

4. PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan kepada 13 pekerja yang sedang mengerjakan pembangunan proyek *Grand Nature Residence*. Data-data yang dikumpulkan meliputi data usia, tinggi badan, *Nordic Body Map* (NBM), denyut nadi kerja, denyut nadi istirahat, iklim kerja, jam kerja, durasi kerja, *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), dan *Ovako Work Posture Analysis System* (OWAS). Melalui pengambilan data berupa denyut nadi kerja, denyut nadi istirahat, tinggi badan, dan usia pekerja didapatkan nilai *%Cardiovascular Load* (CVL) dan *Metabolic Work Rate* (MWR) yang merupakan evaluasi beban kerja fisik. Melalui pengamatan postur kerja, didapatkan beberapa postur kerja yang dianalisis menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), dan *Ovako Work Posture Analysis System* (OWAS) untuk melihat tingkat risiko gangguan otot rangka. Setelah melakukan perhitungan beban kerja dan tingkat risiko gangguan otot rangka, ditemukan hubungan antara beban kerja fisik dengan risiko gangguan otot rangka untuk pada pekerja yang sedang melakukan pekerjaan pembangunan. Sebelum melakukan perhitungan beban kerja fisik dan risiko gangguan otot rangka, dilakukan wawancara dengan mengisi kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) dan melalui pengambilan data menggunakan *Nordic Body Map* (NBM) akan didapatkan beberapa area tubuh yang menjadi keluhan dari pekerja, berdasarkan perhitungan risiko gangguan otot rangka dapat dilihat terdapat hubungan atau kesinambungan antara keluhan rasa sakit pada area tubuh tertentu dengan postur kerja yang ada yang berupa kesinambungan antara area tubuh yang mengalami sakit dengan postur kerja yang dapat dilihat juga dari skor REBA dan OWAS. Langkah pertama yang dilakukan adalah mencari letak titik sakit yang diderita atau dialami oleh para tukang dengan Metode *Nordic Body Map*. Dimana pemetaan dilakukan dengan hasil wawancara yang didapatkan dari wawancara terhadap masing masing pekerja. Berikut merupakan data dari *Nordic Body Map* ke-13 tukang yang bekerja yang ditampilkan pada Tabel 4.1 dan area tubuh yang dominan terasa sakit dinyatakan pada Gambar 4.1.

Tabel 4.1

Tabel *Nordic Body Map* 13 tukang

No.	Area tubuh yang sakit	Tukang Bangunan														
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Total	Rata ²
0	Leher bagian atas	1	1	1	1	2	1	2	1	3	2	1	2	1	19	1,46
1	Leher bagian bawah	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	3	1	22	1,69
2	Bahu sebelah kiri	2	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	2	23	1,77
3	Bahu sebelah kanan	2	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	2	23	1,77
4	Lengan atas sebelah kiri	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	24	1,85
5	Punggung bagian atas	2	2	1	3	2	1	2	2	2	2	2	3	3	27	2,08
6	Lengan atas sebelah kanan	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	24	1,85
7	Punggung bagian tengah	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	32	2,46
8	Punggung bagian bawah	2	2	2	1	2	1	1	3	2	2	3	3	3	27	2,08
9	Sekitar pinggul & pantat	1	1	2	1	1	1	2	3	1	1	3	3	1	21	1,62
10	Siku sebelah kiri	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	16	1,23
11	Siku sebelah kanan	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	16	1,23
12	Lengan bawah kiri	2	2	2	1	2	2	2	3	2	1	2	2	2	25	1,92
13	Lengan bawah kanan	2	2	2	1	2	2	2	3	2	1	2	2	2	25	1,92

No.	Area tubuh yang sakit	Tukang Bangunan														
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Total	Rata ²
14	Pergelangan tangan kanan	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	1	1	2	24	1,85
15	Pergelangan tangan kiri	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	23	1,77
16	Tangan kiri	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	21	1,62
17	Tangan kanan	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	21	1,62
18	Paha sebelah kiri	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	18	1,38
19	Paha sebelah kanan	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	18	1,38
20	Lutut sebelah kiri	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	18	1,38
21	Lutut sebelah kanan	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	17	1,31
22	Betis kiri	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	17	1,31
23	Betis kanan	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	17	1,31
24	Pergelangan kaki kiri	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	14	1,08
25	Pergelangan kaki kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1,00
26	Kaki kiri	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	16	1,23
27	Kaki kanan	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	16	1,23
Total Skor		41	41	43	37	50	37	43	54	49	40	44	50	48		

Melalui Tabel 4.1, didapati berbagai keluhan dari ke-13 pekerja dan ditemukan terdapat lima bagian tubuh yang menjadi bagian yang paling dominan merasakan rasa sakit yaitu: punggung bagian atas, punggung bagian tengah, punggung bagian bawah, lengan bawah kiri, dan lengan bawah kanan seperti yang terlihat pada Gambar 4.1. Setelah melakukan pengambilan data hasil wawancara menggunakan *Nordic Body Map* (NBM), dilakukan juga

pengumpulan data berupa umur dan tinggi setiap tukang bangunan yang ada untuk dapat dilakukan perhitungan *Metabolic Work Rate* (MWR). Selain itu, dilakukan pengukuran denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat untuk masing-masing pekerjaan untuk dapat dilakukan perhitungan *%Cardiovascular Load* (%CVL). Berikut merupakan data umur dan tinggi badan masing-masing pekerja dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan untuk denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2

Tabel Data Umur dan Tinggi Badan Tukang

Pekerja	Umur (tahun)	Tinggi (cm)
A	50	162
B	57	158
C	44	168
D	42	160
E	45	168
F	41	176
G	43	165
H	47	178
I	54	154
J	23	176
K	44	175
L	40	166
M	37	161

Tabel 4.3

Tabel Denyut Nadi Kerja dan Istirahat

Kegiatan	Denyut Kerja (denyut/menit)	Denyut Istirahat (denyut/menit)
Kegiatan 1 - Memasukkan adonan cor ke tempat dorongan (Pekerja A - 50th)	112,8	67,6
Kegiatan 2 - Menekuk besi pengisi cor pondasi (Pekerja B - 47th)	132,2	67,8
Kegiatan 3 - Membuat spiral isian pondasi (Pekerja C - 44th)	110	69,6
Kegiatan 4 - Membuat spiral isian pondasi (Pekerja D - 42th)	119	69,6
Kegiatan 5 - Memotong besi isi ulir (Pekerja E - 45th)	126,4	71,6
Kegiatan 6 - Menuangkan bahan ke dalam mesin molen (Pekerja E - 45th)	125	70,2
Kegiatan 7 - Menyerok pasir ke tempat pengangkat	116,2	68,2

Kegiatan	Denyut Kerja (denyut/menit)	Denyut Istirahat (denyut/menit)
(Pekerja I - 54th)		
Kegiatan 8 - Mengambil adonan cor (Pekerja I - 54th)	117,8	68,2
Kegiatan 9 - Mengecor & merapikan hasil cor pondasi (Pekerja B - 47th)	118,8	70
Kegiatan 10 - Menyerok & memasukkan cor ke ember (Pekerja J - 23th)	116	72,6
Kegiatan 11 - Mengikat besi rangka isian pondasi (Pekerja G - 43th)	117,4	77,2
Kegiatan 12 - Menggali lubang untuk pondasi (Pekerja I - 54th)	126,2	64,2
Kegiatan 13 - Mengambil batuan untuk pondasi (Pekerja G - 43th)	116,6	73,4
Kegiatan 14 - Mengikat besi isian pondasi tengah (Pekerja H - 47th)	118,4	68,2
Kegiatan 15 - Memasukkan besi isian pilar (Pekerja F - 41th)	105,2	66,6
Kegiatan 16 - Memasukkan besi isian pilar (Pekerja K - 44th)	110,8	68,4
Kegiatan 17 - Memasukkan besi isian pilar (Pekerja L - 40th)	107,6	68,8
Kegiatan 18 - Memasang bekisting atas (Pekerja B - 47th)	116,4	71,2
Kegiatan 19 - Memasang bekisting pilar (Pekerja B - 47th)	112,4	68
Kegiatan 20 - Memasang batu bata (Pekerja L - 37th)	111,6	66,2

Melalui tabel 4.3 didapatkan informasi denyut nadi pekerja dengan denyut nadi sebesar 105,2 - 132,2 denyut/menit melalui Tabel 2.1 (Tarwaka, Bakri, S. H. A, dan Sudiajeng, L., 2004) yang tergolong dalam beban kerja agak berat hingga berat. Melalui data tersebut, didapati bahwa para pekerja proyek memiliki beban kerja yang cukup berat.

4.2 Pengolahan Data

Berdasarkan pengumpulan data, didapatkan sebanyak 20 kegiatan yang biasanya dilakukan oleh pekerja di proyek. Dari hasil pengambilan data *Nordic Body Map* pada Tabel 4.1, didapatkan lima area tubuh dari 13 tukang yang memiliki keluhan sakit paling banyak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 yang mana banyak tukang yang mengeluhkan rasa sakit paling tinggi berada pada area punggung dan lengan, hal ini masuk akal apabila melihat cara kerja mereka yang memang merupakan pekerjaan keras dan melibatkan banyak otot, ditambah dengan postur kerja yang buruk dan dalam waktu yang lama akan menyebabkan berbagai

keluhan muncul. Pada Tabel 4.4 dapat dilihat rangkuman dari berbagai aktivitas pekerjaan yang mana tingkat risiko muskuloskeletal serta beratnya beban kerja dari masing-masing kegiatan kerja. Dapat dilihat berdasarkan berbagai aspek seperti: mempertimbangkan waktu pengambilan data, durasi kerja, iklim kerja, denyut nadi, dan postur kerja. Berbagai faktor tersebut dapat dijadikan sebagai landasan untuk melakukan penilaian terhadap pekerjaan tersebut.



Gambar 4.1 Pie Chart 5 area tubuh yang memiliki keluhan paling tinggi

Berdasarkan hasil dari pengukuran beban kerja dan risiko gangguan otot rangka terhadap 13 pekerja pada 20 kegiatan yang tersaji pada Tabel 4.4 didapatkan beberapa hasil perhitungan seperti %CVL yang berada pada rentang 35%-62%; MWR pada rentang 17,76-21,86; skor REBA pada rentang 9-14; dan skor OWAS pada rentang 1-4. Dimana berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, dibuatlah ranking dan terdapat lima kegiatan dari 20 kegiatan yang memiliki beban kerja fisik tertinggi dan risiko gangguan otot rangka yang tinggi. Dari kelima kegiatan yang memiliki beban kerja fisik berat dan risiko gangguan otot rangka yang tinggi, kemudian akan dianalisis lebih lanjut. Merujuk pada Tabel 4.4 dimana terdapat sejumlah 20 kegiatan, akan dilakukan ranking untuk melihat beban kerja tertinggi dan akan diambil sebanyak lima kegiatan dengan beban kerja tertinggi untuk dapat dianalisis lebih lanjut dan guna membuat ide perbaikan bagi masing-masing kegiatan. Hal ini dilakukan karena tujuan dari penelitian ini adalah fokus melihat tingginya beban kerja serta seberapa besar risiko gangguan otot rangka pada pekerja selama melakukan pekerjaan yang menguras tenaga dan berat. Berdasarkan keseluruhan perhitungan yang dilakukan, penentuan klasifikasi beban kerja untuk denyut nadi dan MWR merujuk pada Tabel 2.1; sementara untuk %CVL merujuk pada

Tabel 2.2; skor REBA merujuk pada penjelasan Gambar 2.3; dan skor OWAS merujuk pada penjelasan Tabel 2.4.

Tabel 4.4

Tabel Ringkasan Kegiatan Kerja

No	Nama Kegiatan	Waktu	Durasi Kerja (jam)	Iklm Kerja (°C)	Denyut Kerja	%CVL	MWR	REBA	OWAS
1	Memasukkan adonan cor ke tempat dorongan (Pekerja A - 50th)	09.01	6	34	112,8	44%	18,10	12	2
2	Menekuk besi pengisi cor pondasi (Pekerja B - 47th)	09.02	7	35	132,2	62%	20,81	13	3
3	Membuat spiral isian pondasi (Pekerja C - 44th)	09.34	7	35	110	38%	19,37	9	2
4	Membuat spiral isian pondasi (Pekerja D - 42th)	09.34	7	35	119	46%	19,22	11	2
5	Memotong besi isi ulir (Pekerja E - 45th)	09.25	7	35	126,4	53%	21,66	9	3
6	Menuangkan bahan ke dalam mesin molen (Pekerja E - 45th)	14.33	6	35	125	52%	21,34	11	4
7	Menyerok pasir ke tempat pengangkat (Pekerja I - 54th)	14.27	6	35	116,2	49%	18,93	14	4
8	Mengeruk adonan cor (Pekerja I - 54th)	14.45	6	35	117,8	51%	19,13	13	4
9	Mengecor & merapikan hasil cor pondasi (Pekerja B - 47th)	14.55	6	35	118,8	47%	19,27	13	4
10	Menyerok & memasukkan cor ke ember (Pekerja J - 23th)	13.33	6	35	116	35%	20,21	13	4
11	Mengikat besi rangka isian pondasi (Pekerja G - 43th)	10.36	7	33	117,4	40%	20,61	11	4

No	Nama Kegiatan	Waktu	Durasi Kerja (jam)	Iklm Kerja (°C)	Denyut Kerja	%CVL	MWR	REBA	OWAS
12	Menggali lubang untuk pondasi (Pekerja I - 54th)	11.17	7	34	126,2	61%	19,73	13	3
13	Mengambil batuan untuk pondasi (Pekerja G - 43th)	13.23	6	35	116,6	42%	20,10	12	2
14	Mengikat besi isian pondasi tengah (Pekerja H - 47th)	13.54	6	35	118,4	48%	21,86	10	2
15	Memasukkan besi isian pilar (Pekerja F - 41th)	14.13	6	35	105,2	34%	19,79	10	1
16	Memasukkan besi isian pilar (Pekerja K - 44th)	14.04	6	36	110,8	38%	20,33	13	3
17	Memasukkan besi isian pilar (Pekerja L - 40th)	14.04	6	36	107,6	35%	18,45	13	3
18	Memasang bekisting atas (Pekerja B - 47th)	09.55	7	36	116,4	42%	19,11	14	3
19	Memasang bekisting pilar (Pekerja B - 47th)	09.47	7	35	112,4	42%	18,27	13	2
20	Memasang batu bata (Pekerja L - 37th)	09.35	7	40	111,6	40%	17,76	13	2

Berdasarkan Tabel 4.4, beban kerja dan risiko gangguan otot rangka dapat diinterpretasikan dari berbagai aspek seperti banyaknya denyut kerja/menit, %CVL, MWR, REBA, dan OWAS. Merujuk pada Tabel 2.6 tentang pengaturan durasi kerja yang diizinkan, semua pekerjaan pada kegiatan satu sampai dua puluh dilakukan di lapangan terbuka dengan iklim kerja rata-rata pada 35°C dengan beban kerja yang berat yang mana menurut Permenkes No. 70 tahun 2016: Standar & Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri berada dalam batas waktu kerja 0%-25%. Melalui Tabel 4.4 dimana pekerjaan kegiatan satu hingga dua puluh dilakukan pada rentang iklim kerja 33°C-40°C dengan beban kerja fisik yang tergolong sedang - berat apabila melihat dari %CVL, artinya dengan beban kerja fisik yang berat ditambah dengan iklim kerja yang tinggi, maka pengaruh iklim kerja sebagai pengaruh eksternal adalah mempercepat seorang pekerja untuk mengalami kelelahan. Berdasarkan logika, bila pekerjaan mengaduk semen dilakukan di area tertutup dari sinar matahari akan lebih lama untuk mengalami kelelahan, berbanding terbalik dengan seorang pekerja yang mengaduk semen di bawah terik matahari, pekerja tersebut akan lebih cepat mengalami kelelahan. Berdasarkan hubungan inilah didapati bahwa pekerja mengalami beban kerja yang tinggi tidak hanya karena pekerjaannya yang berat, namun juga karena pengaruh eksternal, dalam hal ini adalah iklim kerja.

Melalui Tabel 4.4 didapatkan interpretasi hasil sebagai contoh pada kegiatan 18 yaitu kegiatan memasang bekisting atas, pengambilan data denyut istirahat diambil pada saat pekerja belum mulai bekerja, sementara pengambilan data denyut nadi kerja dilakukan pada pukul 09.55 dengan iklim kerja 36°C pada waktu tersebut dan didapatkan hasil sebesar 116,4 denyut/menit yang artinya pekerjaan tersebut masuk dalam kategori agak berat. Kemudian dari hasil pengambilan denyut didapatkan hasil perhitungan %CVL sebesar 42% yang berarti kegiatan 18 masuk dalam kategori beban kerja agak berat. Sementara untuk MWR sendiri didapatkan hasil sebesar 19,11 kkal/menit yang termasuk dalam kategori ekstrim berat, yang artinya pekerjaan tersebut sangatlah berat dan mengeluarkan energi sebesar 19,11 kkal/menit. Kemudian untuk pengukuran skor REBA didapatkan skor sebesar 13 yang mana skor 13 berarti risiko gangguan otot rangka sangat tinggi sehingga perlu dilakukan implementasi perubahan sekarang juga. Kemudian untuk OWAS, didapatkan skor 3 yang artinya risiko gangguan otot rangka tinggi sehingga perlu dilakukan perbaikan segera. Merujuk pada Tabel 4.1 tentang hasil dari *Nordic Body Map*, kegiatan 18 yang merupakan memasang bekisting atas dilakukan oleh pekerja B yang mana pekerja B memiliki skor *Nordic Body Map* (NBM) sebesar 41 dengan rasa

sakit dominan pada area punggung bagian tengah yang ditunjukkan dalam skor 3 yang artinya bagian punggung bagian tengah terasa sakit dan diikuti dengan area punggung bagian atas, punggung bagian bawah, lengan bawah kanan, dan lengan bawah kiri dengan skor 2 yang artinya sedikit sakit. Hal ini menjadi logis apabila melihat pekerjaan yang pekerja tersebut kerjakan (Merujuk pada Lampiran Kegiatan 18 - memasang bekisting atas).

Melalui Tabel 4.4, dilakukan rangking terhadap %CVL pekerja dan didapatkan lima kegiatan dengan %CVL tertinggi dan kelima kegiatan ini yang akan dianalisis lebih lanjut dan dibuat usulan perbaikannya. Dasar pengambilan rangking terhadap %CVL adalah karena untuk melihat beban kerja yang tinggi, dimana akan sangat sulit untuk bisa mendapatkan %CVL, nilai MWR, skor REBA dan skor OWAS sama besarnya, maka dilakukan rangking berdasarkan %CVL sebagai prioritas terhadap beban kerja fisik. Secara keseluruhan 20 kegiatan termasuk dalam beban kerja ekstrim berat menurut perhitungan MWR. Mengingat pada perhitungan %CVL juga mengandung denyut kerja dan istirahat, maka pengambilan rangking berdasarkan %CVL dilakukan. Untuk melihat interpretasi hasil perhitungan terhadap kelima kegiatan setelah dilakukan ranking untuk dapat melihat kegiatan mana saja yang memiliki %CVL tertinggi secara berurutan, kegiatan-kegiatan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

Kegiatan 2

Menekuk besi pengisi cor pondasi



$$\%CVL = \frac{(HR_{work} - HR_{rest})}{(HR_{max} - HR_{rest})} \times 100\%$$

$$\%CVL = \frac{(133,2 - 67,8)}{((220 - 47) - 67,8)} \times 100\%$$

62%

$$MWR = (-1967 + 8,58 \cdot HR + 25,1 \cdot HT + 4,5 \cdot A + 7,47 \cdot RHR + 67,8 \cdot G)$$

$$(-1967 + 8,58 \cdot 133,2 + 25,1 \cdot 62,2047 + 4,5 \cdot 47 + 7,47 \cdot 67,8 + 67,8 \cdot 0)$$

$$MWR = 1455,15997$$

$$1455,15997 \cdot 0,0143$$

$$20,80878757 \text{ kkal/menit}$$

SCORE: **13**

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

RESULT (Task 1)

3. Corrective actions should be done as soon as possible

Gambar 4.2 Gambar Kegiatan 2

Kegiatan menekuk besi pengisi cor pondasi yang dilakukan oleh seorang pekerja berusia 47 tahun dengan tinggi badan 158 cm pada pukul 09.02 WIB dengan suhu 35°C. Pada kegiatan ini didapatkan denyut nadi kerja sebesar 133,2 denyut/menit, yang mana menurut

(Tarwaka, Bakri, S. H. A, dan Sudiajeng, L., 2004) dengan 133,2 denyut/menit termasuk dalam kategori beban kerja berat. Sementara untuk *energy expenditure* ditemukan sebesar 20,8087 kkal/min yang termasuk beban kerja ekstrim berat yang berarti konsumsi energi yang digunakan untuk melakukan pekerjaan ini sangatlah besar. Apabila ditinjau dari %CVL, ditemukan bahwa kegiatan menekuk besi pengisi cor pondasi tergolong dalam kategori beban kerja berat yaitu sebesar 62%. Pekerjaan menekuk besi tulangan isian ini dilakukan secara repetitif dan berjalan selama tujuh jam kerja, dimana pekerja melakukan pekerjaan ini berulang-ulang dalam satu hari kerja. Pengukuran REBA dan OWAS ini menggunakan perhitungan sudut postur kerja seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5

Penilaian sudut kerja kegiatan 2

Trunk	+3	
Neck	+2	
Side Trunk	+2 (Twisted & Side Bending)	
Legs	+2 +1 (Bending 30°-60°)	

Tabel 4.6

Penilaian sudut kerja kegiatan 2 beserta hasil perhitungan

Upper Arm	+2 +1 (Abducted)		REBA RESULT SCORE 13 <table> <tr> <th>SCORE</th> <th>RISK</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Negligible risk</td> </tr> <tr> <td>2 or 3</td> <td>Low risk, change may be needed</td> </tr> <tr> <td>4 to 7</td> <td>Medium risk, further investigation, change soon</td> </tr> <tr> <td>8 to 10</td> <td>High risk, investigate and implement change</td> </tr> <tr> <td>11 or more</td> <td>Very high risk, implement change</td> </tr> </table>	SCORE	RISK	1	Negligible risk	2 or 3	Low risk, change may be needed	4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon	8 to 10	High risk, investigate and implement change	11 or more	Very high risk, implement change
SCORE	RISK														
1	Negligible risk														
2 or 3	Low risk, change may be needed														
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon														
8 to 10	High risk, investigate and implement change														
11 or more	Very high risk, implement change														
Lower Arm	+2		OWAS 												

Berdasarkan Tabel 4.5, ditemukan bahwa sudut yang dihasilkan untuk *trunk* adalah sebesar 31° dan untuk *neck* adalah sebesar 34° sehingga masing-masing *trunk* dan *neck* mendapatkan skor +3 dan +2. Kemudian apabila ditilik dari *side trunk* yang merupakan posisi kemiringan tubuh ke arah samping kiri dan ke depan kemudian akan diiringi dengan sedikit memutar untuk *trunk* itu sendiri akan menyebabkan risiko keseleo yang tinggi, dan juga tidak menutup kemungkinan untuk permasalahan-permasalahan otot rangka yang lainnya. sementara *trunk* mengalami *twisted and side bending* sehingga mendapatkan skor tambahan +2 yang mana dengan sudut sedemikian yang ditambah dengan *trunk* yang menekuk dan berputar akan membuat beban kerja semakin berat lagi.

Melalui Tabel 4.5, dapat dilihat bahwa terdapat sudut sebesar 50° untuk kaki pekerja ditambah dengan tumpuan kaki yang berfokus hanya pada satu kaki saja yaitu kaki kiri yang kemudian akan menjadi tumpuan dari ayunan badan ke arah kiri dan mendapatkan skor +2, ditambah dengan kaki yang menekuk pada rentang 30°-60° maka mendapatkan skor tambahan +1. Tentu saja dengan beban kerja menekuk besi tulangan sebesar itu akan memerlukan energi yang besar dan juga membutuhkan kerja otot yang maksimal, sementara pekerja tidak melakukan pekerjaan menekuk besi tulangan ini dengan benar dan menimbulkan risiko gangguan yang tinggi.

Melalui Tabel 4.6, informasi yang didapatkan adalah sudut dari *upper arm* yang membentuk 33° dan *lower arm* 42° sehingga masing-masing menghasilkan skor +2. Kondisi tangan pekerja adalah dalam kondisi tertekuk yang mana dengan adanya tekukan seperti itu

akan memberi daya yang lebih ekstra dan mempermudah pekerja dalam proses menekuk besi tulangan sehingga mendapatkan skor sebesar +1.

Melalui Tabel 4.6 didapatkan hasil dari perhitungan menggunakan REBA adalah skor 13, yang mana artinya kegiatan tersebut memiliki risiko gangguan pada otot rangka yang sangat tinggi sehingga harus dilakukan perbaikan sesegera mungkin. Kemudian apabila ditinjau dari OWAS, skor 3 berarti terdapat risiko gangguan otot rangka yang tinggi sehingga perlu dilakukan perbaikan secepatnya. Namun apabila dilihat dari posturnya, terdapat gerakan menyimpang seperti *twist & bend* tidak hanya kedepan, namun juga ke samping. Tentunya postur kerja seperti ini akan meningkatkan risiko gangguan pada otot tulang rangka pekerja karena dikerjakan juga secara repetitif dalam jangka waktu yang lama.

Merujuk pada Tabel 4.1 tentang hasil dari *Nordic Body Map*, kegiatan 2 yang merupakan menekuk besi pengisi cor pondasi dilakukan oleh pekerja B, di mana keluhan yang dominan pada area punggung bagian tengah dengan skor 3 yang artinya bagian punggung bagian tengah terasa sakit. Jika dilihat dari REBA pada area *trunk* didapati postur kerja yang membungkuk dengan skor +3 ditambah dengan *side bending and twisting* dengan skor +2. Hal ini sejalan dengan OWAS pada bagian *back* mendapatkan skor 4 akibat adanya *side bending and twisting*. Postur *side bending and twisting* inilah yang menyebabkan adanya keluhan rasa sakit pada area punggung bagian tengah.

Kegiatan 12

Menggali lubang untuk pondasi



$$\%CVL = \frac{(HR_{work} - HR_{rest})}{(HR_{max} - HR_{rest})} \times 100\%$$

$$\%CVL = \frac{(126,2 - 64,2)}{((220-54) - 64,2)} \times 100\% = 61\%$$

$$MWR = (-1967 + 8,58 \cdot HR + 25,1 \cdot HT + 4,5 \cdot A + 7,47 \cdot RHR + 67,8 \cdot G)$$

$$(-1967 + 8,58 \cdot 126,2 + 25,1 \cdot 61,4173 + 4,5 \cdot 54 + 7,47 \cdot 64,2 + 67,8 \cdot 0)$$

$$MWR = 1379,94423$$

$$1379,94423 \cdot 0,0143$$

$$19,73320249 \text{ kkal/menit}$$

SCORE: 13

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

RESULT (Task 1)

3. Corrective actions should be done as soon as possible

Gambar 4.3 Gambar Kegiatan 12

Kegiatan menggali lubang untuk pondasi yang dilakukan oleh seorang pekerja berusia 54 tahun dengan tinggi badan 156 cm pada pukul 11.17 WIB dengan suhu 35°C. Pada kegiatan

ini didapatkan denyut nadi kerja sebesar 126,2 denyut/menit, yang mana menurut (Tarwaka, Bakri, S. H. A, dan Sudiajeng, L., 2004) dengan 126,2 denyut/menit termasuk dalam kategori beban kerja berat. Sementara untuk *energy expenditure* ditemukan sebesar 19,7332 kkal/min yang termasuk beban kerja ekstrim berat yang berarti konsumsi energi yang digunakan untuk melakukan pekerjaan ini sangatlah besar. Apabila ditinjau dari %CVL, ditemukan bahwa kegiatan menghancurkan gundukan batu untuk pondasi tergolong dalam kategori beban kerja berat yaitu sebesar 61%. Pekerjaan menghancurkan gundukan batu ini dilakukan secara repetitif dan berjalan selama tujuh jam kerja, dimana pekerja melakukan pekerjaan ini berulang-ulang dalam satu hari kerja. Pengukuran REBA dan OWAS ini menggunakan perhitungan sudut postur kerja seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7

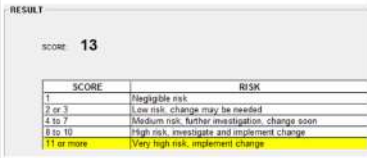
Penilaian sudut kerja kegiatan 12

Trunk	+4 +1 (Side Bending)	
Neck	+4	

Upper Arm	+3 +1 (Abducted)	
Lower Arm	+2	

Tabel 4.8

Penilaian sudut kerja kegiatan 12 beserta hasil perhitungan

Legs	+1 +1 (Bending 30°-60°)	
REBA		
OWAS		

Berdasarkan Tabel 4.7, ditemukan bahwa sudut yang dihasilkan untuk *trunk* adalah sebesar 75° dan untuk *neck* adalah sebesar 65° dengan masing-masing mendapatkan skor +4, yang mana dengan sudut sedemikian yang ditambah dengan *trunk* yang menekuk ke samping akan membuat beban kerja semakin berat lagi sehingga mendapatkan skor +1. Posisi kerja yang membungkuk dan sering melakukan *bend and twist* ini memiliki beban yang sangat tinggi dan cenderung mudah untuk merasakan lelah dan sakit pada pinggang. Kemudian melalui Tabel 4.9 dapat dilihat pula terdapat sudut sebesar 32° untuk kaki pekerja dengan tumpuan pada dua kaki yang menekuk sehingga mendapatkan skor +1 dan karena kaki pekerja menekuk pada sudut 32°, maka mendapatkan skor tambahan sebesar +1.

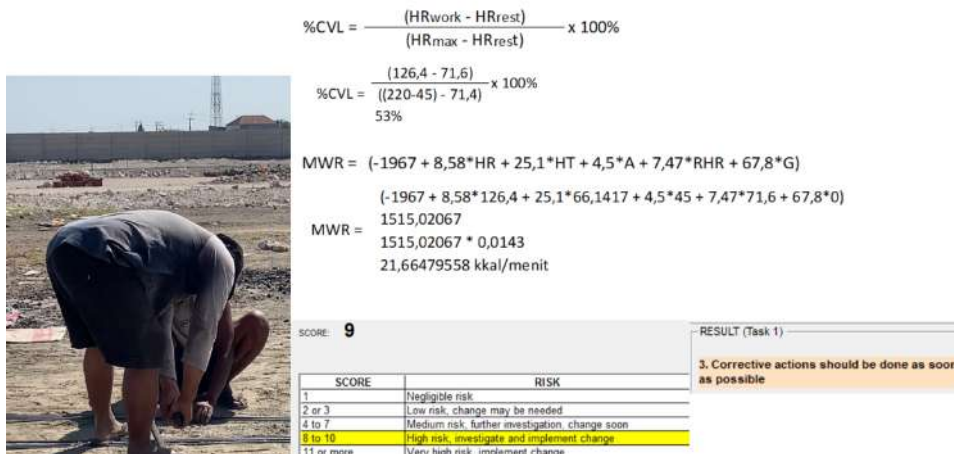
Melalui Tabel 4.7, informasi yang didapatkan adalah sudut dari *upper arm* yang membentuk 51° dan *lower arm* 22° dan masing-masing mendapatkan skor +3 dan +2. Kondisi tangan pekerja adalah dalam kondisi tertekuk yang mana dengan adanya tekukan seperti itu akan memberi daya yang lebih ekstra dan mempermudah pekerja dalam proses menekuk besi tulangan, namun akibat dari tekukan yang ada, membuat bagian *upper arm* mendapatkan skor tambahan +1.

Merujuk pada Tabel 4.8, dapat dilihat bahwa kegiatan 12 ini mendapatkan skor REBA sebesar 13 yang mana artinya kegiatan tersebut memiliki risiko gangguan pada otot rangka yang sangat tinggi sehingga harus dilakukan perbaikan sesegera mungkin. Kemudian apabila ditinjau dari OWAS, skor 3 berarti terdapat risiko gangguan otot rangka yang tinggi sehingga perlu dilakukan perbaikan secepatnya. Namun apabila dilihat dari posturnya, terdapat gerakan

menyimpang seperti *bend* kedepan, tentunya postur kerja seperti ini akan meningkatkan risiko gangguan pada otot tulang rangka pekerja.

Merujuk pada Tabel 4.1 tentang hasil dari *Nordic Body Map*, kegiatan 12 yang merupakan menggali lobang untuk pondasi dilakukan oleh pekerja I, dimana keluhan yang dominan pada area punggung bagian atas, punggung bagian tengah, punggung bagian bawah, lengan bawah kiri dan lengan bawah kanan dengan skor masing-masing 2 yang artinya bagian area-area tubuh tersebut terasa agak sakit. Jika dilihat dari REBA pada area *trunk* didapati postur kerja yang membungkuk dengan skor +4 ditambah dengan *side bending* dengan skor +1. Hal ini sejalan dengan OWAS pada bagian *back* mendapatkan skor 2 akibat adanya *side bending*. Postur *side bending* inilah yang menyebabkan adanya keluhan rasa sakit pada area punggung bagian atas, tengah, dan bawah. Sementara untuk keluhan pada area lengan bawah kanan dan kiri, didapati skor REBA untuk *lower arm* sebesar +2 dan untuk *upper arm* +3 ditambah dengan adanya *abducted* sehingga mendapatkan skor tambahan +1 dan OWAS menunjukkan skor 1 pada bagian *arms* karena tidak ada tangan yang terangkat melebihi bahu. Namun adanya keluhan pada area tangan disebabkan oleh postur kerja pada area *arms*.

Kegiatan 5 Memotong besi isi ulir



Gambar 4.4 Gambar Kegiatan 5

Kegiatan memotong besi isi ulir yang dilakukan oleh seorang pekerja berusia 45 tahun dengan tinggi badan 168 cm pada pukul 09.25 WIB dengan suhu 35°C. Pada kegiatan ini didapatkan denyut nadi kerja sebesar 126,4 denyut/menit, yang mana menurut (Tarwaka, Bakri, S. H. A, dan Sudiajeng, L., 2004) dengan 126,4 denyut/menit termasuk dalam kategori beban kerja berat. Sementara untuk *energy expenditure* ditemukan sebesar 21,6648 kkal/min

yang termasuk beban kerja ekstrim berat yang berarti konsumsi energi yang digunakan untuk melakukan pekerjaan ini sangatlah besar. Apabila ditinjau dari %CVL, ditemukan bahwa kegiatan memotong besi isi pengikat ulir tergolong dalam kategori beban kerja sedang sebesar 53%. Pekerjaan memotong besi isi ulir ini dilakukan secara repetitif dan berjalan selama tujuh jam kerja, dimana pekerja melakukan pekerjaan ini berulang-ulang dalam satu hari kerja. Pengukuran REBA dan OWAS ini menggunakan perhitungan sudut postur kerja seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10.

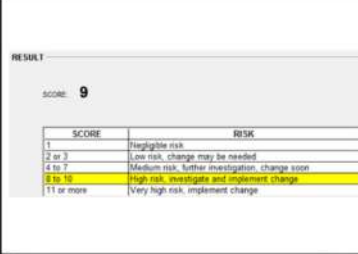
Tabel 4.9

Penilaian sudut kerja kegiatan 5

Trunk	+2 +1 Bending	
Neck	+3	
Upper Arm	+3 +1 (Abducted)	
Lower Arm	+2	

Tabel 4.10

Penilaian sudut kerja kegiatan 5 beserta hasil perhitungan

Legs	+1	
REBA		
OWAS		

Berdasarkan Tabel 4.9, ditemukan bahwa sudut yang dihasilkan untuk *trunk* adalah sebesar 48° dan untuk *neck* adalah sebesar 50° sehingga masing-masing mendapatkan skor +2 namun dengan adanya *side bending* maka mendapatkan tambahan skor +1 dan untuk *neck* mendapatkan skor +3. Posisi kerja yang membungkuk dan sering melakukan *bend* yang tidak selalu pas dan sering miring ini memiliki beban yang sangat tinggi dan cenderung mudah untuk merasakan lelah dan sakit pada pinggang.

Melalui Tabel 4.9, informasi yang didapatkan adalah sudut dari *upper arm* yang membentuk 30° dan *lower arm* 51° dan mendapatkan skor masing-masing +3 dan +2. Kondisi tangan pekerja adalah dalam kondisi tertekuk yang mana dengan adanya tekukan seperti itu akan memberi daya yang lebih ekstra dan mempermudah pekerja dalam proses menekuk besi tulangan sehingga membuat bagian *upper arm* mengalami tekukan dan mendapatkan skor tambahan +1.

Kemudian melalui Tabel 4.10 didapatkan skor REBA sebesar 9, yang artinya kegiatan ini memiliki risiko yang tinggi, sehingga perbaikan sangat diperlukan. Sementara apabila ditinjau dari OWAS, skor 3 berarti terdapat risiko gangguan otot rangka yang tinggi sehingga perlu dilakukan perbaikan secepatnya. Namun apabila dilihat dari posturnya, terdapat gerakan menyimpang seperti *bend* yang dilakukan terus menerus dan dalam repetisi yang sangat tinggi. Tentunya postur kerja seperti ini akan meningkatkan risiko gangguan pada otot tulang rangka pekerja apabila pekerjaan tersebut dilakukan dalam jangka waktu yang lama dan terus menerus.

Merujuk pada Tabel 4.1 tentang hasil dari *Nordic Body Map*, kegiatan 5 yang merupakan memotong besi ulir dilakukan oleh pekerja E yang mana pekerja E memiliki skor *Nordic Body Map* (NBM) sebesar 50 dengan rasa sakit dominan pada area punggung bagian tengah yang dinyatakan dengan skor 3 yang artinya sakit dan diikuti dengan area punggung bagian bawah, lengan bawah kiri, dan lengan bawah kanan yang masing-masing ditunjukkan dalam skor 2 yang artinya bagian punggung bagian tengah terasa sedikit sakit. Hal ini menjadi logis apabila melihat pekerjaan yang pekerja tersebut kerjakan secara konstan dalam waktu yang cukup lama (Merujuk pada Gambar 4.4).

Merujuk pada Tabel 4.1 tentang hasil dari *Nordic Body Map*, kegiatan 5 yang merupakan memotong besi ulir dilakukan oleh pekerja E, dimana keluhan yang dominan pada area punggung bagian tengah dengan skor 3 yang artinya terjadi keluhan sakit dan diikuti dengan area punggung bagian atas dan bawah dengan skor 2 yang artinya bagian area-area tubuh tersebut terasa agak sakit. Jika dilihat dari REBA pada area *trunk* didapati postur kerja yang membungkuk dengan skor +2 ditambah dengan *side bending* dengan skor +1. Hal ini sejalan dengan OWAS pada bagian *back* mendapatkan skor 2 akibat adanya *side bending*. Postur *side bending* inilah yang menyebabkan adanya keluhan rasa sakit pada area punggung bagian atas, tengah, dan bawah.

Kegiatan 6 Menuangkan bahan ke dalam mesin molen



$$\%CVL = \frac{(HR_{work} - HR_{rest})}{(HR_{max} - HR_{rest})} \times 100\%$$

$$\%CVL = \frac{(125 - 70,2)}{((220-45) - 70,2)} \times 100\%$$

$$52\%$$

$$MWR = (-1967 + 8,58 \cdot HR + 25,1 \cdot HT + 4,5 \cdot A + 7,47 \cdot RHR + 67,8 \cdot G)$$

$$(-1967 + 8,58 \cdot 125 + 25,1 \cdot 66,1417 + 4,5 \cdot 45 + 7,47 \cdot 70,2 + 67,8 \cdot 0)$$

$$MWR = 1492,55067$$

$$21,34347458 \text{ kkal/menit}$$

SCORE: **11**

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

RESULT (Task 1)

4. Corrective actions for improvement required immediately

Gambar 4.5 Gambar Kegiatan 6

Kegiatan menuangkan bahan ke dalam mesin cor yang dilakukan oleh seorang pekerja berusia 45 tahun dengan tinggi badan 168 cm pada pukul 14.33 WIB dengan suhu 35°C. Pada kegiatan ini didapatkan denyut nadi kerja sebesar 125 denyut/menit, yang mana menurut

(Tarwaka, Bakri, S. H. A, dan Sudiajeng, L., 2004) dengan 125 denyut/menit termasuk dalam kategori beban kerja berat. Sementara untuk *energy expenditure* ditemukan sebesar 21,3434 kkal/min yang termasuk beban kerja ekstrim berat yang berarti konsumsi energi yang digunakan untuk melakukan pekerjaan ini sangatlah besar. Apabila ditinjau dari %CVL, ditemukan bahwa kegiatan menuangkan pasir ke dalam mesin molen tergolong dalam kategori beban kerja sedang yaitu 52%. Pekerjaan menuangkan bahan ke dalam molen ini dilakukan secara repetitif dan berjalan selama enam jam kerja, dimana pekerja melakukan pekerjaan ini berulang-ulang dalam satu hari kerja. Pengukuran REBA ini menggunakan perhitungan sudut postur kerja seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

Tabel 4.11

Penilaian sudut kerja kegiatan 6

Trunk	+2 +1 (Side Bending)	
Neck	+3 +2 (Twisted & Side bending)	
Upper Arm	+3 +2 (Abducted & Shoulder is raised)	
Lower Arm	+2	

Tabel 4.12

Penilaian sudut kerja kegiatan 6 beserta hasil perhitungan

Legs	+1 +1 (Bending 30°-60°)	
------	--	---

REBA	SCORE: 11 <table border="1"> <thead> <tr> <th>SCORE</th> <th>RISK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Negligible risk</td> </tr> <tr> <td>2 or 3</td> <td>Low risk, change may be needed</td> </tr> <tr> <td>4 to 7</td> <td>Medium risk, further investigation, change soon</td> </tr> <tr> <td>8 to 10</td> <td>High risk, investigate and implement change</td> </tr> <tr> <td>11 or more</td> <td>Very high risk, implement change</td> </tr> </tbody> </table>	SCORE	RISK	1	Negligible risk	2 or 3	Low risk, change may be needed	4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon	8 to 10	High risk, investigate and implement change	11 or more	Very high risk, implement change
SCORE	RISK												
1	Negligible risk												
2 or 3	Low risk, change may be needed												
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon												
8 to 10	High risk, investigate and implement change												
11 or more	Very high risk, implement change												

OWAS	
------	--

Berdasarkan Tabel 4.11, ditemukan bahwa sudut yang dihasilkan untuk *trunk* adalah sebesar 20° dan untuk *neck* adalah sebesar 55° dan masing-masing mendapatkan skor +2, namun dikarenakan adanya *side bending*, maka mendapatkan skor tambahan +1, dan untuk *neck* mendapatkan skor +3, yang mana dengan sudut sedemikian yang ditambah dengan *trunk* dan *neck* yang menekuk dan berputar akan membuat beban kerja semakin berat lagi. Posisi kerja yang membungkuk dan sering melakukan *bend and twist* ini memiliki beban yang sangat tinggi dan cenderung mudah untuk merasakan lelah dan sakit pada pinggang, maka dari itu terdapat skor +2. Mengingat posisi lekukan *side trunk* yang cukup ekstrim membuat risiko gangguan pada area punggung semakin tinggi.

Berdasarkan Tabel 4.12, dapat dilihat bahwa terdapat sudut sebesar 45° untuk kaki pekerja dengan tumpuan pada dua kaki yang menekuk dengan pembagian satu kaki di bagian dalam dan satu kaki di bagian luar area maka dari itu skor yang diberikan adalah +1, namun karena kaki menekuk dan membentuk sudut 45°, diberikan skor tambahan +1. Tumpuan pada kaki sangatlah berat mengingat beban yang diangkat oleh pekerja sangatlah berat juga.

Melalui Tabel 4.11, informasi yang didapatkan adalah sudut dari *upper arm* yang membentuk 53° dan *lower arm* 53° dan masing-masing mendapatkan skor +3 dan +2. Kondisi tangan pekerja adalah dalam kondisi tertekuk dan mengangkat tangan melebihi bahu sehingga mendapatkan skor tambahan sebesar +2 yang mana dengan adanya lekukan seperti itu akan memberi daya yang lebih ekstra dan mempermudah pekerja dalam proses mengangkat dan

menuangkan bahan ke dalam molen. Hal yang dapat disoroti adalah beban yang diangkat sangatlah berat sehingga memerlukan setidaknya tiga orang untuk mengangkat dan metode mengangkat yang buruk yang menyebabkan besarnya tingkat risiko gangguan pada otot rangka pekerja.

Berdasarkan Tabel 4.12, didapatkan skor REBA sebesar 11 yang artinya kegiatan tersebut memiliki risiko gangguan pada otot rangka yang sangat tinggi sehingga harus dilakukan perbaikan sesegera mungkin. Sementara apabila ditinjau dari OWAS, skor 4 berarti terdapat risiko gangguan otot rangka yang sangat tinggi sehingga perlu dilakukan sekarang juga. Namun apabila dilihat dari posturnya, terdapat gerakan menyimpang seperti *bend* ke samping sambil mengangkat beban yang sangat berat. Tentunya postur kerja seperti ini akan meningkatkan risiko gangguan pada otot tulang rangka yang sangat tinggi pada pekerja.

Merujuk pada Tabel 4.1 tentang hasil dari *Nordic Body Map*, kegiatan 6 yang merupakan menuangkan bahan ke dalam mesin molen dilakukan oleh pekerja E, dimana keluhan yang dominan pada area punggung bagian tengah dengan skor 3 yang artinya terjadi keluhan sakit dan diikuti dengan area punggung bagian atas dan bawah dengan skor 2 yang artinya bagian area-area tubuh tersebut terasa agak sakit. Jika dilihat dari REBA pada area *trunk* didapati postur kerja yang membungkuk dengan skor +2 ditambah dengan *side bending* dengan skor +1. Hal ini sejalan dengan OWAS pada bagian *back* mendapatkan skor 2 akibat adanya *side bending*. Postur *side bending* inilah yang menyebabkan adanya keluhan rasa sakit pada area punggung bagian atas, tengah, dan bawah.

Kegiatan 8 Menyerok adonan cor



$$\%CVL = \frac{(HR_{work} - HR_{rest})}{(HR_{max} - HR_{rest})} \times 100\%$$

$$\%CVL = \frac{(117,8 - 68,2)}{((220 - 54) - 68,2)} \times 100\%$$

51%

$$MWR = (-1967 + 8,58 \cdot HR + 25,1 \cdot HT + 4,5 \cdot A + 7,47 \cdot RHR + 67,8 \cdot G)$$

$$(-1967 + 8,58 \cdot 117,8 + 25,1 \cdot 61,4173 + 4,5 \cdot 54 + 7,47 \cdot 68,2 + 67,8 \cdot 0)$$

$$MWR = \frac{1337,75223}{19,12985689 \text{ kkal/menit}}$$

SCORE: **13**

RESULT (Task 1)

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

4. Corrective actions for improvement required immediately

Gambar 4.6 Gambar Kegiatan 8

Kegiatan mengeruk adonan cor yang dilakukan oleh seorang pekerja berusia 54 tahun dengan tinggi badan 156 cm pada pukul 14.45 WIB dengan suhu 35°C. Pada kegiatan ini didapatkan denyut nadi kerja sebesar 117,8 denyut/menit, yang mana menurut (Tarwaka, Bakri, S. H. A, dan Sudiajeng, L., 2004) dengan 117,8 denyut/menit termasuk dalam kategori beban kerja berat. Sementara untuk *energy expenditure* ditemukan sebesar 19,1298 kkal/min yang termasuk beban kerja ekstrim berat yang berarti konsumsi energi yang digunakan untuk melakukan pekerjaan ini sangatlah besar. Apabila ditinjau dari %CVL, ditemukan bahwa kegiatan mengeruk adonan cor tergolong dalam kategori beban kerja sedang yaitu 51%. Pekerjaan mengeruk adonan cor ini dilakukan secara repetitif dan berjalan selama enam jam kerja, dimana pekerja melakukan pekerjaan ini berulang-ulang dalam satu hari kerja. Pengukuran REBA dan OWAS ini menggunakan perhitungan sudut postur kerja seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14.

Tabel 4.13

Penilaian sudut kerja kegiatan 8

Trunk	+2 +2 (Twisted & Side bending)	
Neck	+4 +2 (Twisted & Side bending)	
Upper Arm	+2 +1 (Abducted)	
Lower Arm	+2	

Tabel 4.14

Penilaian sudut kerja kegiatan 8 beserta hasil perhitungan

Lges	+1 +1 (Bending 30°-60°)													
REBA		SCORE: 13 <table border="1"><thead><tr><th>SCORE</th><th>RISK</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Negligible risk</td></tr><tr><td>2 or 3</td><td>Low risk, change may be needed</td></tr><tr><td>4 to 7</td><td>Medium risk, further investigation, change soon</td></tr><tr><td>8 to 10</td><td>High risk, investigate and implement change</td></tr><tr><td>11 or more</td><td>Very high risk, implement change</td></tr></tbody></table>	SCORE	RISK	1	Negligible risk	2 or 3	Low risk, change may be needed	4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon	8 to 10	High risk, investigate and implement change	11 or more	Very high risk, implement change
SCORE	RISK													
1	Negligible risk													
2 or 3	Low risk, change may be needed													
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon													
8 to 10	High risk, investigate and implement change													
11 or more	Very high risk, implement change													
OWAS														

Melalui Tabel 4.13, ditemukan bahwa sudut yang dihasilkan untuk *trunk* adalah sebesar 67° dan untuk *neck* adalah sebesar 61° sehingga masing-masing mendapatkan skor +2 dan +4, yang mana dengan sudut sedemikian yang ditambah dengan *trunk* dan *neck* yang menekuk dan berputar akan membuat beban kerja semakin berat lagi. Dalam melakukan pekerjaannya, ditemukan bahwa pekerja melakukan *twist and side bend* pada *trunk* dan *neck* sehingga

mendapatkan skor tambahan untuk masing-masing sebesar +2. Dimana posisi kerja yang membungkuk dan sering melakukan *bend and twist* ini akan memberikan beban yang sangat tinggi dan cenderung mudah untuk merasakan lelah dan sakit pada pinggang. Mengingat posisi lekukan *side trunk* yang cukup ekstrim membuat risiko gangguan pada area punggung semakin tinggi.

Melalui Tabel 4.14, dapat dilihat bahwa terdapat sudut sebesar 47° untuk kaki pekerja dengan tumpuan pada dua kaki yang menekuk dengan kedua kaki yang terbuka sehingga mendapatkan skor +1, namun akibat terdapat posisi kaki menekuk pada sudut 47°, maka diberikan +1 skor. Tumpuan pada kaki sangatlah berat mengingat kaki perlu siap dalam kondisi kuda-kuda untuk menahan badan yang sedang membungkuk ke depan untuk mengeruk dan mengaduk adonan cor.

Melalui Tabel 4.13, informasi yang didapatkan adalah sudut dari *upper arm* yang membentuk 35° dan *lower arm* 59° sehingga masing-masing mendapatkan skor +2. Kondisi tangan pekerja adalah dalam kondisi kontraksi lalu relaksasi dan kondisi tersebut berjalan berulang kali dalam jangka waktu yang lama guna mengeruk adonan cor dan mengaduknya menggunakan cangkul. Hal yang dapat disoroti adalah selain tangan pekerja mengalami kontraksi dan relaksasi untuk mengeruk dan mengaduk adonan yang adonannya sendiri memiliki berat, pekerja juga turut membawa cangkul yang cukup berat dan kegiatan mengaduk yang memerlukan energi ekstra dan gerakan tersebut membuat adanya bagian tangan yang menekuk sehingga mendapatkan skor tambahan +1.

Berdasarkan Tabel 4.14 didapatkan skor REBA sebesar 13 yang artinya kegiatan tersebut memiliki risiko gangguan pada otot rangka yang sangat tinggi sehingga harus dilakukan perbaikan sesegera mungkin. Sementara apabila ditinjau dari OWAS, skor 4 berarti terdapat risiko gangguan otot rangka yang sangat tinggi sehingga perlu dilakukan sekarang juga. Namun apabila dilihat dari posturnya, terdapat gerakan menyimpang seperti *twist & bend* tidak hanya kedepan, namun juga ke samping dan berulang terus menerus sambil memikul beban. Tentunya postur kerja seperti ini akan meningkatkan risiko gangguan pada otot tulang rangka pekerja.

Merujuk pada Tabel 4.1 tentang hasil dari *Nordic Body Map*, kegiatan 8 yang merupakan menyerok adonan cor dilakukan oleh pekerja I, dimana keluhan yang dominan pada area punggung bagian atas, punggung bagian tengah, punggung bagian bawah, lengan bawah kiri dan lengan bawah kanan dengan skor masing-masing 2 yang artinya bagian area-area tubuh tersebut terasa agak sakit. Jika dilihat dari REBA pada area *trunk* didapati postur kerja

yang membungkuk dengan skor +2 ditambah dengan *side bending and twisting* dengan skor +2. Hal ini sejalan dengan OWAS pada bagian *back* mendapatkan skor 4 akibat adanya *side bending*. Postur *side bending* inilah yang menyebabkan adanya keluhan rasa sakit pada area punggung bagian atas, tengah, dan bawah. Sementara untuk keluhan pada area lengan bawah kanan dan kiri, didapati skor REBA untuk *lower arm* sebesar +2 dan untuk *upper arm* +2 ditambah dengan adanya *abducted* sehingga mendapatkan skor tambahan +1 dan OWAS menunjukkan skor 1 pada bagian *arms* karena tidak ada tangan yang terangkat melebihi bahu. Namun adanya keluhan pada area tangan disebabkan oleh postur kerja pada area *arms*.

4.3 Usulan Perbaikan

Berdasarkan penjelasan-penjelasan diatas, ditemukan terdapat lima kegiatan yang memiliki risiko gangguan otot rangka yang sangat tinggi serta tingkat beban kerja fisik yang berat. Maka dari itu dibuatlah beberapa saran perbaikan untuk dapat mengurangi beban kerja, *energy expenditure*, dan meminimalisir risiko gangguan otot rangka. Pembuatan usulan pada awalnya dimulai dari melihat apakah dapat dilakukan perbaikan pada metode kerja, namun didapati bahwa metode kerja akan sangat sulit untuk diubah, mengingat dengan cara kerja yang dilakukan sudah menjadi suatu kebiasaan dan cara kerja untuk melakukan kegiatan-kegiatan kerja memang seperti itu adanya, maka dari itu dibuatlah usulan perbaikan dengan menambahkan alat bantu kerja, dan melalui usulan ini diharapkan terdapat perubahan pada beban kerja fisik dan tingkat risiko gangguan otot rangka ke arah yang lebih baik. Pada tahap ini perbaikan akan dibagi menjadi lima bagian dimana masing-masing perbaikan mengacu pada masing-masing kegiatan yang dijelaskan di bagian pengolahan data. Berikut merupakan saran perbaikan yang dibuat:

Perbaikan pertama merujuk pada kegiatan 2 yaitu menekuk besi pengisi cor pondasi dimana pekerjaan ini masih dilakukan dengan cara manual yang tentunya akan menguras banyak tenaga dan juga menimbulkan banyak risiko gangguan pada otot rangka pekerja itu sendiri. Maka dari itu di rancanglah suatu alat bantu untuk menekuk besi pengisi cor pondasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 dan penjelasan mekanisme kerjanya melalui Gambar 4.8 dan Gambar 4.9. Sementara untuk mengurangi risiko gangguan otot rangka yang disebabkan dari posisi jongkok-berdiri secara berulang, maka diusulkan untuk menambahkan semacam meja (*bench*) dengan ketinggian 0,5 m yang ukurannya merujuk pada tinggi lutut (D15) menurut Antropometri Indonesia yaitu 0,4812 m dan untuk memudahkan pembuatannya, maka ukurannya dibulatkan menjadi 0,5 m sebagai meja tumpuan alat penekuk

besi pengisi cor sehingga dengan adanya meja seperti pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11, dimana terdapat sebuah lubang dengan diameter 0,05 m untuk akses tuas agar bisa digunakan naik turun seperti pada Gambar 4.11, dengan penggunaan usulan ini dapat mengurangi postur jongkok-berdiri selama melakukan pekerjaan. Pada penerapan usulan ini akan membantu pekerja untuk dapat menekuk besi cor isian dengan membentuk postur kerja yang lebih baik daripada postur kerja sebelumnya.



Kegiatan 2
Menekuk besi
pengisi cor



Gambar 4.7 Alat bantu perbaikan kegiatan 2



Pada langkah A, besi tulangan akan dimasukkan ke dalam alat penekuk



Kemudian pekerja akan menarik gagang tuas pada alat penekuk untuk diposisikan dan menempatkan besi pengganjal pada mesin



Setelah itu, pekerja akan memasukkan pipa besi ke gagang tuas untuk kemudian akan ditekan ke bawah sehingga besi tulangan tertekuk



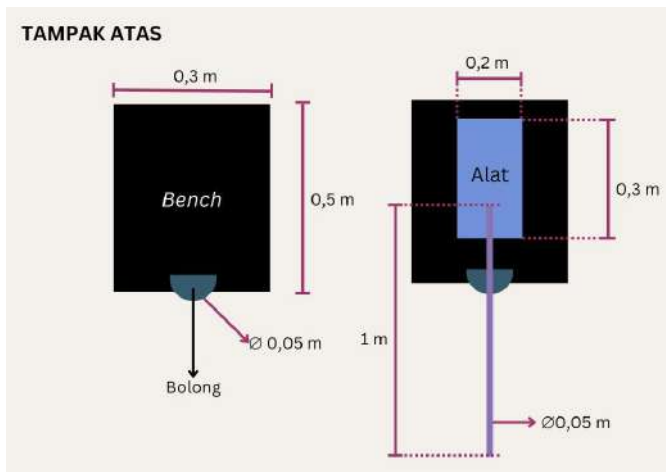
Kemudian pekerja akan mengulangi langkah yang sama seperti pada step A, B, dan C

Gambar 4.8 Mekanisme kerja alat bantu bagian 1

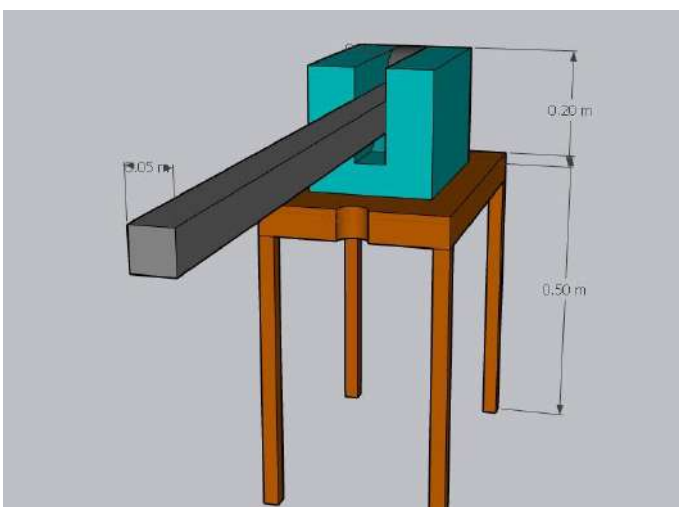


Kegiatan terus dilakukan berulang.
Ketika besi tulangan sudah mulai tertekuk dan membentuk huruf L, maka besi kemudian akan dimajukan kembali dan proses penekukan dilakukan seperti pada langkah A, B, C, dan D sampai selesai dan mendapatkan bentuk yang diinginkan.

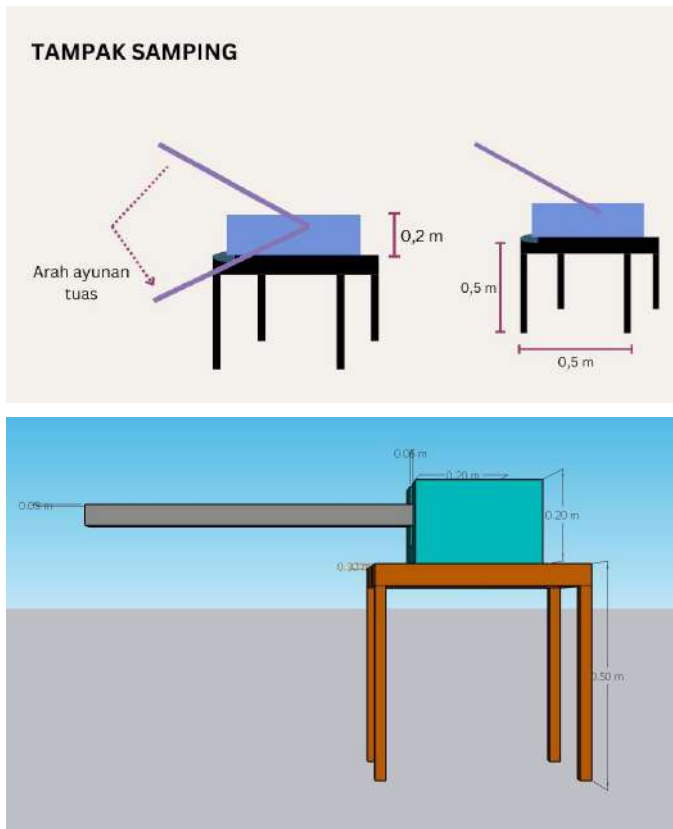
Gambar 4.9 Mekanisme kerja alat bantu bagian 2



Gambar 4.10 Tampak atas *bench* penopang alat



Gambar 4.11 Tampak serong *bench* penopang alat



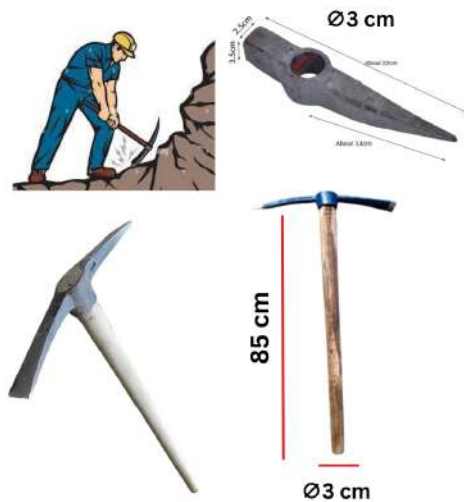
Gambar 4.12 Tampak samping *bench* penopang alat

Perbaikan kedua merujuk pada kegiatan 12 yaitu menggali lubang untuk pondasi yang masih menggunakan alat kerja yang sebelumnya linggis dan akan diganti menjadi belencong. Tujuan dari penggantian linggis menjadi belencong adalah untuk mengurangi tenaga yang dikeluarkan untuk menghancurkan gundukan-gundukan yang merupakan batu atau kapur, mempercepat durasi kerja, dan mengurangi risiko gangguan pada otot rangka pekerja. Mekanisme penggunaan belencong itu sendiri adalah memecah batuan atau kapur menggunakan sisi runcing tajamnya terlebih dahulu yang kemudian akan dilanjutkan dengan menghancurkan batuan atau kapur dengan sisi yang lebih landai ketimbang sisi tajamnya seperti yang terlihat pada Gambar 4.13 dan saran penggunaan belencong yang terdapat pada Gambar 4.14. Pada penerapan usulan ini pekerja akan tetap dalam posisi berdiri dan sedikit membungkuk, mengingat postur membungkuk agak sulit untuk dihindari karena beban kerja mengharuskan pekerja untuk membungkuk, namun yang menjadi sorotan adalah waktu kerja yang bisa lebih singkat karena dengan penggunaan mata pisau yang lebih tajam secara logika

akan lebih mudah untuk menggali dan penggunaan energi atau tenaga dari pekerja akan menurun akibat beban yang diterima tubuh lebih ringan daripada sebelumnya.



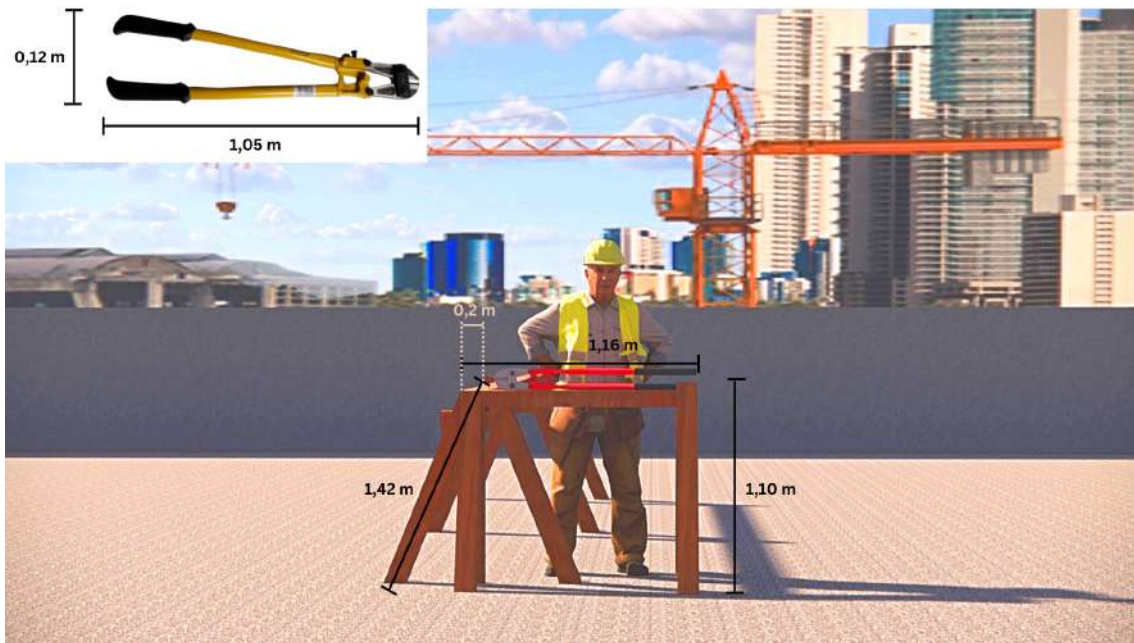
Gambar 4.13 Mekanisme kerja belencong dalam memecahkan batuan



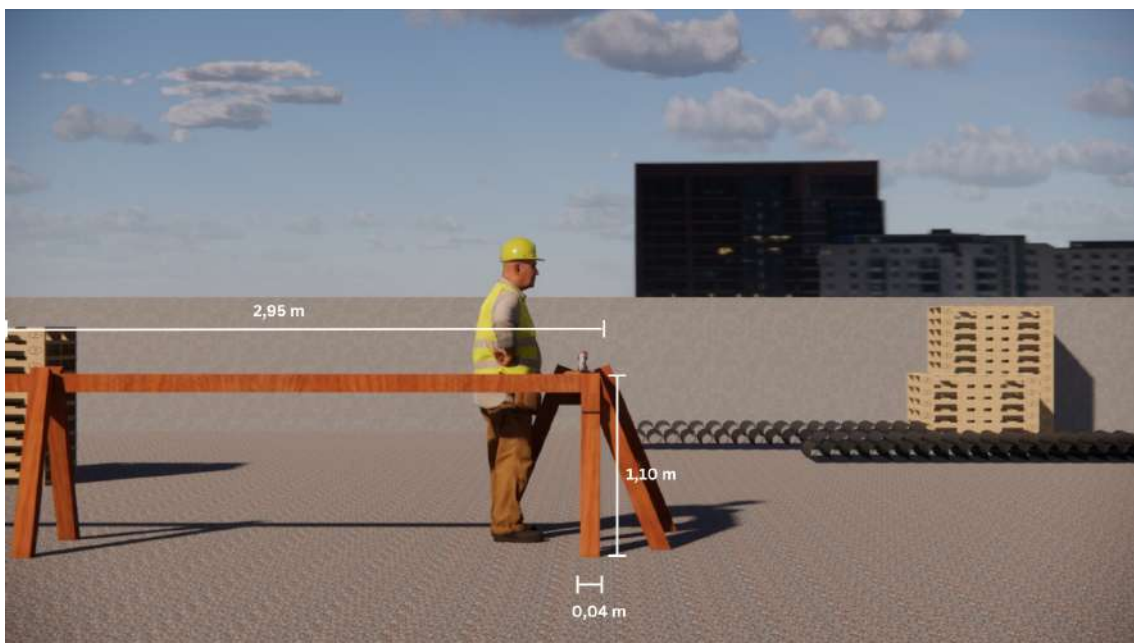
Gambar 4.14 Contoh alat belencong

Perbaikan yang ketiga, merujuk pada kegiatan 5 yaitu memotong besi ulir, dimana akan didesain suatu meja yang mampu mengakomodir pekerjaan yang harus dilakukan oleh pekerja itu sendiri mengingat besarnya energi yang harus dikeluarkan serta risiko masalah gangguan pada otot rangka yang cukup tinggi. Berkaca dari risiko-risiko yang ada, maka dibuatlah suatu desain alat bantu kerja yang menggunakan konsep seperti *bench*. Mekanisme kerjanya adalah dengan menjalankan besi panjang yang diletakkan di atas meja panjang untuk nantinya akan dijalankan ke arah ujung meja yang terdapat gunting dan pekerja akan melakukan proses menggunting sama seperti pada kegiatan 5, hanya saja kegiatan menggunting ini tidak perlu membungkuk dan tidak perlu mengangkat bahu seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.15 dan Gambar 4.16. Ukuran pada usulan perbaikan didasari dengan alasan di tempat proyek berlangsung sudah ada meja panjang serupa dengan ukuran yang sesuai yaitu pada 2,95 m x 0,2m x 1,1 m. Sementara mengacu pada Antropometri

Indonesia, untuk pekerja laki-laki dengan rentang usia 23-47 tahun, ukuran yang disarankan untuk ketinggian siku (D4) adalah 1,04 m. Melihat adanya selisih sebesar 0,06 m dengan ukuran yang sudah ada dengan ukuran yang disarankan oleh Antropometri Indonesia, maka penggunaan meja dengan tinggi 1,1 m disarankan. Pada penerapan usulan ini, pekerja akan memotong besi dalam postur berdiri dan tidak perlu untuk membungkuk serta menekuk tubuh ke samping, sehingga risiko gangguan otot rangka terutama pada area punggung bagian tengah dan bawah lebih kecil daripada tidak menggunakan usulan ini.



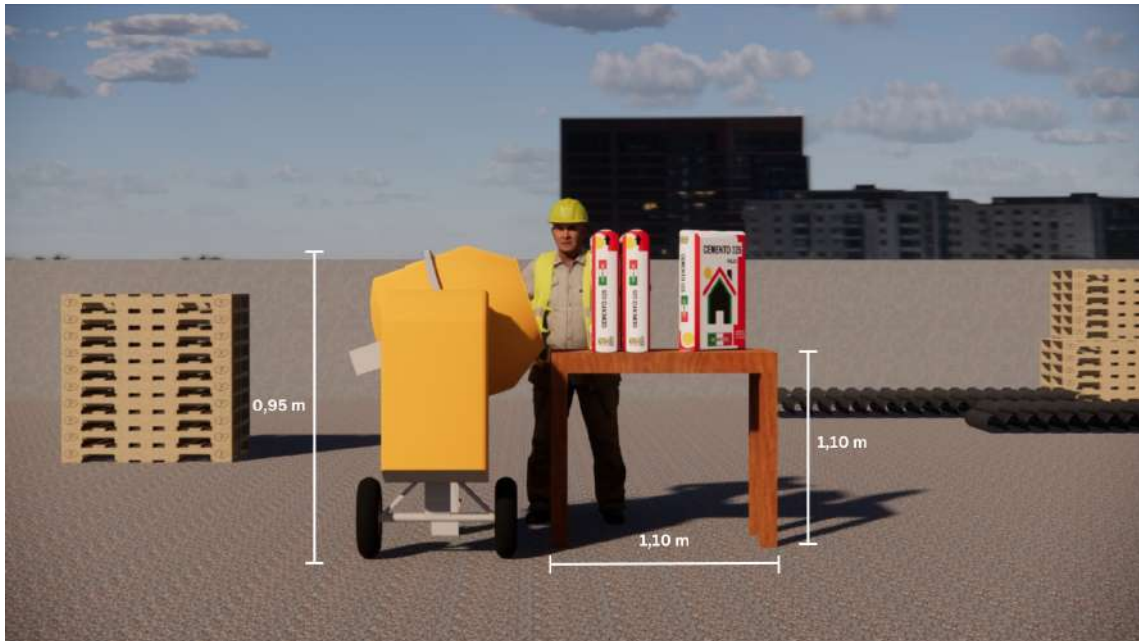
Gambar 4.15 Tampak depan meja kerja dengan gunting



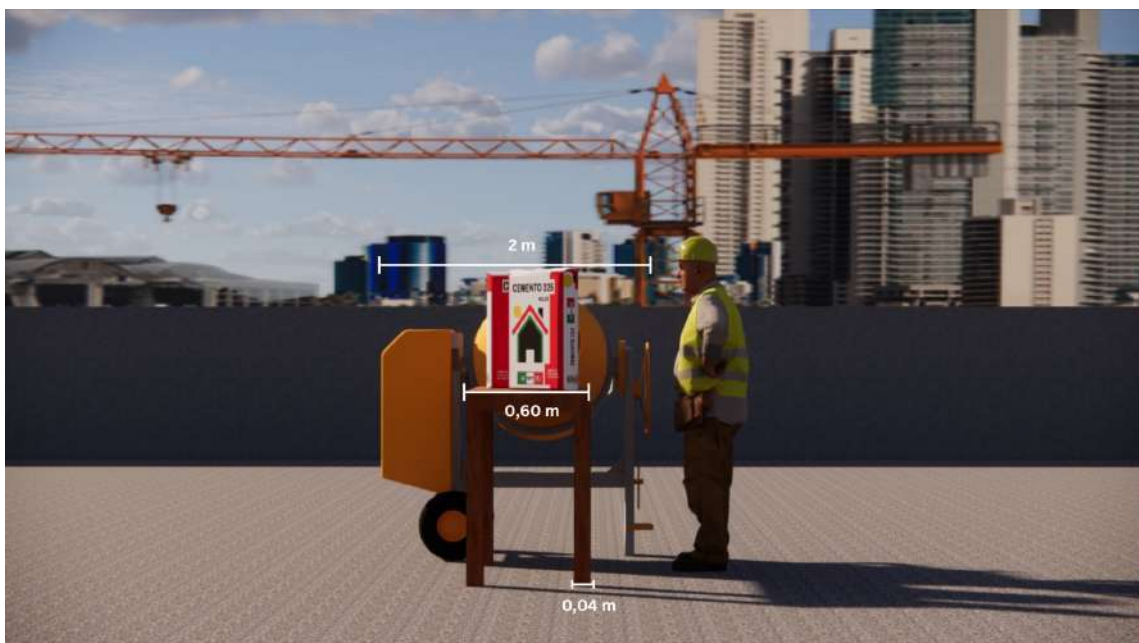
Gambar 4.16 Tampak samping meja kerja dengan gunting

Perbaikan keempat mengacu pada kegiatan 6 yaitu menuangkan bahan ke dalam mesin molen. Berkaca dari postur pekerja yang sangat buruk pada saat menuangkan bahan ke dalam mesin molen, maka dirancanglah suatu alat bantu berupa meja yang mana dapat membantu pekerja dalam menuangkan bahan ke dalam mesin molen dengan lebih meminimalkan postur

tubuh yang buruk (dalam hal ini adalah *side bend and twist*). Pada gambar 4.17 dan gambar 4.18 akan terlihat suatu meja yang ditempatkan di depan mesin molen itu sendiri. Konsep pengerjaannya adalah dengan mengangkat bahan dari lantai atau tanah ke atas meja, kemudian dari meja, kemudian pekerja akan mengatur kemiringan dari mulut mesin molen dan bahan tersebut akan dituangkan secara langsung ke mulut mesin molen tanpa perlu mengangkat tangan melebihi bahu dan pekerja hanya perlu menuangkan saja tanpa mengangkat bahan secara penuh seperti yang dilakukan pada kegiatan 5. Ukuran pada usulan perbaikan didasari dengan menyesuaikan dengan ketinggian mesin molen yang ada. Ukuran disesuaikan sedemikian rupa mengikuti kebutuhan yang akan diletakkan ke atas meja sehingga pekerja hanya perlu menuangkan bahan tanpa mengangkat bahu. Sementara merujuk pada Antropometri Indonesia, untuk pekerja laki-laki dengan rentang usia 23-47 tahun, ukuran ketinggian siku (D4) yang disarankan adalah 1,04 m. Melihat adanya selisih sebesar 0,06 m dengan ukuran yang sudah ada dengan ukuran yang disarankan oleh Antropometri Indonesia, maka penggunaan meja dengan tinggi 1,1 m disarankan. Pada usulan ini didapati pekerja menuangkan bahan ke dalam mesin cor pada posisi badan tegak dan tidak sedang menekuk dan mengangkat melebihi bahu. Konsep kerja menuangkan bahan ke dalam mesin molen ini bertujuan untuk dapat menghilangkan risiko gangguan otot rangka akibat adanya postur *side bending* dan mengangkat beban yang tidak lebih berat dari sebelumnya. Dengan gerakan mendorong dan diiringi dengan mengangkat bahan secara perlahan untuk membantu terciptanya posisi miring jatuh ke arah mulut mesin molen, maka tingkat risiko gangguan otot rangka terutama pada bagian punggung, pinggang, bahu, lengan atas, lengan bawah, dan tangan akan berkurang.



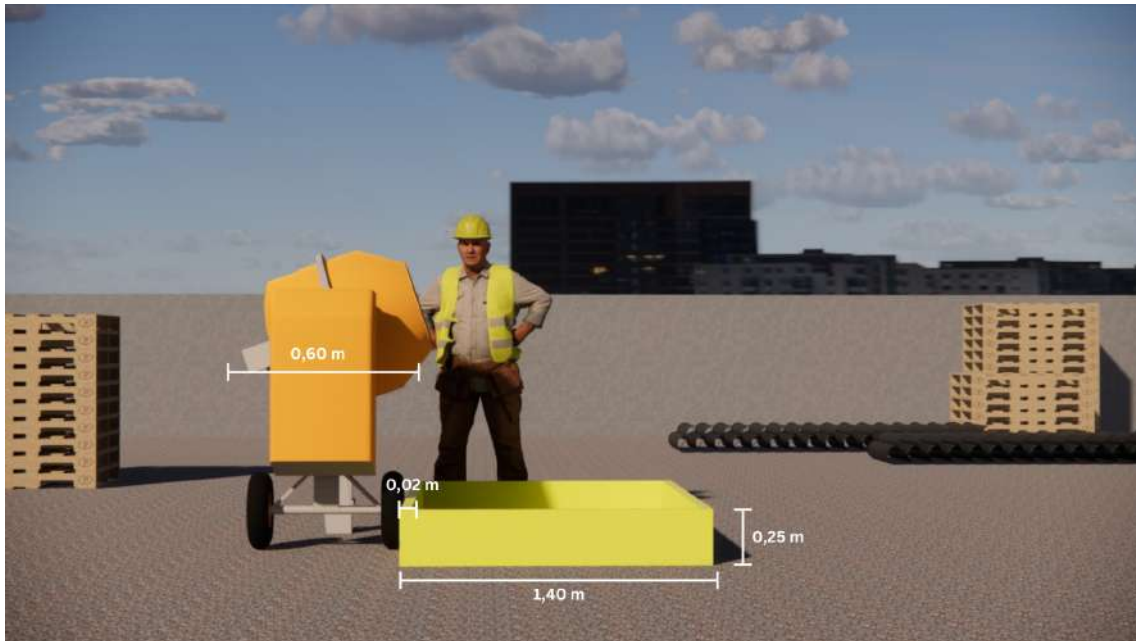
Gambar 4.17 Tampak samping meja penahan bahan



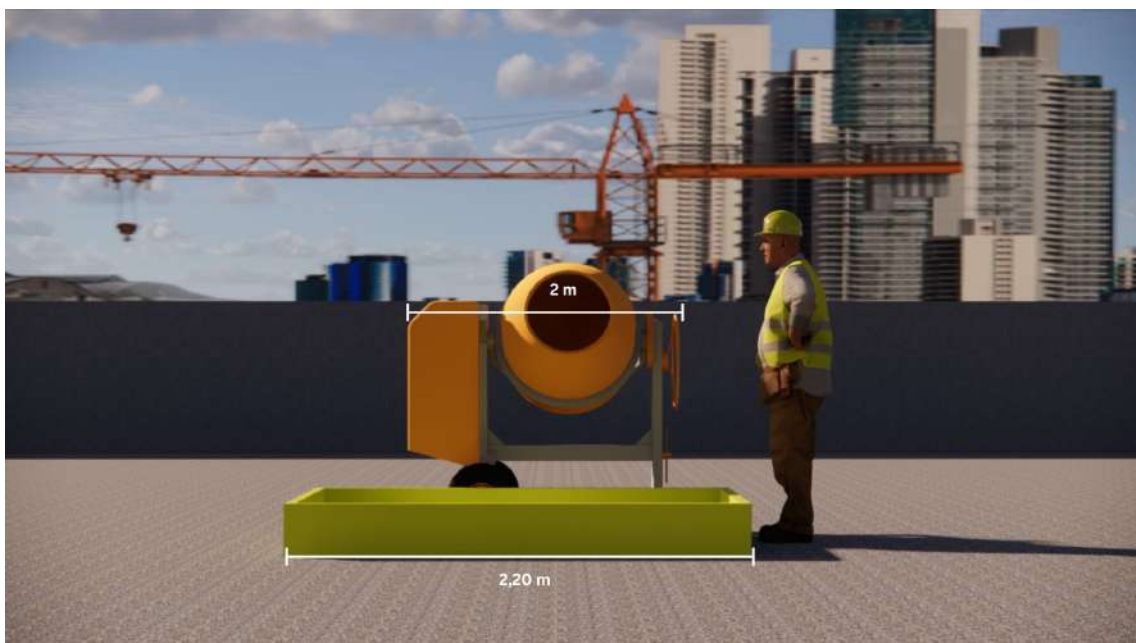
Gambar 4.18 Tampak samping meja penahan bahan

Perbaikan kelima mengacu pada kegiatan 8 yaitu mengeruk adonan cor. Dari kegiatan 8 dapat dilihat bahwa postur kerja dari pekerja yang melakukan kegiatan ini sangatlah buruk, yang mana pekerja melakukan *bend and twist* berulang kali pada bagian *trunk and neck* dan dengan postur yang sangat buruk pula. Maka dari itu di rancanglah suatu alat bantu yang dapat

membantu pekerja sehingga tidak perlu melakukan kegiatan 8 tersebut. Seperti yang terlihat pada gambar 4.19 dan gambar 4.20, konsep dari alat bantu ini adalah sebagai tempat penampung adonan cor yang sudah tercampur pada mesin molen. Tujuannya agar pekerja tidak perlu melakukan kegiatan 8 serta para pekerja yang bertugas untuk mengambil adonan cor tinggal mengambil adonan yang terdapat dalam bak penampung menggunakan ember yang telah disiapkan, sehingga mempermudah pekerjaan dan mempersingkat waktu kerja, tidak lupa juga meminimalisir permasalahan pada otot rangka pekerja itu sendiri. Penggunaan ukuran bak sebesar 2,2 m x 1,4 m x 0,25 m didasarkan dengan ukuran mesin molen itu sendiri dan luasan area tempat pekerja melakukan kegiatan 8 adalah seluas 2,2 m x 1,4 m. Mengacu pada luasan area tempat pekerja biasa melakukan kegiatan 8, dibuatlah suatu bak dengan dimensi yang serupa sehingga dapat menampung adonan cor layaknya dikerjakan secara manual pada kegiatan 8. Dengan adanya penerapan usulan ini, maka secara tidak langsung kegiatan 8 dapat dieliminasi dari pekerjaan yang harus dilakukan karena tidak memerlukan adanya tenaga manusia untuk mengeruk dan mengumpulkan adonan cor ke tengah untuk dapat didistribusikan ke pekerja lain dengan cara memasukkan adonan cor tersebut ke dalam ember yang sudah disiapkan. Pekerja yang bertugas untuk mengambil adonan cor akan cepat karena mereka dapat mengambil langsung adonan cor yang tertampung pada bak penampung. Pada saat mengambil adonan cor dari bak penampung, akan terbentuk postur membungkuk, namun postur membungkuk yang tercipta setidaknya akan lebih minim risiko gangguan otot rangka ketimbang ada satu pekerja yang mengerjakan kegiatan 8 karena dilakukan secara repetitif tinggi.



Gambar 4.19 Tampak samping bak penampung adonan cor



Gambar 4.20 Tampak depan bak penampung adonan cor

4.4 Perbandingan Kegiatan dengan Usulan

Pada penjelasan-penjelasan yang telah dipaparkan serta mengacu pada Tabel 4.4, telah diberikan usulan untuk masing-masing kegiatan yang tergolong dalam beban kerja berat dan memiliki risiko gangguan pada otot rangka, maka dibuatlah beberapa perbaikan untuk

dapat meminimalisir beban kerja dan risiko gangguan. Melalui perbaikan-perbaikan yang telah dilakukan didapatkan hasil dari perbaikan-perbaikan yang telah dilakukan dan dapat dilihat perbandingan untuk tingkat risiko gangguan otot rangka yang berkurang apabila dilakukan perhitungan menggunakan REBA dan OWAS seperti yang tersaji pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15

Tabel perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan berdasarkan REBA dan OWAS

	Sebelum		Sesudah	
	REBA	OWAS	REBA	OWAS
Kegiatan 2	13	3	6	1
Kegiatan 12	13	3	8	1
Kegiatan 5	9	3	4	1
Kegiatan 6	11	4	6	1
Kegiatan 8	13	4	4	1

Melalui Tabel 4.15 didapatkan informasi mengenai menurunnya skor REBA dan OWAS antara sebelum dan sesudah usulan perbaikan. Berdasarkan Tabel 4.15, penurunan skor REBA dan OWAS disebabkan karena adanya perubahan demi perubahan yang terjadi seperti yang sudah dijelaskan pada penjelasan usulan perbaikan per bagian.

4.5 Validasi Perusahaan

Pada tahap validasi perusahaan, segala sesuatu yang telah dikerjakan, baik itu perhitungan, analisis, dan saran perbaikan sudah diberikan kepada perusahaan dan dari pihak perusahaan menyetujui usulan-usulan yang telah diajukan, lamanya waktu untuk membuat alat-alat yang disarankan beserta dengan efisiensi penggunaan alat usulan yang diusulkan. Mengingat saran perbaikan tidak memerlukan biaya yang terlalu besar karena pembuatan alat *custom* hanya berada pada saran untuk kegiatan 2 dan untuk kegiatan lainnya sejatinya alat dan bahan sudah ada, hanya kurang dilakukan inovasi untuk mengurangi beban kerja fisik serta risiko gangguan otot rangka.