel HM pada saat posisi origin dan destinasi sama. Hal ini terjadi karena berdasarkan persamaan 2.2 jika H kurang dari 25 nilainya 1. Pada variabel nilai V pada setiap aktivitas mengalami perubahan ketinggian sesuai dengan tinggi wadah pengikatan material sisa bangunan. Variabel DM (*distance multiplier*) memiliki nilai 10 dan konstan dikarenakan pemindahan material sisa bangunan dilakukan dari lantai menuju palet yang memiliki ketinggian 10 cm dan tidak dilakukan penumpukan. Variabel AM pada posisi origin dan destinasi memiliki sudut 0 karena tidak terdapat perubahan sudut dengan bidang sagital sehingga nilainya 1. FM 0,4 dengan nilai 0,98 diperoleh dari tabel dan apabila nilainya tidak ada pada tabel maka dilakukan interpolasi. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai STRWL yaitu berat yang diizinkan dalam melakukan pengangkatan. Lalu, dilakukan perhitungan pada nilai FILI frekuensi ketegangan yang dialami otot pada saat melakukan aktifitas pengangkatan barang material sisa bangunan. Setelah itu menghitung nilai STLI. Nilai relatif ketegangan otot yang diperlukan pada saat pengangkutan. Dari hasil perhitungan CLI tersebut didapatkan nilai CLI pada posisi origin dan destinasi > 1 yaitu sebesar 1,45 dan 1,40 yang berarti aktivitas tersebut mungkin beresiko.

Analisis perhitungan aktivitas pengangkatan material sisa bangunan pada pekerja 2 menggunakan langkah-langkah yang sama pada perhitungan metode NIOSH yang diterapkan pada pekerja 1. Variabel data NIOSH aktifitas pengangkatan material sisa bangunan pekerja 2 dapat dilihat pada lampiran Tabel L.3.11. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI origin dapat dilihat pada Tabel L.3.12. Hasil perhitungan nilai CLI pada posisi origin dapat dilihat pada Tabel L.3.13. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI destinasi dapat dilihat pada Tabel L.3.14. Hasil perhitungan CLI pada posisi destinasi dapat dilihat pada Tabel L.3.15. Pada perhitungan

tersebut didapatkan nilai CLIo 1,43 dan CLId 1,46 yang berarti aktivitas tersebut mungkin beresiko.

Analisis perhitungan aktivitas pengangkatan material sisa bangunan pada pekerja 3 menggunakan langkah-langkah yang sama pada perhitungan metode NIOSH yang diterapkan pada pekerja 1. Variabel data NIOSH aktifitas pengangkatan material sisa bangunan pekerja 3 dapat dilihat pada lampiran Tabel L.4.11. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI origin dapat dilihat pada Tabel L.4.12. Hasil perhitungan nilai CLI pada posisi origin dapat dilihat pada Tabel L.4.13. Perhitungan faktor penggali, FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI destinasi dapat dilihat pada Tabel L.4.14. Hasil perhitungan CLI pada posisi destinasi dapat dilihat pada Tabel L.4.15. Pada perhitungan tersebut didapatkan nilai CLIo 1,46 dan CLId 1,41 yang berarti aktivitas tersebut mungkin beresiko.

4.2.3.1 Pengaruh MMH Pengangkutan Material Sisa Bangunan Terhadap Keluhan MSDs Pekerja 1, 2, dan 3.

Analisis pada aktivitas 1 didasarkan pada pengumpulan hasil perhitungan yang didapat dengan metode NIOSH. Adapun rekapitulasi hasil STRWL dan CLI ditunjukkan pada Tabel 4.31

Tabel 4. 31 Rekapitulasi Nilai STRWL dan CLI Aktivitas 3

Task	Nilai STRWL					
	Pekerja 1		Pekerja 2		Pekerja 3	
	Origin	Destinasi	Origin	Destinasi	Origin	Destinasi
1	17,49	18,10	17,85	17,57	17,20	17,79
2	17,43	18,03	17,85	17,75	17,24	17,85
3	17,60	18,22	17,60	17,52	17,60	18,22
4	17,00	17,61	17,24	17,17	17,24	17,85
5	17,35	17,97	17,28	17,91	17,04	17,66
6	17,43	18,03	18,16	18,04	17,55	18,16
7	17,24	17,85	17,24	17,17	17,18	17,79
8	17,30	17,91	17,55	18,16	17,18	17,79
9	17,53	18,15	17,91	17,81	17,53	18,15
10	17,36	17,97	17,24	17,17	16,94	17,55
11	17,24	17,85	17,24	17,85	16,94	17,55

Task	Nilai STRWL					
	Pekerja 1		Pekerja 2		Pekerja 3	
12	17,53	18,15	17,60	17,52	17,53	18,15
13	17,43	18,03	17,55	17,46	17,55	18,16
14	17,84	18,46	17,60	17,52	17,84	18,46
CLI	1,45	1,40	1,43	1,46	1,46	1,41

Berdasarkan Tabel 4.31 menunjukkan nilai STRWL yaitu nilai yang digunakan sebagai dasar untuk mengetahui berat beban yang direkomendasikan untuk dilakukan pengangkatan secara manual dalam melakukan pengangkatan. Dari tabel tersebut diketahui hasil RWL pada posisi origin sebesar 16,94 -18,16 dan pada posisi destinasi nilai RWL sebesar 17,17 – 18,22. Nilai tersebut harus mendekati batas maksimum 23 kg untuk memperkecil nilai CLI.

Berdasarkan Tabel 4.31 perhitungan CLI aktivitas pengangkatan material sisa bangunan didapat nilai CLI pekerja 1 (CLIo 1,45), (CLId 1,46), (CLIo 1,46) Menurut Iridiastadi & Yassierli (2014) hasil nilai $1 \leq LI \leq 3$ dapat diartikan pekerjaan tersebut mungkin beresiko menimbulkan MSDs. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Hapsari (2018) pada pengangkatan inner karung yang telah dikemas dengan berat 12 kg dari meja menuju palet didapatkan nilai CLI 1,86 dan STRWL 15,19. Selaras dengan penelitian lain yang dilakukan pada pengangkutan balok es dengan berat 27 kg di pabrik pengolahan es balok didapatkan nilai CLI 1,74 dan nilai RWL 14,47 kg.

Pengendalian ergonomi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara teknik (*engineering control*) dan administratif (*administrative kontrol*). Pengendalian administrasi kontrol dapat dilakukan dengan tujuan menghindarkan pekerja dari paparan dampak aktivitas tersebut. pada umumnya pengendalian secara administratif seperti melakukan pengaturan dan penjadwalan *shift* kerja, rotasi penugasan pekerjaan, dan pemilihan pekerja yang tepat sesuai dengan

kapasitasnya untuk menghindari dampak buruk terhadap tubuh.

Pengendalian secara teknik dilakukan dengan memperbaiki *capacity worker* dan menurunkan *task demand*. Cara yang dapat dilakukan adalah mengurangi beban kerja. Mengubah sikap pada kondisi pengangkatan yang ideal (memperkecil nilai H). Mengatur jarak perpindahan sehingga jarak perpindahan barang tidak terlalu besar. Menggunakan alat yang dapat dilakukan pengaturan pada ketinggian. Melakukan perbaikan pada pegangan benda yang diangkat. Mengurangi jumlah frekuensi pengangkatan dan jam kerja.

4.2.4 Analisis Pada Aktivitas Menggunakan Gerobak Sorong

Analisis pengangkatan menggunakan alat bantu berupa gerobak sorong. Ketinggian dari alat tersebut adalah 36 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.13. Perhitungan dilakukan pada aktivitas pengangkatan bata ringan, semen dan material sisa bangunan. Didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 4. 13 Aktivitas Pengangkatan Menggunakan Gerobak Sorong

➤ **Pengaruh Aktivitas 1 - Pengangkutan Bata Ringan Menggunakan Gerobak Sorong Terhadap Keluhan MSDs.**

Pada perhitungan menggunakan alat bantu gerobak sorong aktivitas pengangkutan bata ringan dilakukan sebanyak 12 *task*. Pada aktivitas A adalah pengangkatan dari posisi origin benda menuju gerobak sorong. Pada aktivitas B adalah aktivitas pengangkutan dari gerobak sorong menuju lantai tempat tujuan. Beban yang diangkat memiliki berat 18 kg. Ho dan Hd masing masing memiliki nilai 32 cm dan 30 cm. Nilai Vo adalah sebesar 56-140 cm dan Vd adalah sebesar 20-80 cm. Sudut *asymtric angle* adalah 0° karena pekerja tidak melakukan pemutaran tubuh sehingga tidak membentuk sudut pada bidang sagital. Pengangkatan beban dilakukan 1 kali dalam 2 menit sehingga frekuensi yang digunakan 0.4 dan terkadang mengalami perubahan. Objek *coupling* dikategorikan kedalam *poor*. Hal itu dikarenakan bata ringan yang diangkat tidak memiliki *handle* membutuhkan sarung tangan untuk memegang. Durasi yang digunakan untuk menyelesaikan aktivitas < 1 jam.

Tabel 4. 32 Data Variabel NIOSH Pengangkatan Bata Ringan Menggunakan Gerobak Sorong

Task	Object weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	asymtric angle (degrees)		frequency rate lift/min	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
		L	Ho	Vo	Hd						
1A	18	32	140	30	56	84	0	0	0,5	< 1 jam	poor
1B	18	32	56	30	20	36	0	0	0,5	< 1 jam	poor
2A	18	32	120	30	56	64	0	0	0,5	< 1 jam	poor
2B	18	32	56	30	20	36	0	0	0,5	< 1 jam	poor
3A	18	32	100	30	56	44	0	0	0,5	< 1 jam	poor
3B	18	32	56	30	20	36	0	0	0,2	< 1 jam	poor
4A	18	32	80	30	56	24	0	0	0,4	< 1 jam	poor
4B	18	32	56	30	40	16	0	0	0,5	< 1 jam	poor
5A	18	32	60	30	56	4	0	0	0,5	< 1 jam	poor
5B	18	32	56	30	40	16	0	0	0,5	< 1 jam	poor
6A	18	32	140	30	56	84	0	0	0,5	< 1 jam	poor
6B	18	32	56	30	40	16	0	0	0,2	< 1 jam	poor
7A	18	32	120	30	56	64	0	0	0,5	< 1 jam	poor
7B	18	32	56	30	60	4	0	0	0,5	< 1 jam	poor
8A	18	32	100	30	56	44	0	0	0,5	< 1 jam	poor
8B	18	32	56	30	60	4	0	0	0,3	< 1 jam	poor
9A	18	32	80	30	56	24	0	0	0,3	< 1 jam	poor
9B	18	32	56	30	60	4	0	0	0,5	< 1 jam	poor
10A	18	32	60	30	56	4	0	0	0,5	< 1 jam	poor
10B	18	32	56	30	80	24	0	0	0,2	< 1 jam	poor
11A	18	32	140	30	56	84	0	0	0,2	< 1 jam	poor

Task	Object weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	asymtric angle (degrees)		frequency rate lift/min	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
		L	Ho	Vo	Hd		Vd	D			
11B	18	32	56	30	80	24	0	0	0,5	< 1 jam	poor
12A	18	32	120	30	56	64	0	0	0,5	< 1 jam	poor
12B	18	32	56	30	80	24	0	0	0,5	< 1 jam	poor

Tabel 4. 33 Perhitungan Nilai Faktor, FILI, STLI Origin Aktivitas Pengangkatan Bata Ringan Menggunakan Gerobak Sorong.

Task	L	LCo	HMo	VMo	DMo	AMo	FMo	CMo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	18	23	0,78	0,81	0,87	1,00	0,97	0,90	11,37	11,03	1,58	1,63	1
2	18	23	0,78	0,94	0,95	1,00	0,97	0,90	14,41	13,98	1,25	1,29	9
3	18	23	0,78	0,87	0,89	1,00	0,97	0,90	12,45	12,08	1,45	1,49	4
4	18	23	0,78	0,94	0,95	1,00	0,97	0,90	14,41	13,98	1,25	1,29	10
5	18	23	0,78	0,93	0,92	1,00	0,97	0,90	13,80	13,38	1,30	1,35	7
6	18	23	0,78	0,94	0,95	1,00	1,00	0,90	14,41	14,41	1,25	1,25	11
7	18	23	0,78	0,99	1,00	1,00	0,98	0,90	15,93	15,61	1,13	1,15	23
8	18	23	0,78	0,94	1,00	1,00	0,97	0,90	15,25	14,79	1,18	1,22	12
9	18	23	0,78	0,96	1,00	1,00	0,97	0,90	15,44	14,98	1,17	1,20	19
10	18	23	0,78	0,94	1,00	1,00	0,97	0,90	15,25	14,79	1,18	1,22	13
11	18	23	0,78	0,81	0,87	1,00	0,97	0,90	11,37	11,03	1,58	1,63	2
12	18	23	0,78	0,94	1,00	1,00	0,97	0,90	15,25	14,79	1,18	1,22	14
13	18	23	0,78	0,87	0,89	1,00	0,97	0,90	12,45	12,08	1,45	1,49	5
14	18	23	0,78	0,94	1,00	1,00	0,97	0,90	15,25	14,79	1,18	1,22	15
15	18	23	0,78	0,93	0,92	1,00	0,97	0,90	13,80	13,38	1,30	1,35	8

Task	L	LCo	HMo	VMo	DMo	AMo	FMo	CMo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
16	18	23	0,78	0,94	1,00	1,00	0,99	0,90	15,25	15,10	1,18	1,19	21
17	18	23	0,78	0,99	1,00	1,00	0,99	0,90	15,93	15,77	1,13	1,14	24
18	18	23	0,78	0,94	1,00	1,00	0,97	0,90	15,25	14,79	1,18	1,22	16
19	18	23	0,78	0,96	1,00	1,00	0,97	0,90	15,44	14,98	1,17	1,20	20
20	18	23	0,78	0,94	1,00	1,00	1,00	0,90	15,25	15,25	1,18	1,18	22
21	18	23	0,78	0,81	0,87	1,00	1,00	0,90	11,37	11,37	1,58	1,58	3
22	18	23	0,78	0,94	1,00	1,00	0,97	0,90	15,25	14,79	1,18	1,22	17
23	18	23	0,78	0,87	0,89	1,00	0,97	0,90	12,45	12,08	1,45	1,49	6
24	18	23	0,78	0,94	1,00	1,00	0,97	0,90	15,25	14,79	1,18	1,22	18

Tabel 4. 34 Perhitungan CLI Origin Pengangkatan Bata Ringan Menggunakan Gerobak Sorong

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
1	140	< 1 jam	0,5	0,5	0,97	1,58	1,63	3,14
2	140	< 1 jam	0,5	1,0	0,94	1,58	1,63	
3	140	< 1 jam	0,2	1,2	0,93	1,58	1,58	
4	120	< 1 jam	0,5	1,7	0,92	1,45	1,49	
5	120	< 1 jam	0,5	2,2	0,90	1,45	1,49	
6	120	< 1 jam	0,5	2,7	0,89	1,45	1,49	
7	100	< 1 jam	0,5	3,2	0,87	1,30	1,35	
8	100	< 1 jam	0,5	3,7	0,85	1,30	1,35	
9	56	< 1 jam	0,5	4,2	0,83	1,25	1,29	
10	56	< 1 jam	0,5	4,7	0,81	1,25	1,29	
11	56	< 1 jam	0,2	4,9	0,81	1,25	1,25	
12	56	< 1 jam	0,5	5,4	0,78	1,18	1,22	
13	56	< 1 jam	0,5	5,9	0,76	1,18	1,22	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
14	56	< 1 jam	0,2	6,1	0,75	1,18	1,22	
15	56	< 1 jam	0,5	6,6	0,72	1,18	1,22	
16	56	< 1 jam	0,5	7,1	0,69	1,18	1,22	
17	56	< 1 jam	0,5	7,6	0,64	1,18	1,22	
18	56	< 1 jam	0,5	8,1	0,59	1,18	1,22	
19	60	< 1 jam	0,5	8,6	0,55	1,17	1,20	
20	60	< 1 jam	0,5	9,1	0,51	1,17	1,20	
21	56	< 1 jam	0,3	9,4	0,49	1,18	1,19	
22	56	< 1 jam	0,2	9,6	0,48	1,18	1,18	
23	80	< 1 jam	0,4	10,0	0,45	1,13	1,15	
24	80	< 1 jam	0,3	10,3	0,44	1,13	1,14	

Berdasarkan Tabel 4.33 perhitungan dengan menggunakan metode NIOSH didapatkan CLI pada saat posisi origin adalah 3,14

Tabel 4. 35 Perhitungan Nilai Faktor, FILI, STLI Destinasi Aktivitas Pengangkatan Bata Ringan Menggunakan Gerobak Sorong.

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	AMd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New taSk
1	18	23	0,83	0,94	0,87	1,00	0,97	0,90	14,21	13,78	1,27	1,31	4
2	18	23	0,83	0,84	0,95	1,00	0,97	0,90	13,61	13,20	1,32	1,36	1
3	18	23	0,83	0,94	0,89	1,00	0,97	0,90	14,48	14,05	1,24	1,28	6
4	18	23	0,83	0,84	0,95	1,00	0,97	0,90	13,61	13,20	1,32	1,36	2
5	18	23	0,83	0,94	0,92	1,00	0,97	0,90	15,00	14,55	1,20	1,24	10
6	18	23	0,83	0,84	0,95	1,00	1,00	0,90	13,61	13,61	1,32	1,32	3
7	18	23	0,83	0,94	1,00	1,00	0,98	0,90	16,27	15,94	1,11	1,13	17

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	AMd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New taSk
8	18	23	0,83	0,90	1,00	1,00	0,97	0,90	15,44	14,98	1,17	1,20	12
9	18	23	0,83	0,94	1,00	1,00	0,97	0,90	16,27	15,78	1,11	1,14	15
10	18	23	0,83	0,90	1,00	1,00	0,97	0,90	15,44	14,98	1,17	1,20	14
11	18	23	0,83	0,94	0,87	1,00	0,97	0,90	14,21	13,78	1,27	1,31	5
12	18	23	0,83	0,90	1,00	1,00	0,97	0,90	15,44	14,98	1,17	1,20	13
13	18	23	0,83	0,94	0,89	1,00	0,97	0,90	14,48	14,05	1,24	1,28	7
14	18	23	0,83	0,96	1,00	1,00	0,97	0,90	16,47	15,98	1,09	1,13	18
15	18	23	0,83	0,94	0,92	1,00	0,97	0,90	15,00	14,55	1,20	1,24	11
16	18	23	0,83	0,96	1,00	1,00	0,99	0,90	16,47	16,31	1,09	1,10	21
17	18	23	0,83	0,94	1,00	1,00	0,99	0,90	16,27	16,10	1,11	1,12	20
18	18	23	0,83	0,96	1,00	1,00	0,97	0,90	16,47	15,98	1,09	1,13	19
19	18	23	0,83	0,94	1,00	1,00	0,97	0,90	16,27	15,78	1,11	1,14	16
20	18	23	0,83	0,99	1,00	1,00	1,00	0,90	16,99	16,99	1,06	1,06	24
21	18	23	0,83	0,94	0,87	1,00	1,00	0,90	14,21	14,21	1,27	1,27	9
22	18	23	0,83	0,99	1,00	1,00	0,97	0,90	16,99	16,48	1,06	1,09	22
23	18	23	0,83	0,94	0,89	1,00	0,97	0,90	14,48	14,05	1,24	1,28	8
24	18	23	0,83	0,99	1,00	1,00	0,97	0,90	16,99	16,48	1,06	1,09	23



SURABAYA

Tabel 4. 36 Perhitungan CLI Destinasi Pengangkatan Bata Ringan Menggunakan Gerobak Sorong.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILlo Re	STLlo Re	CLId
1	20	< 1 jam	0,5	0,5	0,87	1,32	1,36	2,61
2	20	< 1 jam	0,5	1,0	0,94	1,32	1,36	
3	20	< 1 jam	0,2	1,2	0,93	1,32	1,32	
4	56	< 1 jam	0,5	1,7	0,92	1,27	1,31	
5	56	< 1 jam	0,5	2,2	0,90	1,27	1,31	
6	56	< 1 jam	0,5	2,7	0,89	1,24	1,28	
7	56	< 1 jam	0,5	3,2	0,87	1,24	1,28	
8	56	< 1 jam	0,5	3,7	0,85	1,24	1,28	
9	56	< 1 jam	0,2	3,9	0,84	1,27	1,27	
10	56	< 1 jam	0,5	4,4	0,82	1,20	1,24	
11	56	< 1 jam	0,5	4,9	0,81	1,20	1,24	
12	40	< 1 jam	0,5	5,4	0,78	1,17	1,20	
13	40	< 1 jam	0,2	5,6	0,77	1,17	1,20	
14	40	< 1 jam	0,5	6,1	0,75	1,17	1,20	
15	56	< 1 jam	0,5	6,6	0,72	1,11	1,14	
16	56	< 1 jam	0,5	7,1	0,69	1,11	1,14	
17	56	< 1 jam	0,4	7,5	0,65	1,11	1,13	
18	60	< 1 jam	0,5	8,0	0,60	1,09	1,13	
19	60	< 1 jam	0,5	8,5	0,56	1,09	1,13	
20	56	< 1 jam	0,3	8,8	0,53	1,11	1,12	
21	60	< 1 jam	0,3	9,1	0,51	1,09	1,10	
22	80	< 1 jam	0,5	9,6	0,48	1,06	1,09	
23	80	< 1 jam	0,5	10,1	0,44	1,06	1,09	
24	80	< 1 jam	0,2	10,3	0,44	1,06	1,06	

Berdasarkan Tabel 4.36 perhitungan dengan menggunakan metode NIOSH didapatkan CLI pada saat posisi destinasi adalah 2,61

➤ **Pengaruh Aktivitas 2– Pengangkutan Semen Menggunakan Gerobak Sorong Terhadap Keluhan MSDs.**

Tabel 4. 37 Data Variabel NIOSH Pengangkutan Semen Menggunakan Gerobak Sorong

Task	Object weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance D	Asymetric angle (degrees)		frequency rate lift/mint F	Durati on hours	Objecting coupling
		Origin		Destination			Ao	Ad			
		Ho	Vo	Hd	Vd						
1A	50	27	117	28	49	68	0	0	0,20	< 1jam	poor
1B	50	27	49	28	13	36	0	0	0,20	< 1jam	poor
2A	50	27	104	28	49	55	0	0	0,20	< 1jam	poor
2B	50	27	49	28	26	23	0	0	0,20	< 1jam	poor
3A	50	27	91	28	49	42	0	0	0,20	< 1jam	poor
3B	50	27	49	28	39	10	0	0	0,20	< 1jam	poor
4A	50	27	78	28	49	29	0	0	0,20	< 1jam	poor
4B	50	27	49	28	52	3	0	0	0,20	< 1jam	poor
5A	50	27	65	28	49	16	0	0	0,20	< 1jam	poor
5B	50	27	49	28	65	16	0	0	0,20	< 1jam	poor
6A	50	27	117	28	49	68	0	0	0,20	< 1jam	poor
6B	50	27	49	28	13	36	0	0	0,20	< 1jam	poor
7A	50	27	104	28	49	55	0	0	0,20	< 1jam	poor
7B	50	27	49	28	26	23	0	0	0,20	< 1jam	poor
8A	50	27	91	28	49	42	0	0	0,20	< 1jam	poor

Task	Object weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	Asymtric angle (degrees)		frequency rate lift/mint	Durati on hours	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
		L	Ho	Vo	Hd	Vd	D	Ao	Ad	F	
8B	50	27	49	28	39	10	0	0	0,20	< 1jam	poor
9A	50	27	78	28	49	29	0	0	0,20	< 1jam	poor
9B	50	27	49	28	52	3	0	0	0,20	< 1jam	poor
10A	50	27	65	28	49	16	0	0	0,20	< 1jam	poor
10B	50	27	49	28	65	16	0	0	0,20	< 1jam	poor

Pada perhitungan menggunakan gerobak sorong aktivitas pengangkutan semen dilakukan sebanyak 10 *task*. Pada aktivitas A adalah pengangkatan dari posisi origin benda menuju Gerobak sorong. Pada aktivitas B adalah aktivitas pengangkatan dari gerobak Sorong menuju lantai tempat tujuan. Beban yang diangkat memiliki berat 50 kg. Ho dan Hd masing masing memiliki nilai 27 cm dan 28 cm. Nilai Vo adalah sebesar 49-117 cm dan Vd adalah sebesar 13-65 cm. Sudut *asymtric angle* adalah 0° karena pekerja tidak melakukan pemutaran tubuh sehingga tidak membentuk sudut pada bidang sagital. Pengangkatan beban dilakukan 1 kali dalam 5 menit sehingga frekuensi yang digunakan 0.2. Objek *coupling* dikategorikan kedalam *poor*. Hal itu dikarenakan semen yang diangkat tidak memiliki desain *handle* membutuhkan sarung tangan untuk memegang. Durasi yang digunakan untuk menyelesaikan aktivitas < 1 jam.

Tabel 4. 38 Perhitungan Nilai Faktor, FILI, STLI Origin Aktivitas Pengangkutan Semen Menggunakan Gerobak Sorong.

Task	L	LCo	HMo	VMo	DMo	AMo	FMo	CMo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	50	23	0,93	0,87	0,89	1,00	1,00	0,90	14,84	14,84	3,37	3,37	1
2	50	23	0,93	0,92	0,95	1,00	1,00	0,90	16,70	16,70	2,99	2,99	5

Task	L	LCo	HMo	VMo	DMo	AMo	FMo	CMo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
3	50	23	0,93	0,91	0,90	1,00	1,00	0,90	15,78	15,78	3,17	3,17	3
4	50	23	0,93	0,92	1,00	1,00	1,00	0,90	17,67	17,67	2,83	2,83	9
5	50	23	0,93	0,95	0,93	1,00	1,00	0,90	16,92	16,92	2,96	2,96	7
6	50	23	0,93	0,92	1,00	1,00	1,00	0,90	17,67	17,67	2,83	2,83	10
7	50	23	0,93	0,99	0,98	1,00	1,00	0,90	18,52	18,52	2,70	2,70	17
8	50	23	0,93	0,92	1,00	1,00	1,00	0,90	17,67	17,67	2,83	2,83	11
9	50	23	0,93	0,97	1,00	1,00	1,00	0,90	18,59	18,59	2,69	2,69	19
10	50	23	0,93	0,92	1,00	1,00	1,00	0,90	17,67	17,67	2,83	2,83	12
11	50	23	0,93	0,87	0,89	1,00	1,00	0,90	14,84	14,84	3,37	3,37	2
12	50	23	0,93	0,92	0,95	1,00	1,00	0,90	16,70	16,70	2,99	2,99	6
13	50	23	0,93	0,91	0,90	1,00	1,00	0,90	15,78	15,78	3,17	3,17	4
14	50	23	0,93	0,92	1,00	1,00	1,00	0,90	17,67	17,67	2,83	2,83	13
15	50	23	0,93	0,95	0,93	1,00	1,00	0,90	16,92	16,92	2,96	2,96	8
16	50	23	0,93	0,92	1,00	1,00	1,00	0,90	17,67	17,67	2,83	2,83	14
17	50	23	0,93	0,99	0,98	1,00	1,00	0,90	18,52	18,52	2,70	2,70	18
18	50	23	0,93	0,92	1,00	1,00	1,00	0,90	17,67	17,67	2,83	2,83	15
19	50	23	0,93	0,97	1,00	1,00	1,00	0,90	18,59	18,59	2,69	2,69	20
20	50	23	0,93	0,92	1,00	1,00	1,00	0,90	17,67	17,67	2,83	2,83	16

Tabel 4. 39 Perhitungan CLI Origin Pengangkatan Semen Menggunakan Gerobak Sorong.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
1	117	< 1 jam	0,2	0,2	1,00	3,37	3,37	3,93
2	117	< 1 jam	0,2	0,4	0,98	3,37	3,37	
3	104	< 1 jam	0,2	0,6	0,96	3,17	3,17	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
4	104	< 1 jam	0,2	0,8	0,95	3,17	3,17	
5	49	< 1 jam	0,2	1,0	0,94	2,99	2,99	
6	49	< 1 jam	0,2	1,2	0,93	2,99	2,99	
7	91	< 1 jam	0,2	1,4	0,93	2,96	2,96	
8	91	< 1 jam	0,2	1,6	0,92	2,96	2,96	
9	49	< 1 jam	0,2	1,8	0,92	2,83	2,83	
10	49	< 1 jam	0,2	2,0	0,91	2,83	2,83	
11	49	< 1 jam	0,2	2,2	0,90	2,83	2,83	
12	49	< 1 jam	0,2	2,4	0,90	2,83	2,83	
13	49	< 1 jam	0,2	2,6	0,89	2,83	2,83	
14	49	< 1 jam	0,2	2,8	0,89	2,83	2,83	
15	49	< 1 jam	0,2	3,0	0,88	2,83	2,83	
16	49	< 1 jam	0,2	3,2	0,87	2,83	2,83	
17	78	< 1 jam	0,2	3,4	0,86	2,70	2,70	
18	78	< 1 jam	0,2	3,6	0,86	2,70	2,70	
19	65	< 1 jam	0,2	3,8	0,85	2,69	2,69	
20	65	< 1 jam	0,2	4,0	0,84	2,69	2,69	

Berdasarkan Tabel 4.39 perhitungan dengan menggunakan metode NIOSH didapatkan CLI pada saat posisi origin adalah 3,93

Tabel 4. 40 Perhitungan Nilai Faktor, FILI, STLI Destinasi Aktivitas Pengangkatan Semen Menggunakan Gerobak Sorong.

Task	L	LC	HMd	VMd	DMd	Amd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New tak
1	50	23	0,89	0,92	0,89	1,00	1,00	0,90	15,10	15,10	3,31	3,31	3
2	50	23	0,89	0,81	0,95	1,00	1,00	0,90	14,22	14,22	3,52	3,52	1

Task	L	LC	HMd	VMd	DMd	Amd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New tak
3	50	23	0,89	0,92	0,90	1,00	1,00	0,90	15,37	15,37	3,25	3,25	5
4	50	23	0,89	0,85	1,00	1,00	1,00	0,90	15,77	15,77	3,17	3,17	7
5	50	23	0,89	0,92	0,93	1,00	1,00	0,90	15,80	15,80	3,16	3,16	9
6	50	23	0,89	0,89	1,00	1,00	1,00	0,90	16,49	16,49	3,03	3,03	11
7	50	23	0,89	0,92	0,98	1,00	1,00	0,90	16,62	16,62	3,01	3,01	13
8	50	23	0,89	0,93	1,00	1,00	1,00	0,90	17,21	17,21	2,91	2,91	17
9	50	23	0,89	0,92	1,00	1,00	1,00	0,90	17,04	17,04	2,93	2,93	15
10	50	23	0,89	0,97	1,00	1,00	1,00	0,90	17,93	17,93	2,79	2,79	19
11	50	23	0,89	0,92	0,89	1,00	1,00	0,90	15,10	15,10	3,31	3,31	4
12	50	23	0,89	0,81	0,95	1,00	1,00	0,90	14,22	14,22	3,52	3,52	2
13	50	23	0,89	0,92	0,90	1,00	1,00	0,90	15,37	15,37	3,25	3,25	6
14	50	23	0,89	0,85	1,00	1,00	1,00	0,90	15,77	15,77	3,17	3,17	8
15	50	23	0,89	0,92	0,93	1,00	1,00	0,90	15,80	15,80	3,16	3,16	10
16	50	23	0,89	0,89	1,00	1,00	1,00	0,90	16,49	16,49	3,03	3,03	12
17	50	23	0,89	0,92	0,98	1,00	1,00	0,90	16,62	16,62	3,01	3,01	14
18	50	23	0,89	0,93	1,00	1,00	1,00	0,90	17,21	17,21	2,91	2,91	18
19	50	23	0,89	0,92	1,00	1,00	1,00	0,90	17,04	17,04	2,93	2,93	16
20	50	23	0,89	0,97	1,00	1,00	1,00	0,90	17,93	17,93	2,79	2,79	20

Tabel 4. 41 Perhitungan CLI Destinasi Pengangkatan Semen Menggunakan Gerobak Sorong.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLId
1	13	< 1 jam	0,2	0,2	1,00	3,52	3,52	4,11
2	13	< 1 jam	0,2	0,4	1,00	3,52	3,52	
3	49	< 1 jam	0,2	0,6	0,96	3,31	3,31	
4	49	< 1 jam	0,2	0,8	0,95	3,31	3,31	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILlo Re	STLlo Re	CLId
5	49	< 1 jam	0,2	1,0	0,94	3,25	3,25	
6	49	< 1 jam	0,2	1,2	0,93	3,25	3,25	
7	26	< 1 jam	0,2	1,4	0,93	3,17	3,17	
8	26	< 1 jam	0,2	1,6	0,92	3,17	3,17	
9	49	< 1 jam	0,2	1,8	0,92	3,16	3,16	
10	49	< 1 jam	0,2	2,0	0,91	3,16	3,16	
11	39	< 1 jam	0,2	2,2	0,90	3,03	3,03	
12	39	< 1 jam	0,2	2,4	0,90	3,03	3,03	
13	49	< 1 jam	0,2	2,6	0,89	3,01	3,01	
14	49	< 1 jam	0,2	2,8	0,89	3,01	3,01	
15	49	< 1 jam	0,2	3,0	0,88	2,93	2,93	
16	49	< 1 jam	0,2	3,2	0,87	2,93	2,93	
17	52	< 1 jam	0,2	3,4	0,86	2,91	2,91	
18	52	< 1 jam	0,2	3,6	0,86	2,91	2,91	
19	65	< 1 jam	0,2	3,8	0,85	2,79	2,79	
20	65	< 1 jam	0,2	4,0	0,84	2,79	2,79	

Berdasarkan Tabel 4.41 perhitungan dengan menggunakan metode NIOSH didapatkan CLI pada saat posisi destinasi adalah 4,11.

➤ **Pengaruh Aktivitas 3 - Pengangkutan Material Sisa Bangunan Menggunakan Gerobak Sorong Terhadap Keluhan MSDs.**

Pada perhitungan menggunakan gerobak sorong aktivitas pengangkutan material sisa bangunan dilakukan sebanyak 14 *task*. Pada aktivitas A adalah pengangkutan dari posisi origin benda menuju Gerobak

sorong. Pada aktivitas B adalah aktivitas pengangkatan dari gerobak Sorong menuju lantai tempat tujuan. Beban yang diangkat memiliki berat 20,6 kg. Ho dan Hd masing masing memiliki nilai 22 cm dan 20 cm. Nilai Vo adalah sebesar 21-40 cm dan Vd adalah sebesar 31-69 cm. Sudut *asymtric angle* adalah 0° karena pekerja tidak melakukan pemutaran tubuh sehingga tidak membentuk sudut pada bidang sagital. Pengangkatan beban dilakukan 1 kali dalam 5 menit sehingga frekuensi yang digunakan 0.2 terkadang mengalami perubahan. Objek *coupling* dikategorikan kedalam *poor*. Hal itu dikarenakan material sisa bangunan yang diangkat tidak memiliki desain. Durasi yang digunakan untuk menyelesaikan aktivitas < 1 jam.

Tabel 4. 42 Data Variabel NIOSH Pengangkatan Material Sisa Bangunan Meggunakan Gerobak Sorong.

Task	Object Weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	asymtric angle (degrees)		frequency rate lift/mint	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
	L	Ho	Vo	Hd	Vd	D	Ao	Ad	F	hours	
1A	20,6	22	29	20	69	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
1B	20,6	22	40	20	39	1	0	0	0,20	< 1jam	Fair
2A	20,6	22	28	20	68	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
2B	20,6	22	40	20	38	2	0	0	0,20	< 1jam	Fair
3A	20,6	22	25	20	65	40	0	0	0,30	< 1jam	Fair
3B	20,6	22	40	20	35	5	0	0	0,30	< 1jam	Fair
4A	20,6	22	21	20	61	40	0	0	0,30	< 1jam	Fair
4B	20,6	22	40	20	31	9	0	0	0,25	< 1jam	Fair
5A	20,6	22	21	20	61	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
5B	20,6	22	40	20	31	9	0	0	0,20	< 1jam	Fair
6A	20,6	22	28	20	68	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair

Task	Object Weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	asymtric angle (degrees)		frequency rate lift/mint	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
		Ho	Vo	Hd	Vd		Ao	Ad			
6B	20,6	22	40	20	38	2	0	0	0,20	< 1jam	Fair
7A	20,6	22	25	20	65	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
7B	20,6	22	40	20	35	5	0	0	0,20	< 1jam	Fair
8A	20,6	22	26	20	66	40	0	0	0,15	< 1jam	Fair
8B	20,6	22	40	20	50	10	0	0	0,25	< 1jam	Fair
9A	20,6	22	24	20	64	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
9B	20,6	22	40	20	34	6	0	0	0,20	< 1jam	Fair
10A	20,6	22	27	20	67	40	0	0	0,25	< 1jam	Fair
10B	20,6	22	40	20	37	3	0	0	0,20	< 1jam	Fair
11A	20,6	22	25	20	65	40	0	0	0,30	< 1jam	Fair
11B	20,6	22	40	20	35	5	0	0	0,20	< 1jam	Fair
12A	20,6	22	24	20	64	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
12B	20,6	22	40	20	34	6	0	0	0,25	< 1jam	Fair
13A	20,6	22	28	20	68	40	0	0	0,25	< 1jam	Fair
13B	20,6	22	40	20	38	2	0	0	0,20	< 1jam	Fair
14A	20,6	22	29	20	69	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
14B	20,6	22	40	20	39	1	0	0	0,20	< 1jam	Fair

Tabel 4. 43 Perhitungan Nilai Faktor, FILI, STLI Origin Aktivitas Pengangkatan Material Sisa Bangunan Menggunakan Gerobak Sorong.

Task	L	Lco	HMo	Vmo	Dmo	Amo	Fmo	Cmo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,90	16,64	16,64	1,24	1,24	13
2	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,53	1,11	1,11	19
3	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,90	16,58	16,58	1,24	1,24	11
4	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,53	1,11	1,11	20
5	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	0,99	0,90	16,41	16,24	1,26	1,27	3
6	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	0,99	0,90	18,53	18,34	1,11	1,12	15
7	21	23	1,00	0,84	0,93	1,00	0,99	0,90	16,18	16,01	1,27	1,29	1
8	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,43	1,11	1,12	16
9	21	23	1,00	0,84	0,93	1,00	1,00	0,90	16,18	16,18	1,27	1,27	2
10	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,53	1,11	1,11	21
11	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,90	16,58	16,58	1,24	1,24	12
12	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,53	1,11	1,11	22
13	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	1,00	0,90	16,41	16,41	1,26	1,26	7
14	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,53	1,11	1,11	23
15	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	1,00	0,90	16,47	16,47	1,25	1,25	9
16	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,43	1,11	1,12	18
17	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	1,00	0,90	16,35	16,35	1,26	1,26	5
18	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,53	1,11	1,11	24
19	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,90	16,52	16,44	1,25	1,25	8
20	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,53	1,11	1,11	25
21	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	0,99	0,90	16,41	16,24	1,26	1,27	4

Task	L	Lco	HMo	Vmo	Dmo	Amo	Fmo	Cmo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
22	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,53	1,11	1,11	26
23	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	1,00	0,90	16,35	16,35	1,26	1,26	6
24	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,43	1,11	1,12	17
25	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,90	16,58	16,50	1,24	1,25	10
26	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,53	1,11	1,11	27
27	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,90	16,64	16,64	1,24	1,24	14
28	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	18,53	18,53	1,11	1,11	28

Tabel 4. 44 Perhitungan CLI Origin Pengangkatan Material Sisa Bangunan Menggunakan Gerobak Sorong.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
1	21	< 1 jam	0,3	0,3	0,99	1,27	1,29	1,69
2	21	< 1 jam	0,2	0,5	0,97	1,27	1,27	
3	25	< 1 jam	0,3	0,8	0,95	1,26	1,27	
4	25	< 1 jam	0,3	1,1	0,94	1,26	1,27	
5	24	< 1 jam	0,2	1,3	0,93	1,26	1,26	
6	24	< 1 jam	0,2	1,5	0,93	1,26	1,26	
7	25	< 1 jam	0,2	1,7	0,92	1,26	1,26	
8	27	< 1 jam	0,3	2,0	0,91	1,25	1,25	
9	26	< 1 jam	0,2	2,1	0,91	1,25	1,25	
10	28	< 1 jam	0,3	2,4	0,90	1,24	1,25	
11	28	< 1 jam	0,2	2,6	0,89	1,24	1,24	
12	28	< 1 jam	0,2	2,8	0,89	1,24	1,24	
13	29	< 1 jam	0,2	3,0	0,88	1,24	1,24	
14	29	< 1 jam	0,2	3,2	0,87	1,24	1,24	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
15	40	< 1 jam	0,3	3,5	0,86	1,11	1,12	
16	40	< 1 jam	0,3	3,7	0,85	1,11	1,12	
17	40	< 1 jam	0,3	4,0	0,84	1,11	1,12	
18	40	< 1 jam	0,3	4,2	0,83	1,11	1,12	
19	40	< 1 jam	0,2	4,4	0,82	1,11	1,11	
20	40	< 1 jam	0,2	4,6	0,82	1,11	1,11	
21	40	< 1 jam	0,2	4,8	0,81	1,11	1,11	
22	40	< 1 jam	0,2	5,0	0,80	1,11	1,11	
23	40	< 1 jam	0,2	5,2	0,79	1,11	1,11	
24	40	< 1 jam	0,2	5,4	0,78	1,11	1,11	
25	40	< 1 jam	0,2	5,6	0,77	1,11	1,11	
26	40	< 1 jam	0,2	5,8	0,76	1,11	1,11	
27	40	< 1 jam	0,2	6,0	0,75	1,11	1,11	
28	40	< 1 jam	0,2	6,2	0,74	1,11	1,11	

Berdasarkan Tabel 4.44 perhitungan dengan menggunakan metode NIOSH didapatkan CLI pada saat posisi origin adalah 1,69

Tabel 4. 45 Perhitungan Nilai Faktor, FILI, STLI Destinasi Aktivitas Pengangkatan Material Sisa Bangunan Menggunakan Gerobak Sorong.

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	Amd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,90	18,96	18,96	1,09	1,09	26
2	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,90	18,46	18,46	1,12	1,12	13
3	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,90	18,90	18,90	1,09	1,09	24
4	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,90	18,40	18,40	1,12	1,12	10

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	Amd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
5	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	0,99	0,90	18,72	18,54	1,10	1,11	16
6	21	23	1,00	0,88	1,00	1,00	0,99	0,90	18,22	18,03	1,13	1,14	3
7	21	23	1,00	0,96	0,93	1,00	0,99	0,90	18,49	18,31	1,11	1,13	8
8	21	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	0,90	17,97	17,88	1,15	1,15	1
9	21	23	1,00	0,96	0,93	1,00	1,00	0,90	18,49	18,49	1,11	1,11	15
10	21	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	0,90	17,97	17,97	1,15	1,15	2
11	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,90	18,90	18,90	1,09	1,09	25
12	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,90	18,40	18,40	1,12	1,12	11
13	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	1,00	0,90	18,72	18,72	1,10	1,10	20
14	21	23	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	0,90	18,22	18,22	1,13	1,13	6
15	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	1,00	0,90	18,78	18,78	1,10	1,10	22
16	21	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	0,90	19,15	19,05	1,08	1,08	28
17	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	1,00	0,90	18,67	18,67	1,10	1,10	18
18	21	23	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	0,90	18,15	18,15	1,13	1,13	5
19	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,90	18,84	18,75	1,09	1,10	21
20	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,90	18,34	18,34	1,12	1,12	9
21	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	0,99	0,90	18,72	18,54	1,10	1,11	17
22	21	23	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	0,90	18,22	18,22	1,13	1,13	7
23	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	1,00	0,90	18,67	18,67	1,10	1,10	19
24	21	23	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	0,90	18,15	18,06	1,13	1,14	4
25	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,90	18,90	18,80	1,09	1,10	23
26	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,90	18,40	18,40	1,12	1,12	12
27	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,90	18,96	18,96	1,09	1,09	27
28	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,90	18,46	18,46	1,12	1,12	14

Tabel 4. 46 Perhitungan CLI Destinasi Pengangkatan Material Sisa Bangunan Menggunakan Gerobak Sorong.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLId
1	31	< 1 jam	0,25	0,3	1,00	1,15	1,15	1,54
2	31	< 1 jam	0,20	0,5	0,98	1,15	1,15	
3	35	< 1 jam	0,30	0,8	0,96	1,13	1,14	
4	34	< 1 jam	0,25	1,0	0,94	1,13	1,14	
5	34	< 1 jam	0,20	1,2	0,93	1,13	1,13	
6	35	< 1 jam	0,20	1,4	0,93	1,13	1,13	
7	35	< 1 jam	0,20	1,6	0,92	1,13	1,13	
8	61	< 1 jam	0,30	1,9	0,91	1,11	1,13	
9	37	< 1 jam	0,20	2,1	0,91	1,12	1,12	
10	38	< 1 jam	0,20	2,3	0,90	1,12	1,12	
11	38	< 1 jam	0,20	2,5	0,90	1,12	1,12	
12	38	< 1 jam	0,20	2,7	0,89	1,12	1,12	
13	39	< 1 jam	0,20	2,9	0,88	1,12	1,12	
14	39	< 1 jam	0,20	3,1	0,88	1,12	1,12	
15	61	< 1 jam	0,20	3,3	0,87	1,11	1,11	
16	65	< 1 jam	0,30	3,6	0,86	1,10	1,11	
17	65	< 1 jam	0,30	3,9	0,84	1,10	1,11	
18	64	< 1 jam	0,20	4,1	0,84	1,10	1,10	
19	64	< 1 jam	0,20	4,3	0,83	1,10	1,10	
20	65	< 1 jam	0,20	4,5	0,82	1,10	1,10	
21	67	< 1 jam	0,25	4,8	0,81	1,09	1,10	
22	66	< 1 jam	0,15	4,9	0,80	1,10	1,10	
23	68	< 1 jam	0,25	5,2	0,79	1,09	1,10	
24	68	< 1 jam	0,20	5,4	0,78	1,09	1,09	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLio Re	CLId
25	68	< 1 jam	0,20	5,6	0,77	1,09	1,09	
26	69	< 1 jam	0,20	5,8	0,76	1,09	1,09	
27	69	< 1 jam	0,20	6,0	0,75	1,09	1,09	
28	50	< 1 jam	0,25	6,2	0,74	1,08	1,08	

Berdasarkan Tabel 4.46 perhitungan dengan menggunakan metode NIOSH didapatkan CLI pada saat posisi destinasi adalah 1,54



Tabel 4. 47 Rekap Perhitungan CLI Menggunakan Gerobak Sorong.

Alat	pekerjaan	CLI	
		Origin	Destinasi
Gerobak dorong	Pengangkatan bata ringan	3,14	2,61
	Pengangkatan semen	3,93	4,11
	Pengangkatan sisa material bangunan	1,69	1,54

Berdasarkan Tabel 4.47, ketiga aktivitas yang dilakukan dengan menggunakan Gerobak Sorong menunjukkan nilai CLI > 1. Hal ini menandakan bahwa aktivitas MMH yang menggunakan Gerobak Sorong beresiko mengalami MSDs bagi pekerja. Variabel H, V, dan D menjadi faktor yang menyebabkan gerobak sorong memiliki nilai CLI yang tinggi karena ketinggian gerobak yang kurang ideal. Oleh karena itu, perlu menggunakan alat yang dapat dirubah ketinggiannya.

4.3 Rekomendasi Alat Bantu.

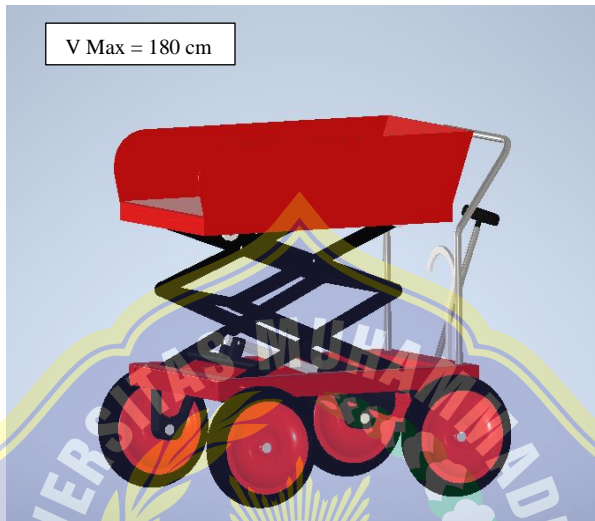
Dari Pengolahan data menggunakan metode NIOSH terhadap aktivitas MMH pada pembangunan gedung At-Ta'Awun Universitas Muhammadiyah Surabaya, terdapat 3 aktivitas diantaranya bangangkatan batu bata, pengangkatan semen, dan pengangkatan material sisa bangunan. Ketiga aktivitas tersebut memiliki risiko terkena gangguan MSDs bagi tubuh pekerja. Hal ini dapat dilihat dari nilai CLI dan hasil kuesioner NBM yang menunjukkan bahwa para pekerja berpotensi terkena gangguan MSDs. Oleh karena itu, perlu diperhatikan dan dibutuhkan alat bantu untuk mengurangi risiko MSDs serta membantu mempercepat pekerja dalam menyelesaikannya.

Untuk melakukan redesain alat, hal yang perlu diperhatikan adalah memperhatikan analisis variabel pada NIOSH seperti VM dan DM. Jika nilai VM kurang dari satu, diperlukan tindakan untuk menaikkan atau menurunkan ketinggian asal atau tujuan. Nilai DM kurang dari 1 dapat mengurangi jarak vertikal antara titik asal dan titik tujuan. Selain itu, perlu memperhatikan variabel lain seperti HM, AM, dan CM. Nilai HM kurang dari satu dapat mengurangi jarak horizontal

dengan benda dengan melakukan pengangkatan sedekat mungkin. Nilai AM kurang dari satu saat melakukan pengangkatan pekerja dapat mengurangi sudut asimetris dengan cara gerakan melangkah dari pada memutar tubuh. Nilai CM kurang dari satu dapat meningkatkan pegangan tangan untuk benda yang tidak beraturan.

Alat rekomendasi yang diberikan adalah berupa alat yang dapat melakukan pengangkatan dan penurunan barang sekaligus dapat memindahkan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di lapangan. Pekerja memindahkan barang umumnya dipindahkan secara manual dan menggunakan alat gerobak sorong. Namun gerobak sorong yang digunakan pekerja masih memiliki potensi cedera. Alat itu juga mudah sekali rusak pada bagian as roda dan pecah pada bagian bering. Memiliki keseimbangan yang rendah jika digunakan disebabkan karena bertumpu pada satu roda saja. Oleh karena itu, desain yang di buat juga mempertimbangkan aspek tersebut. Desain alat rekomendasi yang di buat adalah *lift table*. Alat ini dapat digunakan untuk membantu pekerja mengangkat beban dengan ketinggian yang dapat disesuaikan sesuai posisi benda yang diangkat. Alat tersebut juga dapat menurunkan benda sehingga pekerjaan pekerja menjadi semakin ringan.

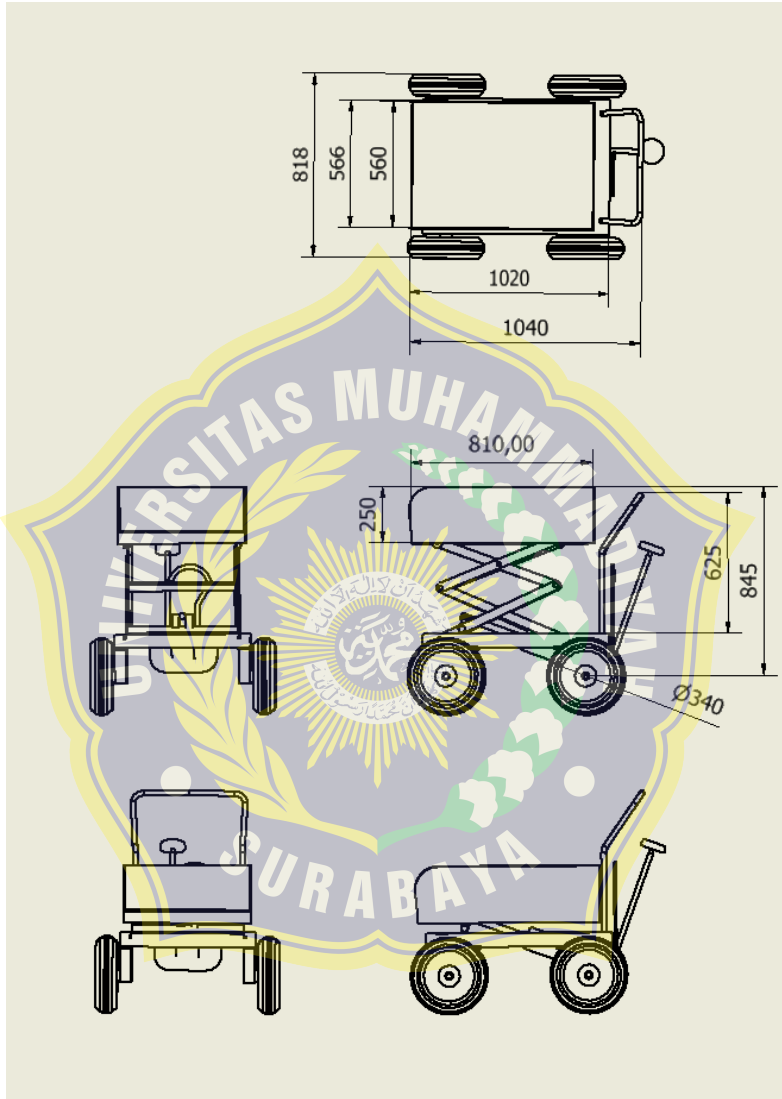
Prinsip kerja rekomendasi alat MMH yang diusulkan adalah dengan memanfaatkan hidrolik untuk menurunkan dan mengangkat. Dengan cara menekan tuas untuk memompa dongkraj yang kemudian dongkraj akan menekan mekanisme besi yang tersambung roda sehingga meja akan terangkat dengan perlahan. Untuk melakukan aktivitas penurunan tinggal memutar tuas sehingga hidrolik akan mengeluarkan cairannya dan tabel akan turun sesuai yang diinginkan. *Lift table* tersebut menggunakan 4 roda besar hal ini dikarenakan karena kondisi di proyek pembangunan At-Ta'awun memiliki jalan yang tidak rata dan banyak barang seperti batu, besi, dan lain lain yang dapat menghentika roda. Wadah berfungsi sebagai tempat barang ditaruh dan berbentuk cekung agar benda yang ada di dalam tidak terjatuh. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.14



Gambar 4. 14 Desain Alat Rekomendasi *Lift Table* Saat Posisi V Max.



Gambar 4. 15 Desain Alat Rekomendasi *Lift Table* Saat Posisi V Min



Gambar 4. 16 Desain *Lift Table* Nampak Depan, Samping dan Atas

4.3.1 Penggunaan Data Antropometri Untuk Desain Alat Rekomendasi.

Pengembangan desain alat rekomendasi menggunakan antropometri. Hal ini dimaksudkan untuk menciptakan kenyamanan pekerja pada saat memakainya sesuai dimensi bagian tubuh yang berhubungan dengan bagian alat tersebut. Data yang di ambil berdasarkan data yang diperoleh dari olah data antropometri Indonesia dengan penyesuaian jenis kelamin serta umur. Pada Tabel 4.48 akan dijelaskan dimensi tubuh yang digunakan untuk perancangan.

Tabel 4. 48 Dimensi Tubuh Antropometri yang Digunakan

No.	Dimensi	Keterangan	Dimensi benda	Persentil	Ukuran
1	D4	Tinggi Siku	Tuas	50	102,58
2	D28	Panjang Tangan	Handle pegangan	50	18,05
3	D29	Lebar Tangan	Pemutar tuas	50	10,92

Berdasarkan Tabel 4.48 penggunaan dimensi tubuh D4 pengukuran tinggi yang diukur dari lantai sampai sudut siku bagian kanan. Hal ini dimaksudkan untuk mendesain ketinggian tuas. Dengan menggunakan persentil 50 % sehingga diharapkan pekerja yang memiliki tubuh yang pendek merasakan kenyamanan. Penggunaan dimensi D28 adalah jarak antara pergelangan tangan sampai ujung jari tengah dimaksudkan untuk melakukan besarnya diameter yang nyaman untuk handle sebesar 18.05. penggunaan diameter D29 yang diukur dari ujung jari kelingking sampai ujung jari telunjuk. Dimensi tubuh tersebut digunakan untuk membuat desain ukuran pemutar tuas sebesar 10.92.

4.3.2 Perhitungan CLI Dengan Desain Alat Bantu.

Pada perhitungan CLI menggunakan metode NIOSH pada aktivitas pengangkatan batu bata dan pengangkatan semen. Dapat di angkut dengan alat bantu. Pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15 menunjukkan bahwa *lift table* dapat melakukan pengangkatan minimal pada ketinggian 40 cm. Alat rekomendasi tersebut memiliki titik maksimal tertinggi adalah 180 cm dari lantai. Pada

gambar tersebut memiliki dimensi panjang 104 cm dan lebar 81,8 cm.

4.3.2.1 Perhitungan CLI Pada Aktivitas Pengangkatan Bata Ringan.

Pada perhitungan menggunakan alat rekomendasi aktivitas pengangkutan bata ringan dilakukan sebanyak 12 *task*. Pada aktivitas A adalah pengangkatan dari posisi origin benda menuju gerobak sorong. Pada aktivitas B adalah aktivitas pengangkatan dari *lift table* menuju lantai tempat tujuan. Beban yang diangkat memiliki berat 18 kg. H_o dan H_d masing masing memiliki nilai 25 dan 20cm. Dengan menggunakan *lift table* faktor penggali V ketinggian dapat dirubah sesuai dengan ketinggian asal ataupun tujuan sehingga nilai V_M mendekati 1 dan DM sebesar 1. Nilai V_o adalah sebesar 56-140 cm. V_d adalah sebesar 20 – 140 cm. Sudut *asymtric angle* adalah 0° karena pekerja tidak melakukan pemutaran tubuh sehingga tidak membentuk sudut pada bidang sagital. Pengangkatan beban dilakukan 1 kali dalam 5 menit sehingga frekuensi yang digunakan 0,2 dan terkadang mengalami perubahan. Objek *coupling* dikategorikan kedalam *fair*. Durasi yang digunakan untuk menyelesaikan aktivitas < 1 jam.

Tabel 4. 49 Data Variabel Penggali NIOSH Pengangkatan Bata Ringan Dengan Alat *Lift Table*.

Task	Object weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	asymtric angle (degrees)		Frequency rate lift/min	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
		Ho	Vo	Hd	Vd						
1A	18	25	140	20	140	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
1B	18	20	60	20	20	40	0	0,2	< 1 jam	fair	
2A	18	25	120	20	120	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
2B	18	20	60	20	20	40	0	0,2	< 1 jam	fair	
3A	18	25	100	20	100	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
3B	18	20	60	20	20	40	0	0,2	< 1 jam	fair	
4A	18	25	80	20	80	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
4B	18	20	60	20	40	20	0	0,2	< 1 jam	fair	
5A	18	25	60	20	60	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
5B	18	20	60	20	40	20	0	0,2	< 1 jam	fair	
6A	18	25	140	20	140	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
6B	18	20	60	20	40	20	0	0,2	< 1 jam	fair	
7A	18	25	120	20	120	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
7B	18	20	60	20	60	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
8A	18	25	100	20	100	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
8B	18	20	60	20	60	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
9A	18	25	80	20	80	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
9B	18	20	60	20	60	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
10A	18	25	60	20	60	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
10B	18	20	80	20	80	0	0	0,2	< 1 jam	fair	
11A	18	25	140	20	140	0	0	0,2	< 1 jam	fair	

Task	Object weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	asymtric angle (degrees)		Frequency rate lift/min	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
		L	Ho	Vo	Hd		Vd	D			
11B	18	20	80	20	80	0	0	0	0,2	< 1 jam	fair
12A	18	25	120	20	120	0	0	0	0,2	< 1 jam	fair
12B	18	20	80	20	80	0	0	0	0,2	< 1 jam	fair

Tabel 4. 50 Perhitungan Nilai Faktor FILI, STLI, Dengan Alat *Lift Table* Posisi Origin Pengangkatan Bata Ringan.

Task	L	LCo	HMo	VMo	DMo	AMo	FMo	CMo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	18	23	1,00	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	18,52	18,52	0,97	0,97	1
2	18	23	1,00	0,96	0,93	1,00	1,00	0,95	19,46	19,46	0,93	0,93	4
3	18	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	19,90	19,90	0,90	0,90	7
4	18	23	1,00	0,96	0,93	1,00	1,00	0,95	19,46	19,46	0,93	0,93	5
5	18	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	21,28	21,28	0,85	0,85	18
6	18	23	1,00	0,96	0,93	1,00	1,00	0,95	19,46	19,46	0,93	0,93	6
7	18	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,66	22,66	0,79	0,79	20
8	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	10
9	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	11
10	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	12
11	18	23	1,00	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	18,52	18,52	0,97	0,97	2
12	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	13
13	18	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	19,90	19,90	0,90	0,90	8
14	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	14
15	18	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	21,28	21,28	0,85	0,85	19
16	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	15
17	18	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,66	22,66	0,79	0,79	21

Task	L	LCo	HMo	VMo	DMo	AMo	FMo	CMo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
18	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	16
19	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	17
20	18	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,66	22,66	0,79	0,79	22
21	18	23	1,00	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	18,52	18,52	0,97	0,97	3
22	18	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,66	22,66	0,79	0,79	23
23	18	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	19,90	19,90	0,90	0,90	9
24	18	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,66	22,66	0,79	0,79	24

Tabel 4. 51 Perhitungan CLI Origin Pengangkatan Bata Ringan Menggunakan Alat *Lift Table*

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
1	140	< 1 jam	0,2	0,2	1,00	0,97	0,97	1,18
2	140	< 1 jam	0,2	0,4	0,98	0,97	0,97	
3	140	< 1 jam	0,2	0,6	0,96	0,97	0,97	
4	60	< 1 jam	0,2	0,8	0,95	0,93	0,93	
5	60	< 1 jam	0,2	1,0	0,94	0,93	0,93	
6	60	< 1 jam	0,2	1,2	0,93	0,93	0,93	
7	120	< 1 jam	0,2	1,4	0,93	0,90	0,90	
8	120	< 1 jam	0,2	1,6	0,92	0,90	0,90	
9	120	< 1 jam	0,2	1,8	0,92	0,90	0,90	
10	60	< 1 jam	0,2	2,0	0,91	0,86	0,86	
11	60	< 1 jam	0,2	2,2	0,90	0,86	0,86	
12	60	< 1 jam	0,2	2,4	0,90	0,86	0,86	
13	60	< 1 jam	0,2	2,6	0,89	0,86	0,86	
14	60	< 1 jam	0,2	2,8	0,89	0,86	0,86	
15	60	< 1 jam	0,2	3,0	0,88	0,86	0,86	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
16	60	< 1 jam	0,2	3,2	0,87	0,86	0,86	
17	60	< 1 jam	0,2	3,4	0,86	0,86	0,86	
18	100	< 1 jam	0,2	3,6	0,86	0,85	0,85	
19	100	< 1 jam	0,2	3,8	0,85	0,85	0,85	
20	80	< 1 jam	0,2	4,0	0,84	0,79	0,79	
21	80	< 1 jam	0,2	4,2	0,83	0,79	0,79	
22	80	< 1 jam	0,2	4,4	0,82	0,79	0,79	
23	80	< 1 jam	0,2	4,6	0,82	0,79	0,79	
24	80	< 1 jam	0,2	4,8	0,81	0,79	0,79	

Tabel 4. 52 Perhitungan Nilai Faktor FILI, STLI, Dengan Alat *Lift Table* Posisi Desinasi Pengangkatan Bata Ringan.

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	AMd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	18	23	1,00	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	18,52	18,52	0,97	0,97	4
2	18	23	1,00	0,84	0,93	1,00	1,00	0,95	17,01	17,01	1,06	1,06	1
3	18	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	19,90	19,90	0,90	0,90	10
4	18	23	1,00	0,84	0,93	1,00	1,00	0,95	17,01	17,01	1,06	1,06	2
5	18	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	21,28	21,28	0,85	0,85	18
6	18	23	1,00	0,84	0,93	1,00	1,00	0,95	17,01	17,01	1,06	1,06	3
7	18	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,66	22,66	0,79	0,79	20
8	18	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	0,92	0,92	7
9	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	13
10	18	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	0,92	0,92	8
11	18	23	1,00	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	18,52	18,52	0,97	0,97	5
12	18	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	0,92	0,92	9

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	AMd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
13	18	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	19,90	19,90	0,90	0,90	11
14	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	14
15	18	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	21,28	21,28	0,85	0,85	19
16	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	15
17	18	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,66	22,66	0,79	0,79	21
18	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	16
19	18	23	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,95	20,87	20,87	0,86	0,86	17
20	18	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,66	22,66	0,79	0,79	22
21	18	23	1,00	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	18,52	18,52	0,97	0,97	6
22	18	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,66	22,66	0,79	0,79	23
23	18	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	19,90	19,90	0,90	0,90	12
24	18	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,66	22,66	0,79	0,79	24

Tabel 4. 53 Perhitungan CLI Destinasi Pengangkatan Bata Ringan Menggunakan Alat *Lift Table*.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
1	20	< 1 jam	0,2	0,2	1,00	1,06	1,06	1,27
2	20	< 1 jam	0,2	0,4	0,98	1,06	1,06	
3	20	< 1 jam	0,2	0,6	0,96	1,06	1,06	
4	140	< 1 jam	0,2	0,8	0,95	0,97	0,97	
5	140	< 1 jam	0,2	1,0	0,94	0,97	0,97	
6	140	< 1 jam	0,2	1,2	0,93	0,97	0,97	
7	40	< 1 jam	0,2	1,4	0,93	0,92	0,92	
8	40	< 1 jam	0,2	1,6	0,92	0,92	0,92	
9	40	< 1 jam	0,2	1,8	0,92	0,92	0,92	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
10	120	< 1 jam	0,2	2,0	0,91	0,90	0,90	
11	120	< 1 jam	0,2	2,2	0,90	0,90	0,90	
12	120	< 1 jam	0,2	2,4	0,90	0,90	0,90	
13	60	< 1 jam	0,2	2,6	0,89	0,86	0,86	
14	60	< 1 jam	0,2	2,8	0,89	0,86	0,86	
15	60	< 1 jam	0,2	3,0	0,88	0,86	0,86	
16	60	< 1 jam	0,2	3,2	0,87	0,86	0,86	
17	60	< 1 jam	0,2	3,4	0,86	0,86	0,86	
18	100	< 1 jam	0,2	3,6	0,86	0,85	0,85	
19	100	< 1 jam	0,2	3,8	0,85	0,85	0,85	
20	80	< 1 jam	0,2	4,0	0,84	0,79	0,79	
21	80	< 1 jam	0,2	4,2	0,83	0,79	0,79	
22	80	< 1 jam	0,2	4,4	0,82	0,79	0,79	
23	80	< 1 jam	0,2	4,6	0,82	0,79	0,79	
24	80	< 1 jam	0,2	4,8	0,81	0,79	0,79	

Berdasarkan Tabel 4.51 dan Tabel 4.53 Nilai LI pada posisi origin dan destinasi masing-masing sebesar 1,18 dan 1,27

Tabel 4. 54 Perbandingan Nilai CLI Menggunakan Gerobak Sorong dan *Lift Table* Pengangkatan Bata Ringan.

Menggunakan gerobak sorong		Menggunakan Lift Table	
Origin	Destinasi	Origin	Destinasi
3,14	2,61	1,18	1,27

Dari Tabel 4.54 menunjukkan nilai perhitungan CLI pada aktivitas pengangkatan bata ringan menggunakan gerobak sorong mendapatkan nilai CLI *origin* 3,14 dan *destinasi* 2,61. Nilai CLI mengalami penurunan yang signifikan saat menggunakan alat *lift table* dengan nilai CLI *origin* 1,18 dan CLI *destinasi* 1,27.

4.4.3 Perhitungan CLI Pada Aktivitas Pengangkatan Semen.

Pada perhitungan menggunakan alat bantu aktivitas pengangkutan bata ringan dilakukan sebanyak 10 *task*. Pada aktivitas A adalah pengangkatan dari posisi origin benda menuju *lift table*. Pada aktivitas B adalah aktivitas pengangkatan dari *lift table* menuju lantai tempat tujuan. Beban yang diangkat memiliki berat 50 kg. Ho dan Hd masing masing memiliki nilai 23 dan 25 cm. Dengan menggunakan alat bantu *lift table* faktor penggali V ketinggian dapat dirubah sesuai dengan ketinggian asal ataupun tujuan sehingga nilai VM mendekati 1 dan DM sebesar 1. Nilai Vo adalah sebesar 53-106 cm. Vd adalah sebesar 13- 106 cm . Sudut *asymtric angle* adalah 0° karena pekerja tidak melakukan pemutaran tubuh sehingga tidak membentuk sudut pada bidang sagital. Pengangkatan beban dilakukan 1 kali dalam 5 menit sehingga frekuensi yang digunakan 0,2 dan terkadang mengalami perubahan. Objek *coupling* dikategorikan kedalam *fair* . Durasi yang digunakan untuk menyelesaikan aktivitas < 1 jam.

Tabel 4. 55 Data Variabel Penggali NIOSH Pengangkatan Semen Dengan Alat *Lift Table*.

Task	Object weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	Asymtric angle (degrees)		Frequency rate	Duration
		Origin		Destination			Origin	Destination		
		Ho	Vo	Ho	Vd				D	
1A	50	23	117	25	117	0	0	0,20	< 1jam	
1B	50	23	53	25	13	40	0	0,20	< 1jam	
2A	50	23	104	25	104	0	0	0,15	< 1jam	
2B	50	23	53	25	26	27	0	0,20	< 1jam	
3A	50	23	91	25	91	0	0	0,30	< 1jam	
3B	50	23	53	25	39	14	0	0,20	< 1jam	
4A	50	23	78	25	78	0	0	0,20	< 1jam	
4B	50	23	53	25	52	1	0	0,20	< 1jam	
5A	50	23	65	25	65	0	0	0,20	< 1jam	
5B	50	23	65	25	65	0	0	0,20	< 1jam	
6A	50	23	117	25	117	0	0	0,15	< 1jam	
6B	50	23	53	25	13	40	0	0,20	< 1jam	
7A	50	23	104	25	104	0	0	0,20	< 1jam	
7B	50	23	53	25	26	27	0	0,30	< 1jam	
8A	50	23	91	25	91	0	0	0,17	< 1jam	
8B	50	23	53	25	39	14	0	0,20	< 1jam	
9A	50	23	78	25	78	0	0	0,20	< 1jam	
9B	50	23	53	25	52	1	0	0,13	< 1jam	
10A	50	23	65	25	65	0	0	0,20	< 1jam	
10B	50	23	65	25	65	0	0	0,20	< 1jam	

Tabel 4. 56 Perhitungan Nilai Faktor , FILI, STLI Origin Aktivitas Pengangkatan Semen Menggunakan Alat Lift
Table.

Task	L	Lco	HMo	Vmo	Dmo	Amo	Fmo	Cmo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	50	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	20,10	20,10	2,49	2,49	3
2	50	23	1,00	0,93	0,93	1,00	1,00	0,95	19,03	19,03	2,63	2,63	1
3	50	23	1,00	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	21,00	21,00	2,38	2,38	11
4	50	23	1,00	0,93	0,99	1,00	1,00	0,95	20,14	20,14	2,48	2,48	5
5	50	23	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	21,90	21,90	2,28	2,28	17
6	50	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	0,95	20,41	20,41	2,45	2,45	7
7	50	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,79	22,79	2,19	2,19	19
8	50	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	0,95	20,41	20,41	2,45	2,45	8
9	50	23	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,95	21,19	21,19	2,36	2,36	13
10	50	23	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,95	21,19	21,19	2,36	2,36	14
11	50	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	20,10	20,10	2,49	2,49	4
12	50	23	1,00	0,93	0,93	1,00	1,00	0,95	19,03	19,03	2,63	2,63	2
13	50	23	1,00	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	21,00	21,00	2,38	2,38	12
14	50	23	1,00	0,93	0,99	1,00	1,00	0,95	20,14	20,14	2,48	2,48	6
15	50	23	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	21,90	21,90	2,28	2,28	18
16	50	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	0,95	20,41	20,41	2,45	2,45	9
17	50	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,79	22,79	2,19	2,19	20
18	50	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	0,95	20,41	20,41	2,45	2,45	10
19	50	23	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,95	21,19	21,19	2,36	2,36	15
20	50	23	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,95	21,19	21,19	2,36	2,36	16

Tabel 4. 57 Perhitungan CLI Origin Pengangkatan Semen Menggunakan Alat *Lift Table*.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLlo Re	CLIo
1	53	< 1 jam	0,2	0,2	1,00	2,63	2,63	3,09
2	53	< 1 jam	0,2	0,4	0,98	2,63	2,63	
3	117	< 1 jam	0,2	0,6	0,96	2,49	2,49	
4	117	< 1 jam	0,2	0,8	0,96	2,49	2,49	
5	53	< 1 jam	0,2	1,0	0,94	2,48	2,48	
6	53	< 1 jam	0,3	1,3	0,93	2,48	2,48	
7	53	< 1 jam	0,2	1,5	0,93	2,45	2,45	
8	53	< 1 jam	0,2	1,7	0,92	2,45	2,45	
9	53	< 1 jam	0,2	1,9	0,91	2,45	2,45	
10	53	< 1 jam	0,1	2,0	0,91	2,45	2,45	
11	104	< 1 jam	0,2	2,1	0,91	2,38	2,38	
12	104	< 1 jam	0,2	2,3	0,90	2,38	2,38	
13	65	< 1 jam	0,2	2,5	0,89	2,36	2,36	
14	65	< 1 jam	0,2	2,7	0,89	2,36	2,36	
15	65	< 1 jam	0,2	2,9	0,88	2,36	2,36	
16	65	< 1 jam	0,2	3,1	0,87	2,36	2,36	
17	91	< 1 jam	0,3	3,4	0,86	2,28	2,28	
18	91	< 1 jam	0,2	3,6	0,86	2,28	2,28	
19	78	< 1 jam	0,2	3,8	0,85	2,19	2,19	
20	78	< 1 jam	0,2	4,0	0,84	2,19	2,19	

Tabel 4. 58 P Perhitungan Nilai Faktor , FILI, STLI Destinasi Aktivitas Pengangkatan Semen Menggunakan Alat Lift Table.

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	Amd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	50	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	20,10	20,10	2,49	2,49	7
2	50	23	1,00	0,81	0,93	1,00	1,00	0,95	16,59	16,59	3,01	3,01	1
3	50	23	1,00	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	21,00	21,00	2,38	2,38	11
4	50	23	1,00	0,85	1,00	1,00	1,00	0,95	18,64	18,64	2,68	2,68	3
5	50	23	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	21,90	21,90	2,28	2,28	17
6	50	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,95	19,49	19,49	2,57	2,57	5
7	50	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,79	22,79	2,19	2,19	19
8	50	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	0,95	20,34	20,34	2,46	2,46	9
9	50	23	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,95	21,19	21,19	2,36	2,36	13
10	50	23	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,95	21,19	21,19	2,36	2,36	14
11	50	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	20,10	20,10	2,49	2,49	8
12	50	23	1,00	0,81	0,93	1,00	1,00	0,95	16,59	16,59	3,01	3,01	2
13	50	23	1,00	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	21,00	21,00	2,38	2,38	12
14	50	23	1,00	0,85	1,00	1,00	1,00	0,95	18,64	18,64	2,68	2,68	4
15	50	23	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	21,90	21,90	2,28	2,28	18
16	50	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,95	19,49	19,49	2,57	2,57	6
17	50	23	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	22,79	22,79	2,19	2,19	20
18	50	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	0,95	20,34	20,34	2,46	2,46	10
19	50	23	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,95	21,19	21,19	2,36	2,36	15
20	50	23	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,95	21,19	21,19	2,36	2,36	16

Tabel 4. 59 Perhitungan CLI Destinasi Pengangkatan Semen Menggunakan Alat *Lift Table*.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
1	13	< 1 jam	0,2	0,2	1,00	3,01	3,01	3,49
2	13	< 1 jam	0,2	0,4	0,98	3,01	3,01	
3	26	< 1 jam	0,2	0,6	0,96	2,68	2,68	
4	26	< 1 jam	0,3	0,9	0,95	2,68	2,68	
5	39	< 1 jam	0,2	1,1	0,94	2,57	2,57	
6	39	< 1 jam	0,2	1,3	0,93	2,57	2,57	
7	117	< 1 jam	0,2	1,5	0,93	2,49	2,49	
8	117	< 1 jam	0,2	1,7	0,92	2,49	2,49	
9	52	< 1 jam	0,2	1,9	0,91	2,46	2,46	
10	52	< 1 jam	0,1	2,0	0,91	2,46	2,46	
11	104	< 1 jam	0,2	2,1	0,91	2,38	2,38	
12	104	< 1 jam	0,2	2,3	0,90	2,38	2,38	
13	65	< 1 jam	0,2	2,5	0,89	2,36	2,36	
14	65	< 1 jam	0,2	2,7	0,89	2,36	2,36	
15	65	< 1 jam	0,2	2,9	0,88	2,36	2,36	
16	65	< 1 jam	0,2	3,1	0,87	2,36	2,36	
17	91	< 1 jam	0,3	3,4	0,86	2,28	2,28	
18	91	< 1 jam	0,2	3,6	0,86	2,28	2,28	
19	78	< 1 jam	0,2	3,8	0,85	2,19	2,19	
20	78	< 1 jam	0,2	4,0	0,84	2,19	2,19	

Berdasarkan Tabel 4.57 dan Tabel 4.59 Nilai LI pada posisi origin dan destinasi masing-masing sebesar 3,09 dan 3,49.

Tabel 4. 60 Perbandingan Nilai CLi Menggunakan Gerobak Sorong dan *Lift Table* Pengangkatan Semen.

Menggunakan gerobak sorong		Menggunakan <i>lift table</i>	
Origin	Destinasi	Origin	Destinasi
3,93	4,11	3,09	3,49

Dari Tabel 4.60 menunjukkan nilai perhitungan CLI pada aktivitas pengangkatan semen yang dilakukan menggunakan gerobak sorong mendapatkan nilai CLI *origin* 3,93 dan *destinasi* 4,11. Nilai CLI mengalami penurunan yang signifikan saat menggunakan alat *lift table* mendapatkan nilai CLI *origin* 3,09 dan CLI *destinasi* 3,49.

4.4.4 Perhitungan CLI Pada Aktivitas Pengangkatan Material Sisa Bangunan.

Pada perhitungan menggunakan alat bantu aktivitas pengangkutan bata ringan dilakukan sebanyak 14 *task*. Pada aktivitas A adalah pengangkatan dari posisi origin benda menuju *lift table*. Pada aktivitas B adalah aktivitas pengangkatan dari *lift table* menuju lantai tempat tujuan. Beban yang diangkat memiliki berat 20,6 kg. Ho dan Hd masing masing memiliki nilai 22 dan 20 cm. Dengan menggunakan alat bantu *lift table* faktor penggali V ketinggian dapat dirubah sesuai dengan ketinggian asal ataupun tujuan sehingga nilai VM mendekati 1 dan DM sebesar 1. Nilai Vo adalah sebesar 21- 40 cm. Vd adalah sebesar 31- 69 cm . Sudut *asymtric angle* adalah 0° karena pekerja tidak melakukan pemutaran tubuh sehingga tidak membentuk sudut pada bidang sagital. Pengangkatan beban dilakukan 1 kali dalam 5 menit sehingga frekuensi yang digunakan 0,2. Objek *coupling* dikategorikan kedalam *fair* . Durasi yang digunakan untuk menyelesaikan aktivitas < 1 jam.

Tabel 4. 61 Data Variabel Penggali NIOSH Pengangkatan Bata Ringan Dengan Alat *Lift Table*.

Task	Object Weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	Asymetric angle (degrees)		Frequency rate lift/mint	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
	L	H _o	Vo	Hd	Vd	D	Ao	Ad	F	hours	
1A	20,6	22	29	20	69	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
1B	20,6	22	40	20	39	1	0	0	0,20	< 1jam	Fair
2A	20,6	22	28	20	68	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
2B	20,6	22	40	20	38	2	0	0	0,20	< 1jam	Fair
3A	20,6	22	25	20	65	40	0	0	0,30	< 1jam	Fair
3B	20,6	22	40	20	35	5	0	0	0,30	< 1jam	Fair
4A	20,6	22	21	20	61	40	0	0	0,30	< 1jam	Fair
4B	20,6	22	40	20	31	9	0	0	0,25	< 1jam	Fair
5A	20,6	22	21	20	61	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
5B	20,6	22	40	20	31	9	0	0	0,20	< 1jam	Fair
6A	20,6	22	28	20	68	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
6B	20,6	22	40	20	38	2	0	0	0,20	< 1jam	Fair
7A	20,6	22	25	20	65	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
7B	20,6	22	40	20	35	5	0	0	0,20	< 1jam	Fair
8A	20,6	22	26	20	66	40	0	0	0,15	< 1jam	Fair
8B	20,6	22	40	20	50	10	0	0	0,25	< 1jam	Fair
9A	20,6	22	24	20	64	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
9B	20,6	22	40	20	34	6	0	0	0,20	< 1jam	Fair
10A	20,6	22	27	20	67	40	0	0	0,25	< 1jam	Fair

Task	Object Weight (kg)	Hand location (cm)				Vertical distance	Asymetric angle (degrees)		Frequency rate lift/mint	Duration	Objecting coupling
		Origin		Destination			Origin	Destination			
	L	Ho	Vo	Hd	Vd	D	Ao	Ad	F	hours	
10B	20,6	22	40	20	37	3	0	0	0,20	< 1jam	Fair
11A	20,6	22	25	20	65	40	0	0	0,30	< 1jam	Fair
11B	20,6	22	40	20	35	5	0	0	0,20	< 1jam	Fair
12A	20,6	22	24	20	64	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
12B	20,6	22	40	20	34	6	0	0	0,25	< 1jam	Fair
13A	20,6	22	28	20	68	40	0	0	0,25	< 1jam	Fair
13B	20,6	22	40	20	38	2	0	0	0,20	< 1jam	Fair
14A	20,6	22	29	20	69	40	0	0	0,20	< 1jam	Fair
14B	20,6	22	40	20	39	1	0	0	0,20	< 1jam	Fair

Tabel 4. 62 Perhitungan Nilai Faktor, FILI, STLI Origin Aktivitas Pengangkatan Material Sisa Bangunan Menggunakan Alat *Lift Table*.

Task	L	LCo	HMo	VMo	DMo	AMo	FMo	CMo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,95	17,56	17,56	1,17	1,17	13
2	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	1,05	1,05	19
3	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,95	17,50	17,50	1,18	1,18	11
4	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	1,05	1,05	20
5	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	0,99	0,95	17,32	17,15	1,19	1,20	3
6	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	0,99	0,95	19,56	19,36	1,05	1,06	15

Task	L	LCo	HMo	VMo	DMo	AMo	FMo	CMo	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
7	21	23	1,00	0,84	0,93	1,00	0,99	0,95	17,07	16,90	1,21	1,22	1
8	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,46	1,05	1,06	16
9	21	23	1,00	0,84	0,93	1,00	1,00	0,95	17,07	17,07	1,21	1,21	2
10	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	1,05	1,05	21
11	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,95	17,50	17,50	1,18	1,18	12
12	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	1,05	1,05	22
13	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	1,00	0,95	17,32	17,32	1,19	1,19	7
14	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	1,05	1,05	23
15	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	1,00	0,95	17,38	17,38	1,19	1,19	9
16	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,46	1,05	1,06	17
17	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	1,00	0,95	17,26	17,26	1,19	1,19	5
18	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	1,05	1,05	24
19	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,95	17,44	17,35	1,18	1,19	8
20	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	1,05	1,05	25
21	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	0,99	0,95	17,32	17,15	1,19	1,20	4
22	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	1,05	1,05	26
23	21	23	1,00	0,85	0,93	1,00	1,00	0,95	17,26	17,26	1,19	1,19	6
24	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,46	1,05	1,06	18
25	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,95	17,50	17,41	1,18	1,18	10
26	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	1,05	1,05	27
27	21	23	1,00	0,86	0,93	1,00	1,00	0,95	17,56	17,56	1,17	1,17	14
28	21	23	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	19,56	19,56	1,05	1,05	28

Tabel 4. 63 Perhitungan CLI Origin Pengangkatan Material Sisa Bangunan Menggunakan Alat *Lift Table*.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLlo Re	CLIo
1	21	< 1 jam	0,3	0,3	0,99	1,21	1,22	1,60
2	21	< 1 jam	0,2	0,5	0,97	1,21	1,21	
3	25	< 1 jam	0,3	0,8	0,95	1,19	1,20	
4	25	< 1 jam	0,3	1,1	0,94	1,19	1,20	
5	24	< 1 jam	0,2	1,3	0,93	1,19	1,19	
6	24	< 1 jam	0,2	1,5	0,93	1,19	1,19	
7	25	< 1 jam	0,2	1,7	0,92	1,19	1,19	
8	27	< 1 jam	0,3	2,0	0,91	1,18	1,19	
9	26	< 1 jam	0,2	2,1	0,91	1,19	1,19	
10	28	< 1 jam	0,3	2,4	0,90	1,18	1,18	
11	28	< 1 jam	0,2	2,6	0,89	1,18	1,18	
12	28	< 1 jam	0,2	2,8	0,89	1,18	1,18	
13	29	< 1 jam	0,2	3,0	0,88	1,17	1,17	
14	29	< 1 jam	0,2	3,2	0,87	1,17	1,17	
15	40	< 1 jam	0,3	3,5	0,86	1,05	1,06	
16	40	< 1 jam	0,3	3,7	0,85	1,05	1,06	
17	40	< 1 jam	0,3	4,0	0,84	1,05	1,06	
18	40	< 1 jam	0,3	4,2	0,83	1,05	1,06	
19	40	< 1 jam	0,2	4,4	0,82	1,05	1,05	
20	40	< 1 jam	0,2	4,6	0,82	1,05	1,05	
21	40	< 1 jam	0,2	4,8	0,81	1,05	1,05	
22	40	< 1 jam	0,2	5,0	0,80	1,05	1,05	
23	40	< 1 jam	0,2	5,2	0,79	1,05	1,05	
24	40	< 1 jam	0,2	5,4	0,78	1,05	1,05	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLIo
25	40	< 1 jam	0,2	5,6	0,77	1,05	1,05	
26	40	< 1 jam	0,2	5,8	0,76	1,05	1,05	
27	40	< 1 jam	0,2	6,0	0,75	1,05	1,05	
28	40	< 1 jam	0,2	6,2	0,74	1,05	1,05	

Tabel 4. 64 Perhitungan Nilai Faktor, FILI, STLI DestinasiAktivitas Pengangkatan Material Sisa Bangunan Menggunakan Alat *Lift Table*.

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	Amd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
1	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,95	20,01	20,01	1,03	1,03	26
2	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,95	19,49	19,49	1,06	1,06	13
3	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,95	19,95	19,95	1,03	1,03	24
4	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,95	19,42	19,42	1,06	1,06	10
5	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	0,99	0,95	19,76	19,57	1,04	1,05	16
6	21	23	1,00	0,88	1,00	1,00	0,99	0,95	19,23	19,04	1,07	1,08	3
7	21	23	1,00	0,96	0,93	1,00	0,99	0,95	19,52	19,32	1,06	1,07	8
8	21	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	0,95	18,97	18,87	1,09	1,09	1
9	21	23	1,00	0,96	0,93	1,00	1,00	0,95	19,52	19,52	1,06	1,06	15
10	21	23	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	0,95	18,97	18,97	1,09	1,09	2
11	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,95	19,95	19,95	1,03	1,03	25
12	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,95	19,42	19,42	1,06	1,06	11
13	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	1,00	0,95	19,76	19,76	1,04	1,04	20
14	21	23	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	0,95	19,23	19,23	1,07	1,07	6
15	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	1,00	0,95	19,82	19,82	1,04	1,04	22
16	21	23	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	0,95	20,21	20,11	1,02	1,02	28
17	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	1,00	0,95	19,70	19,70	1,05	1,05	18

Task	L	LCd	HMd	VMd	DMd	Amd	FMd	CMd	FIRWL	STRWL	FILI	STLI	New task
18	21	23	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	0,95	19,16	19,16	1,08	1,08	5
19	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,95	19,89	19,79	1,04	1,04	21
20	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,95	19,36	19,36	1,06	1,06	9
21	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	0,99	0,95	19,76	19,57	1,04	1,05	17
22	21	23	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	0,95	19,23	19,23	1,07	1,07	7
23	21	23	1,00	0,97	0,93	1,00	1,00	0,95	19,70	19,70	1,05	1,05	19
24	21	23	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	0,95	19,16	19,07	1,08	1,08	4
25	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,95	19,95	19,85	1,03	1,04	23
26	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,95	19,42	19,42	1,06	1,06	12
27	21	23	1,00	0,98	0,93	1,00	1,00	0,95	20,01	20,01	1,03	1,03	27
28	21	23	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	0,95	19,49	19,49	1,06	1,06	14

Tabel 4. 65 Perhitungan CLI Destinasi Pengangkatan Material Sisa Bangunan Menggunakan Alat *Lift Table*.

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLId
1	31	< 1 jam	0,25	0,3	1,00	1,09	1,09	1,45
2	31	< 1 jam	0,20	0,5	0,98	1,09	1,09	
3	35	< 1 jam	0,30	0,8	0,96	1,07	1,08	
4	34	< 1 jam	0,25	1,0	0,94	1,08	1,08	
5	34	< 1 jam	0,20	1,2	0,93	1,08	1,08	
6	35	< 1 jam	0,20	1,4	0,93	1,07	1,07	
7	35	< 1 jam	0,20	1,6	0,92	1,07	1,07	
8	61	< 1 jam	0,30	1,9	0,91	1,06	1,07	
9	37	< 1 jam	0,20	2,1	0,91	1,06	1,06	
10	38	< 1 jam	0,20	2,3	0,90	1,06	1,06	

New Task O Re	Vo Re	Duration Re	F Re	F akumulasi	FM Re	FILIo Re	STLIo Re	CLId
11	38	< 1 jam	0,20	2,5	0,90	1,06	1,06	
12	38	< 1 jam	0,20	2,7	0,89	1,06	1,06	
13	39	< 1 jam	0,20	2,9	0,88	1,06	1,06	
14	39	< 1 jam	0,20	3,1	0,88	1,06	1,06	
15	61	< 1 jam	0,20	3,3	0,87	1,06	1,06	
16	65	< 1 jam	0,30	3,6	0,86	1,04	1,05	
17	65	< 1 jam	0,30	3,9	0,84	1,04	1,05	
18	64	< 1 jam	0,20	4,1	0,84	1,05	1,05	
19	64	< 1 jam	0,20	4,3	0,83	1,05	1,05	
20	65	< 1 jam	0,20	4,5	0,82	1,04	1,04	
21	67	< 1 jam	0,25	4,8	0,81	1,04	1,04	
22	66	< 1 jam	0,15	4,9	0,80	1,04	1,04	
23	68	< 1 jam	0,25	5,2	0,79	1,03	1,04	
24	68	< 1 jam	0,20	5,4	0,78	1,03	1,03	
25	68	< 1 jam	0,20	5,6	0,77	1,03	1,03	
26	69	< 1 jam	0,20	5,8	0,76	1,03	1,03	
27	69	< 1 jam	0,20	6,0	0,75	1,03	1,03	
28	50	< 1 jam	0,25	6,2	0,74	1,02	1,02	

Tabel 4. 66 Perbandingan Nilai CLi Menggunakan Gerobak Sorong dan Lift Table Pengangkatan Material Sisa Bangunan.

Menggunakan gerobak sorong		Menggunakan lift table	
Origin	Destinasi	Origin	Destinasi
1,69	1,54	1,60	1,45

Dari Tabel 4.66 menunjukkan nilai perhitungan CLI. Pada aktivitas pengangkatan material sisa bangunan yang dilakukan menggunakan gerobak sorong mendapatkan nilai CLI *origin* 1,69 dan *destinasi* 1,54. Nilai CLI mengalami penurunan kecil saat dilakukan. Pengangkatan menggunakan alat *lift table* mendapatkan nilai CLI *origin* 1,60 dan CLI *destinasi* 1,45.

