

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini adalah tahapan memperoleh data yang akan digunakan pada proses pengolahan data. Adapun data yang diperlukan yaitu gambaran umum mengenai perusahaan yang diteliti, proses perekaman cara kerja pengangkatan beban, data pengukuran dimensi tubuh operator, identifikasi keluhan apa saja yang dirasakan oleh operator dari penyebaran kuesioner *nordic body map*, dan data yang diperlukan untuk perhitungan Biomekanika metode statis model punggung bawah di titik L5/S1.

##### **4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan**

Aqua adalah sebuah merek Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang diproduksi oleh PT Aqua Golden Mississippi di Indonesia sejak tahun 1973. Aqua adalah merek AMDK dengan penjualan terbesar di Indonesia dan merupakan salah satu merek AMDK yang paling terkenal di Indonesia, sehingga telah menjadi seperti merek generik untuk AMDK.

PT Tirta Investama-Subang Plant adalah cabang dari PT Aqua Golden Mississippi yang beralamat di Jl. Kampung Salam, Desa Darmaga, Kecamatan Cislak, Kabupaten Subang. Pabrik Aqua Subang berdiri sejak tahun 1997 dan mulai beroperasi secara resmi pada 8 Desember 1997. Pada awalnya pabrik Aqua Subang beroperasi dengan nama perusahaan PT Tirta Darmaga Pasanggrahan, namun pada tahun 2000 berubah. PT Tirta Investama-Subang Plant memiliki jam kerja 24 jam yang terbagi menjadi 3 *shift*, lama jam kerja pada pabrik ini adalah 7 jam kerja dan 1 jam waktu istirahat. Pada gedung produksi *Small Packaging Size* (SPS) terdapat beberapa bagian produksi di antaranya, gudang penyimpanan produk siap kirim dan bagian produksi dari mulai pembuatan *freefoam*, *blowing*, *filling*, pengemasan yang telah dilakukan oleh mesin secara otomatis hingga penyusunan produk siap kirim di bagian *palleting*, namun pada proses *palleting* masih dilakukan secara manual oleh operator.

#### 4.1.2 Proses Pengangkatan Material

Proses pengangkatan material pada saat ini dilakukan dengan cara mengangkat dus SPS 600 ml dari atas konveyor ke atas *pallet* dengan posisi tubuh operator berdiri saat mengangkat dan pada saat menyimpan dus dengan posisi tubuh membungkuk secara berulang-ulang dan terus-menerus. Proses pengangkatan dus dilakukan selama 30 menit dan waktu istirahat selama 15 menit dalam 1 *shift* yang dilakukan secara bergantian oleh 3 operator berdasarkan kebijakan perusahaan saat ini. Pengangkatan dus SPS 600 ml dan fasilitas kerja saat ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Proses pengangkatan dan penyimpanan dus SPS 600 ml dari konveyor ke atas *pallet*



Gambar 4.2 Fasilitas Kerja Saat Ini

#### 4.1.3 Identifikasi Keluhan Operator

Identifikasi keluhan operator selama pengangkatan dan penyimpanan diperoleh dari penyebaran kuesioner *nordic body map* yang disebarakan kepada 9 operator untuk mendapatkan informasi mengenai apa saja keluhan yang dirasakan oleh operator pengangkatan dus SPS 600 ml. Hasil dari pengisian kuesioner *nordic body map* terdapat pada Lampiran 1. Hasil pengisian kuesioner berupa data-data yang terbagi menjadi 2 yaitu data demografi operator (A), data keluhan rasa sakit (B.I) dan penilaian keluhan rasa sakit (B.II). Kuesioner *nordic body map* pada bagian (A) demografi operator meliputi jenis kelamin, tempat/tanggal lahir, tinggi badan, berat badan, pendidikan terakhir, suku bangsa, jenis industri pekerjaan, jumlah karyawan, lokasi industri dan data pekerjaan. Pada bagian (B.I) meliputi keluhan rasa sakit meliputi pertanyaan-pertanyaan seperti, dalam 12 bulan terakhir operator pernah memiliki masalah sakit pada bagian tubuh, selama 12 bulan terakhir operator terhalang dalam melakukan pekerjaannya, selama 7 hari terakhir pernah mengalami rasa sakit pada bagian tubuh. Pada bagian (B.II) meliputi pemberian skor rasa sakit dan pertanyaan pada saat mengalami masalah sakit pada bagian tubuh operator pernah menemui dokter/terapis. Data demografi operator dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan kuesioner *nordic body map* bagian (B.I) dan (B.II) dapat dilihat pada Tabel 4.2 sampai Tabel 4.6.

Tabel 4.1 Data demografi operator

Operator	Nama	Tinggi Badan	Berat Badan	Usia	Lama Bekerja
1	Didin Rohidin	165 cm	50 kg	33 th	11 Tahun
2	Dadan Juanda	165 cm	63 kg	36 th	13 Tahun
3	Aep Kuswara	170 cm	65 kg	39 th	12 Tahun
4	Karmudin	170 cm	68 kg	41 th	12 Tahun
5	Wanto	170 cm	55 kg	36 th	12 Tahun
6	Aripin	164 cm	50 kg	46 th	16 Tahun
7	Deni H	165 cm	95 kg	34 th	13 Tahun
8	Hartanto	171 cm	56 kg	44 th	13 Tahun
9	Yanto	165 cm	65 kg	35 th	12 Tahun

Berdasarkan data demografi operator bahwa tinggi badan operator, usia operator dan lama bekerja akan mempengaruhi gerakan pada saat proses pengangkatan dan penyimpanan beban dari atas konveyor ke atas *pallet*.

Tabel 4.2 Data keluhan rasa sakit operator dalam 12 bulan terakhir

Bagian Tubuh	Apakah dalam 12 bulan terakhir Anda memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?								
	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	Operator 5	Operator 6	Operator 7	Operator 8	Operator 9
<b>Leher</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya	Ya	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Bahu</b>	Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	Ya, pada bahu kanan	Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	Ya, pada bahu kanan	Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	Ya, pada bahu kanan	Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	Ya, pada bahu kanan
<b>Punggung Atas</b>	Ya	Tidak Pernah	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak Pernah	Ya	Ya
<b>Siku</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Punggung Bawah</b>	Ya	Ya	Ya	Tidak Pernah	Ya	Ya	Tidak Pernah	Ya	Ya
<b>Pergelangan Tangan</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Bokong/Paha</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Lutut</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	Tidak Pernah	Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri
<b>Pergelangan Kaki</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah

Tabel 4.3 Data keluhan apakah operator terhalang dalam bekerja dalam 12 bulan terakhir

Bagian Tubuh	Selama 12 bulan terakhir, apakah Anda terhalang dalam menjalankan aktivitas normal karena masalah tersebut pada bagian tubuh ini?								
	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	Operator 5	Operator 6	Operator 7	Operator 8	Operator 9
<b>Leher</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Bahu</b>	Ya	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah
<b>Punggung Atas</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya
<b>Siku</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Punggung Bawah</b>	Ya	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Ya	Ya	Ya	Tidak Pernah	Ya
<b>Pergelangan Tangan</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Bokong/Paha</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Lutut</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Pergelangan Kaki</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah



Tabel 4.4 Data keluhan rasa sakit operator dalam 7 hari

Bagian Tubuh	Apakah dalam 7 hari terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?								
	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	Operator 5	Operator 6	Operator 7	Operator 8	Operator 9
<b>Leher</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Bahu</b>	Tidak Pernah	Ya, pada bahu kanan	Ya, pada bahu kanan	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya, pada bahu kanan	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya, pada bahu kanan
<b>Punggung Atas</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya	Ya
<b>Siku</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Punggung Bawah</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Ya	Ya	Ya
<b>Pergelangan Tangan</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Bokong/Paha</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Lutut</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Pergelangan Kaki</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah

Tabel 4.5 Data penilaian rasa sakit operator

Bagian Tubuh	Jika Anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, berikan penilaian rasa sakit/nyeri yang Anda pernah rasakan?								
	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	Operator 5	Operator 6	Operator 7	Operator 8	Operator 9
Leher	4	0	3	0	2	3	3	0	2
Bahu	6	6	8	7	9	7	5	6	6
Punggung Atas	0	0	7	6	6	8	6	7	7
Siku	0	0	0	0	2	2	0	0	0
Punggung Bawah	7	7	8	8	9	9	8	7	6
Pergelangan Tangan	4	3	2	1	1	5	3	2	2
Bokong/Paha	4	4	6	3	5	6	8	6	7
Lutut	0	0	6	5	2	6	0	0	6
Pergelangan Kaki	7	0	5	4	3	4	6	6	5

Skor penilaian rasa sakit diberikan dari 0 – 10, skor penilaian rasa sakit  $\leq 5$  untuk rasa sakit minimal dan  $\geq 5$  dikatakan sakit.

Tabel 4.6 Data penelitian rasa sakit dan menemui dokter

Bagian Tubuh	Apakah pada saat mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, anda menemui dokter/terapis?								
	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	Operator 5	Operator 6	Operator 7	Operator 8	Operator 9
<b>Leher</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Bahu</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Punggung Atas</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Siku</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Punggung Bawah</b>	Tidak Pernah	Ya	Ya	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Ya
<b>Pergelangan Tangan</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Bokong/Paha</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Lutut</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah
<b>Pergelangan Kaki</b>	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah	Tidak Pernah



#### 4.1.4 Data Biomekanika

Estimasi risiko kerja dengan menggunakan biomekanika data yang diperlukan data berat badan dan data perekaman posisi tubuh operator saat bekerja untuk menentukan pada segmen tubuh yang akan diukur jarak antara titik pusat masa badan dengan L5/S1, jarak antara pusat benda dengan L5/S1 dan bobot benda. Estimasi risiko kerja pada penelitian ini adalah pada pengangkatan dan pemindahan dus SPS 600 ml dari atas konveyor dan disusun ke atas *pallet*. Data posisi operator dan data biomekanika dari beban ke-1 sampai beban ke-60 ada pada Lampiran 2. Berikut adalah data cara mengangkat ditunjukkan pada Tabel 4.7, Gambar 4.3 dan data cara menyimpan Tabel 4.8, Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Operator 3 mengangkat beban 3 tumpukan 1

Tabel 4.7 Data biomekanika operator 3 mengangkat beban 3 tumpukan 1

Beban Ke -	O	T	BB (Kg)	B (m)	H (m)	BBeban (Kg)	G	D (°)	SIN	COS
3	3	1	65	0,25	0,35	15	10	73	0,96	0,29

Dengan :

O = Operator

T = Tumpukan

BB = Berat Badan (Kg)

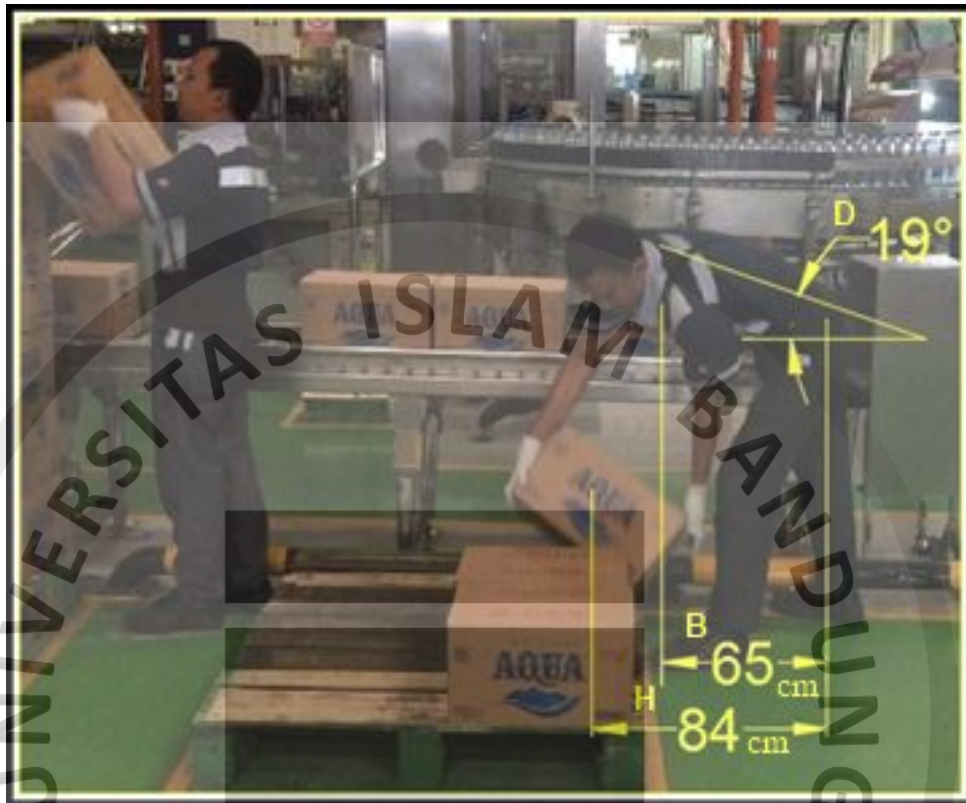
B = Jarak antara titik pusat masa badan terhadap L5/S1 (m)

H = Jarak antara pusat beban terhadap L5/S1 (m)

B<sub>beban</sub> = Bobot beban (Kg)

G = Gravitasi

D = Sudut



Gambar 4.4 Pemindahan beban 3 tumpukan 1 operator 3

Tabel 4.8 Data biomekanika operator 3 menyimpan beban 3 tumpukan 1

Beban Ke -	O	T	BB (Kg)	B (m)	H (m)	BBeban (Kg)	G	D (°)	SIN	COS
3	3	1	65	0,65	0,84	15	10	19	0,33	0,34

Dengan :

O = Operator

T = Tumpukan

BB = Berat Badan (Kg)

B = Jarak antara titik pusat masa badan terhadap L5/S1 (m)

H = Jarak antara pusat beban terhadap L5/S1 (m)

B<sub>beban</sub> = Bobot beban (Kg)

G = Gravitasi

D = Sudut

Rekapitulasi data biomekanika untuk pemindahan dus SPS oleh 6 operator dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Rekapitulasi data biomekanika untuk 6 operator

Beban Ke-	T	O	BB (Kg)	B (m)	H (m)	Bbeban (Kg)	G	Derajat°	SIN	COS
1	1	2	63	0,39	0,84	15	10	23	0,39	0,92
2	1	2	63	0,41	0,57	15	10	31	0,52	0,86
3	1	3	65	0,65	0,84	15	10	19	0,33	0,95
4	1	3	65	0,69	0,87	15	10	19	0,33	0,95
5	1	4	68	0,61	0,83	15	10	45	0,70	0,70
6	1	1	50	0,33	0,83	15	10	47	0,73	0,68
7	1	1	50	0,35	0,62	15	10	39	0,63	0,78
8	1	1	50	0,39	0,72	15	10	32	0,53	0,85
9	1	4	68	0,59	0,82	15	10	37	0,60	0,80
10	1	4	68	0,66	0,69	15	10	37	0,60	0,80
11	2	2	63	0,34	0,64	15	10	49	0,75	0,65
12	2	2	63	0,35	0,63	15	10	48	0,74	0,67
13	2	3	65	0,51	0,87	15	10	45	0,70	0,70
14	2	3	65	0,58	0,81	15	10	40	0,64	0,77
15	2	3	65	0,72	0,80	15	10	48	0,74	0,67
16	2	1	50	0,34	0,61	15	10	54	0,81	0,59
17	2	1	50	0,33	0,61	15	10	48	0,74	0,67
18	2	1	50	0,39	0,83	15	10	52	0,79	0,62
19	2	6	50	0,39	0,71	15	10	52	0,79	0,62
20	2	6	50	0,59	0,62	15	10	56	0,83	0,56
21	3	2	63	0,37	0,73	15	10	59	0,86	0,52
22	3	2	63	0,56	0,61	15	10	65	0,91	0,42
23	3	3	65	0,38	0,69	15	10	58	0,85	0,53
24	3	3	65	0,36	0,71	15	10	65	0,91	0,42
25	3	3	65	0,38	0,72	15	10	59	0,86	0,52
26	3	1	50	0,28	0,62	15	10	80	0,98	0,17
27	3	1	50	0,31	0,67	15	10	80	0,98	0,17
28	3	1	50	0,35	0,71	15	10	72	0,95	0,33
29	3	6	50	0,23	0,51	15	10	80	0,98	0,17
30	3	6	50	0,19	0,54	15	10	75	0,97	0,26
31	4	2	63	0,43	0,83	15	10	68	0,81	0,37
32	4	2	63	0,43	0,84	15	10	74	0,96	0,28
33	4	6	50	0,30	0,75	15	10	81	0,99	0,16
34	4	6	50	0,14	0,74	15	10	90	1	0
35	4	6	50	0,18	0,63	15	10	80	0,98	0,17
36	4	1	50	0,35	0,75	15	10	82	0,99	0,14
37	4	1	50	0,33	0,78	15	10	87	0,99	0,05
38	4	1	50	0,24	0,95	15	10	87	0,99	0,05
39	4	6	50	0,19	0,62	15	10	83	0,99	0,12
40	4	6	50	0,21	0,60	15	10	86	0,99	0,07
41	5	2	63	0,41	0,86	15	10	71	0,95	0,33
42	5	2	63	0,40	0,86	15	10	77	0,97	0,22
43	5	6	50	0,21	0,76	15	10	87	0,99	0,05
44	5	6	50	0,17	0,77	15	10	92	0,99	-0,03
45	5	5	55	0,34	0,69	15	10	81	0,99	0,16

Lanjutan Tabel 4.9 Rekapitulasi data biomekanika untuk 6 operator

Beban Ke-	T	O	BB (Kg)	B (m)	H (m)	Beban (Kg)	G	Derajat°	SIN	COS
46	5	1	50	0,24	0,80	15	10	88	0,99	0,03
47	5	1	50	0,24	0,83	15	10	90	1	0
48	5	6	50	0,22	0,68	15	10	97	0,16	-0,12
49	5	6	50	0,11	0,73	15	10	93	0,99	-0,05
50	5	6	50	0,18	0,71	15	10	95	0,99	-0,09
51	6	2	63	0,24	0,82	15	10	88	0,99	0,03
52	6	2	63	0,35	0,80	15	10	88	0,99	0,03
53	6	6	50	0,13	0,71	15	10	97	0,99	-0,12
54	6	6	50	0,14	0,70	15	10	93	0,99	-0,05
55	6	6	50	0,14	0,46	15	10	95	0,99	-0,09
56	6	1	50	0,24	0,63	15	10	94	0,99	-0,07
57	6	1	50	0,15	0,90	15	10	97	0,99	-0,12
58	6	1	50	0,15	0,67	15	10	94	0,99	-0,07
59	6	6	50	0,19	0,53	15	10	98	0,99	-0,14
60	6	6	50	0,16	0,53	15	10	102	0,98	-0,21

## 4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan untuk membahas hasil dari penyebaran kuesioner *nordic body map* yang disebarkan kepada operator pengangkatan dus SPS untuk mengetahui keluhan apa saja yang dirasakan oleh operator dan untuk mengetahui apakah pekerjaan yang dilakukan oleh operator pengangkatan dus berisiko atau tidak menggunakan metode biomekanika model statis punggung bawah di titik L5/S1.

### 4.2.1 Kuesioner *Nordic Body Map*

Kuesioner *nordic body map* disebarkan ke-9 operator pengangkatan dus SPS 600 ml untuk mengetahui keluhan apa saja yang dirasakan oleh operator. Hasil dari kuesioner *nordic body map* direkap dapat dilihat pada Tabel 4.10 - 4.12.

Tabel 4.10 Rekapitulasi data keluhan operator

Bagian Tubuh	Jumlah Operator Yang Mengalami Masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) Dalam 12 Bulan Terakhir					Jumlah Operator Yang Mengalami Masalah Selama 12 Bulan Terakhir Menjadi Penghalang Dalam Beraktivitas		Jumlah Operator Yang Mengalami Masalah Selama 7 Hari Terakhir				
	Tidak Pernah	Ya	Ya Pada Bagian Kanan	Ya Pada Bagian Kiri	Ya Pada Bagian Kanan dan Kiri	Tidak Pernah	Ya	Tidak Pernah	Ya	Ya Pada Bagian Kanan	Ya Pada Bagian Kiri	Ya Pada Bagian Kanan dan Kiri
Leher	6	3				9		9				
Bahu	1		4		4	4	5	6		3		
Punggung Atas	4	5				8	1	5	4			
Siku	9					8	1	9				
Punggung Bawah	1	8				6	3	4	5			
Pergelangan Tangan	9					9		9				
Bokong/Paha	8				1	8	1	8				1
Lutut	5				4	9		9				
Pergelangan Kaki	9					9		9				



Tabel 4.11 Rekapitulasi data penilaian tingkat rasa sakit operator 1 - 5

Bagian Tubuh	Operator 1		Operator 2		Operator 3		Operator 4		Operator 5	
	Penilaian rasa sakit skala (0-10)	Apakah sudah menemui dokter/terapis?	Penilaian rasa sakit skala (0-10)	Apakah sudah menemui dokter/terapis?	Penilaian rasa sakit skala (0-10)	Apakah sudah menemui dokter/terapis?	Penilaian rasa sakit skala (0-10)	Apakah sudah menemui dokter/terapis?	Penilaian rasa sakit skala (0-10)	Apakah sudah menemui dokter/terapis?
Leher	4	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	3	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	2	Tidak Pernah
Bahu	6	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	8	Tidak Pernah	7	Tidak Pernah	9	Tidak Pernah
Punggung Atas	0	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	7	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah
Siku	0	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	2	Tidak Pernah
Punggung Bawah	7	Tidak Pernah	7	Ya	8	Ya	8	Tidak Pernah	9	Ya
Pergelangan Tangan	4	Tidak Pernah	3	Tidak Pernah	2	Tidak Pernah	1	Tidak Pernah	1	Tidak Pernah
Bokong/Paha	4	Tidak Pernah	4	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	3	Tidak Pernah	5	Tidak Pernah
Lutut	0	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	5	Tidak Pernah	2	Tidak Pernah
Pergelangan Kaki	7	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	5	Tidak Pernah	4	Tidak Pernah	3	Tidak Pernah

Tabel 4.12 Rekapitulasi data penilaian tingkat rasa sakit operator 6 – 9

Bagian Tubuh	Operator 6		Operator 7		Operator 8		Operator 9		Rata-Rata Penilaian Rasa Sakit Skala (1-10)
	Penilaian rasa sakit skala (0-10)	Apakah sudah menemui dokter/terapis?	Penilaian rasa sakit skala (0-10)	Apakah sudah menemui dokter/terapis?	Penilaian rasa sakit skala (0-10)	Apakah sudah menemui dokter/terapis?	Penilaian rasa sakit skala (0-10)	Apakah sudah menemui dokter/terapis?	
Leher	3	Tidak Pernah	3	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	2	Tidak Pernah	2
Bahu	7	Tidak Pernah	5	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	7
Punggung Atas	8	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	7	Tidak Pernah	7	Tidak Pernah	5
Siku	2	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	0
Punggung Bawah	9	Tidak Pernah	8	Ya	7	Tidak Pernah	6	Ya	8
Pergelangan Tangan	5	Tidak Pernah	3	Tidak Pernah	2	Tidak Pernah	2	Tidak Pernah	3
Bokong/Paha	6	Tidak Pernah	8	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	7	Tidak Pernah	5
Lutut	6	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	0	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	3
Pergelangan Kaki	4	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	6	Tidak Pernah	5	Tidak Pernah	4



Hasil rekapan dari Tabel 4.10 diketahui bahwa pada 12 bulan terakhir operator merasakan adanya keluhan pada leher, bahu, punggung atas, punggung bawah, bokong atau paha pada bagian kanan atau kiri dan lutut pada bagian kanan atau kiri. Selama 12 bulan terakhir ada beberapa keluhan yang menjadi hambatan operator dalam melakukan pekerjaannya pada bagian bahu, punggung atas, siku, punggung bawah dan bokong atau paha. Keluhan ini pun dirasakan oleh beberapa operator dalam 7 hari terakhir pada bagian bahu sebelah kanan, punggung atas, punggung bawah dan bokong atau paha pada bagian kiri dan kanan. Penilaian tingkat rasa sakit dibagi menjadi (2) kriteria yaitu rendah ( $\leq 5$ ) dan sakit hingga sangat sakit ( $\geq 5$ ) (Widanarko, Kusmasari, Yassierli dan Iridiastadi, 2016). Dari hasil identifikasi rasa sakit operator pada Tabel 4.11 pada bagian tubuh bahu, punggung atas, punggung bawah dan bokong atau paha termasuk pada kriteria sakit karena memiliki rata-rata 7, 5, 8 dan 5 atau  $\geq 5$ . Leher, siku, pergelangan tangan, lutut dan pergelangan kaki termasuk dalam kategori rendah karena memiliki rata-rata  $\leq 5$ . Hasil identifikasi penanggulangan rasa sakit ada 5 operator yang menemui dokter terapis yaitu operator 2, operator 3, operator 5, operator 7 dan operator 9.

#### 4.2.2 Penilaian Risiko Kerja

Penilaian risiko kerja menggunakan metode biomekanika pada persamaan (II.4) sampai persamaan (II.7) perhitungan penilaian risiko kerja menggunakan metode statis model punggung bawah pada ruas L5/S1 pada operator pemindahan dus SPS 600 ml. Hasil perhitungan biomekanika model statis L5/S1 tumpukan ke-1 sampai tumpukan ke-6 beban ke-1 sampai beban ke-60 terdapat pada Lampiran 2. Contoh perhitungan risiko kerja pengambilan beban ke-3 pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.5 Pengangkatan beban 3 tumpukan 1 operator 3

Berikut ini adalah data untuk perhitungan biomekanika model punggung bawah pada titik L5/S1 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Data perhitungan biomekanika beban 3 tumpukan 1

Beban Ke-	O	T	BB (Kg)	B (m)	H (m)	Bbeban (Kg)	G	Derajat°	SIN	COS
Beban 3	3	1	65	0,25	0,35	15	10	73	0,96	0,29

Pengukuran risiko kerja dengan metode Biomekanika dilakukan melalui 3 tahap. Tahap ke-1 adalah pernghitungan momen eksternal, tahap ke-2 adalah perhitungan momen internal dan tahap ke-3 perhitungan gaya tekan dan gaya geser menggunakan Persamaan II.4 – Persamaan II.7 dan data pada Tabel 4.13. Momen eksternal dihitung akibat adanya beban di tangan yang harus diangkat dan massa tubuh bagian atas pekerja yang harus ditahan, berikut adalah perhitungan untuk mencari momen eksternal pada operator 3 mengangkat beban 3 tumpukan ke-1.

$$\begin{aligned} \sum M_{L5/S1} &= 0 = M_{L5/S1} + \bar{M}_{L5/S1} \\ M_{L5/S1} &= -\bar{M}_{L5/S1} \\ M_{L5/S1} &= M_{tubuh} + M_{beban} \\ M_{L5/S1} &= ((BB \times g \times B) + (B_{beban} \times g \times H)) \\ M_{L5/S1} &= (-65 \times 10 \times 0,25m) + (-15 \times 10 \times 0,35m) \\ M_{L5/S1} &= -215 Nm \text{ (atau } 215 Nm \text{ searah jarum jam)} \\ M_{L5/S1} &= -\bar{M}_{L5/S1} \\ \bar{M}_{L5/S1} &= 215 Nm \end{aligned}$$

Momen internal yang terjadi sebagai respons adanya momen eksternal disebabkan adanya kerja otot punggung. Diasumsikan, jarak antara otot punggung dan tulang belakang sekitar 3 cm (Iridiastadi dan Yassierli, 2017).

$$\begin{aligned} \bar{M}_{L5/S1} &= M_{L5/S1} \\ \bar{M}_{L5/S1} &= F_{otot} \times d \\ 215 Nm &= F_{otot} \times d = F_{otot} \times 0,03m \\ F_{otot} &= \frac{215}{0,03} = 7.166,67 N \text{ (ke atas)} \end{aligned}$$

Kerja otot tersebut mengakibatkan adanya gaya tekan ( $F_{compression}$ ) dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) pada ruas L5/S1. Kedua gaya tersebut dapat dihitung mengacu pada Gambar 4.5, dengan dua Persamaan (II.6 dan II.7) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{compression} &= F_{tubuh} \sin\theta + F_{beban} \sin\theta + F_{otot} \\ F_{compression} &= (m_{tubuh} \times g) \sin 73^\circ + (m_{beban} \times g) \sin 73^\circ + 7.166,67 N \end{aligned}$$

$$F_{compression} = (65 \times 10) \sin 23^{\circ} + (15 \times 10) \sin 23^{\circ} + 7.166,67 \text{ N}$$

$$F_{compression} = 7.934,67 \text{ N}$$

$$F_{shear} = F_{tubuh} \cos \theta + F_{beban} \cos \theta$$

$$F_{shear} = (m_{tubuh} \times g) \cos 73^{\circ} + (m_{beban} \times g) \cos 73^{\circ}$$

$$F_{shear} = (65 \times 10) \cos 73^{\circ} + (15 \times 10) \cos 73^{\circ}$$

$$F_{shear} = 232 \text{ N}$$

Berdasarkan hasil perhitungan gaya tekan ( $F_{compression}$ ) pada ruas L5/S1 diperoleh nilai 7.934,67 N sedangkan gaya geser ( $F_{shear}$ ) pada ruas L5/S1 diperoleh nilai 232 N. Pekerjaan pengangkatan dan pemindahan dianggap aman jika gaya tekan ( $F_{compression}$ ) < 3.400 N dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) < 500 N. Pekerjaan yang dilakukan oleh operator 3 pada beban 3 tumpukan ke-1 dapat dikatakan berisiko karena gaya tekan ( $F_{compression}$ ) melebihi 3.400 N dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) melebihi 500 N (Iridiastadi dan Yassierli, 2017).



Gambar 4.6 Operator 3 memindahkan beban 3 tumpukan 1

Berikut ini adalah data untuk perhitungan biomekanika model punggung bawah pada titik L5/S1 dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Data perhitungan biomekanika beban 3 tumpukan 1

Beban Ke-	O	T	BB (Kg)	B (m)	H (m)	Bbeban (Kg)	G	Derajat <sup>o</sup>	SIN	COS
3	3	1	65	0.65	0.84	15	10	19	0.33	0.34

Pengukuran risiko kerja dengan metode Biomekanika dilakukan melalui 3 tahap. Tahap ke-1 adalah perhitungan momen eksternal, tahap ke-2 adalah perhitungan momen internal dan tahap ke-3 perhitungan gaya tekan dan gaya geser menggunakan Persamaan II.4 – Persamaan II.7. Momen eksternal dihitung akibat adanya beban di tangan yang harus diangkat dan massa tubuh bagian atas pekerja

yang harus ditahan, berikut adalah perhitungan untuk mencari momen eksternal pada operator 3 memindahkan beban 3 tumpukan ke-1.

$$\begin{aligned}\sum M_{L5/S1} &= 0 = M_{L5/S1} + \bar{M}_{L5/S1} \\ M_{L5/S1} &= -\bar{M}_{L5/S1} \\ M_{L5/S1} &= M_{tubuh} + M_{beban} \\ M_{L5/S1} &= ((BB \times g \times B) + (B_{beban} \times g \times H)) \\ M_{L5/S1} &= (-65N \times 10 \times 0,65m) + (-15 \times 10 \times 0,84m) \\ M_{L5/S1} &= -548,50 Nm \text{ (atau } 548,50 Nm \text{ searah jarum jam)} \\ M_{L5/S1} &= -\bar{M}_{L5/S1} \\ \bar{M}_{L5/S1} &= 548,50 Nm\end{aligned}$$

Momen internal yang terjadi sebagai respons adanya momen eksternal disebabkan adanya kerja otot punggung. Diasumsikan, jarak antara otot punggung dan tulang belakang sekitar 3cm (Iridiastadi dan Yassierli, 2017).

$$\begin{aligned}\bar{M}_{L5/S1} &= M_{L5/S1} \\ \bar{M}_{L5/S1} &= F_{otot} \times d \\ 548,50 Nm &= F_{otot} \times d = F_{otot} \times 0,03m \\ F_{otot} &= \frac{548,50}{0,03} = 18.283,33 N \text{ (ke atas)}\end{aligned}$$

Kerja otot tersebut mengakibatkan adanya gaya tekan ( $F_{compression}$ ) dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) pada ruas L5/S1. Kedua gaya tersebut dapat dihitung mengacu pada Gambar 4.6, dengan dua Persamaan (II.6 dan II.7) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}F_{compression} &= F_{tubuh} \sin \theta + F_{beban} \sin \theta + F_{otot} \\ F_{compression} &= (m_{tubuh} \times g) \sin 19^\circ + (m_{beban} \times g) \sin 19^\circ + 18.283,33 N \\ F_{compression} &= (65 \times 10) \sin 19^\circ + (15 \times 10) \sin 19^\circ + 18.283,33 N \\ F_{compression} &= 18.547,33 N \\ F_{shear} &= F_{tubuh} \cos \theta + F_{beban} \cos \theta \\ F_{shear} &= (m_{tubuh} \times g) \cos 19^\circ + (m_{beban} \times g) \cos 19^\circ \\ F_{shear} &= (65 \times 10) \cos 19^\circ + (15 \times 10) \cos 19^\circ \\ F_{shear} &= 760 N\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan gaya tekan ( $F_{compression}$ ) pada ruas L5/S1 diperoleh nilai 18.547,33 N sedangkan gaya geser ( $F_{shear}$ ) pada ruas L5/S1 diperoleh nilai 760 N. Pekerjaan pengangkatan dan pemindahan dianggap aman jika gaya tekan ( $F_{compression}$ ) < 3.400 N dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) < 500 N. Pekerjaan yang dilakukan oleh operator 3 pada beban 3 tumpukan ke-1 dapat dikatakan

berisiko karena gaya tekan ( $F_{compression}$ ) melebihi 3.400 N dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) melebihi 500 N (Iridiastadi, H, Yassierli, 2017).

Rekapitulasi perhitungan biomekanika model statis punggung bawah pada titik L5/S1 pengangkatan pada Tabel 4.15 dan pemindahan pada Tabel 4.16. Pada perhitungan pengangkatan beban 1 - 60 diasumsikan sama karena posisi pengangkatan beban posisi pengangkatan sama. Sedangkan untuk perhitungan risiko kerja berdasarkan posisi kerja berubah-ubah sesuai posisi beban dan tumpukan.

Tabel 4.15 Rekapitulasi perhitungan biomekanika pengangkatan

BEBAN Ke -	T	O	Fotot (N)	Fc (N)	Fs (N)	Keterangan
3	1	3	7.166,67	7.934,67	232	Berisiko

Perhitungan biomekanika pada saat operator melakukan pengangkatan dianggap sama dan telah mewakili seluruh proses kegiatan pengangkatan karena pada saat melakukan pengangkatan posisi tubuh operator cenderung sama.

Tabel 4.16 Rekapitulasi perhitungan biomekanika pemindahan

BEBAN Ke -	T	O	Fotot (N)	Fc (N)	Fs (N)	Keterangan
1	1	2	12.390	12.694,2	717,6	Berisiko
2	1	2	11.460	11.865,6	670,8	Berisiko
3	1	3	18.283,3	18.547,3	760	Berisiko
4	1	3	19.300	19.564	760	Berisiko
5	1	4	17.976,7	18.557,7	581	Berisiko
6	1	1	9650	10.124,5	442	Berisiko
7	1	1	8933,33	9.342,83	507	Berisiko
8	1	1	10.100	10.444,5	552,5	Berisiko
9	1	4	17.473,3	17.971,3	664	Berisiko
10	1	4	18.410	18.908	664	Berisiko
11	2	2	10.340	10.925	507	Berisiko
12	2	2	10.500	11.077,2	522,6	Berisiko
13	2	3	15.400	15.960	560	Berisiko
14	2	3	16.616,7	17.128,7	616	Berisiko
15	2	3	19.600	20.192	536	Berisiko
16	2	1	8.716,67	9.243,17	383,5	Berisiko
17	2	1	8.550	9.031	435,5	Berisiko
18	2	1	10.650	11.163,5	403	Berisiko
19	2	6	10.050	10.563,5	403	Berisiko
20	2	6	12.933,3	13.472,8	364	Berisiko
21	3	2	11.420	12.090,8	405,6	Berisiko
22	3	2	14.810	15.519,8	327,6	Berisiko
23	3	3	11.683,3	12.363,3	424	Berisiko
24	3	3	11.350	12.078	336	Berisiko
25	3	3	11.833,3	12.521,3	416	Berisiko
26	3	1	77.66,67	8.403,67	110,5	Berisiko
27	3	1	8.516,67	9.153,67	110,5	Berisiko



Lanjutan Tabel 4.16 Rekapitulasi perhitungan biomekanika pemindahan

<b>BEBAN Ke -</b>	<b>T</b>	<b>O</b>	<b>Fotot (N)</b>	<b>Fc (N)</b>	<b>Fs (N)</b>	<b>Keterangan</b>
28	3	1	9.383,33	10.000,8	214,5	Berisiko
29	3	6	6.383,33	7.020,33	110,5	Berisiko
30	3	6	5.866,67	6.497,17	169	Berisiko
31	4	2	12.916,4	13.535,6	282,83	Berisiko
32	4	2	12.965,4	13.699,2	214,03	Berisiko
33	4	6	8.575	9.205,63	101,92	Berisiko
34	4	6	5.912,67	6.549,67	0	Berisiko
35	4	6	6.027	6.651,26	108,29	Berisiko
36	4	1	9.391,67	10.022,3	89,18	Berisiko
37	4	1	9.212	9.842,63	31,85	Berisiko
38	4	1	8.575	9.205,63	31,85	Berisiko
39	4	6	6.141,33	6.771,96	76,44	Berisiko
40	4	6	6.370	7.000,63	44,59	Berisiko
41	5	2	12.910	13.651	257,4	Berisiko
42	5	2	12.700	13.456,6	171,6	Berisiko
43	5	6	7.300	7.943,5	32,5	Berisiko
44	5	6	6.683,33	7.326,83	0	Berisiko
45	5	5	9.683,33	10.376,3	112	Berisiko
46	5	1	8.000	8.643,5	19,5	Berisiko
47	5	1	8.150	8.800	0	Berisiko
48	5	6	7.066,67	7.170,67	0	Berisiko
49	5	6	5.483,33	6.126,83	0	Berisiko
50	5	6	6.550	7.193,5	0	Berisiko
51	6	2	6.120	6.892,20	23,40	Berisiko
52	6	2	5.983,33	6.755,53	23,40	Berisiko
53	6	6	5.173,33	5.816,83	0	Berisiko
54	6	6	5.120	5.763,50	0	Berisiko
55	6	6	3.920	4.563,50	0	Berisiko
56	6	1	7.150	7.793,50	0	Berisiko
57	6	1	7.000	7.643,50	0	Berisiko
58	6	1	5.850	6.493,50	0	Berisiko
59	6	6	5.816,67	6.460,17	0	Berisiko
60	6	6	5.316,67	5.953,67	0	Berisiko