

PERANCANGAN ALAT ANGKAT KEMASAN SUSU BUBUK MEMPERHATIKAN ASPEK ERGONOMI DAN ANTRHOPOMETRI

Agus Priyanto¹, Masrul Indrayana², Ilmardani Rince Ramli³

^{1,2,3}Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Widya Mataram, Yogyakarta, Indonesia
e-mail: ¹agoessgm1@gmail.com, ²masrul_indrayana@yahoo.com

Diterima: 18 September 2019. Disetujui : 12 Nopember 2019. Dipublikasikan : 30 Desember 2019



©2019 –TESJ Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif. Ini adalah artikel dengan akses terbuka di bawah lisensi CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

ABSTRAK

PT. Sarihusada Generasi Mahardhika (PT. SGM) memiliki aktivitas pemindahan material manual (*Material Manual Handling*) oleh operator produksi pada pengujian hasil perekatan kemasan susu bubuk 25 kg. Aktivitas ini menguji hasil perekatan dengan cara mengangkat kemasan zak dari area perekatan dibawa ke tempat pengujian dengan cara diangkat langsung oleh operator. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu angkat untuk meningkatkan produktivitas kerja operator. Rancangan alat bantu dibangun berdasarkan analisis beban mental, gerakan kerja dan keluhan kesakitan operator. Pengukuran beban mental dilakukan dengan menggunakan metode NASA-TLX. Penilaian postur dan pergerakan kerja menggunakan metode REBA. Sedangkan untuk penilaian kelelahan fisik/*musculoskeletal disease* (MSDs) menggunakan kuesioner NBM (*Nordic Body Map*). Penerapan alat bantu angkat yang telah dirancang ternyata dapat membantu operator dan menaikkan produktivitas kerja sebesar 23%.

Kata kunci: aktivitas pengujian hasil rekatan, *nasa-tlx*, *nbm*, alat bantu angkat *manual material handling*, *reba*

PENDAHULUAN

PT. Sarihusada Generasi Mahardhika (SGM) Yogyakarta berdiri tahun 1954. SGM merupakan perusahaan yang memproduksi produk bernutrisi untuk bayi dan anak-anak Indonesia. Produknya berupa aneka susu formula untuk bayi dan makanan bernutrisi dengan standar mutu internasional. Kepedulian SGM terhadap K3 tercermin dalam kebijakan K3LH (Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup) dengan target kecelakaan nol atau nihil (*zero accident*). SGM percaya bahwa keselamatan dan kesehatan kerja merupakan hak dasar bagi setiap orang, dimana kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja dapat dihindarkan.

SGM memiliki program bernama WISE (*Work in Safe Environment*), dimana program tersebut merupakan sebuah program berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan kerja secara menyeluruh, baik di operasional (pabrik) maupun komersial (penjualan dan distribusi). Program WISE dan K3 menjadikan dasar setiap keputusan manajemen termasuk diantaranya pada aktivitas operasi *Manual Material Handling*. Aktivitas *Manual Material Handling* yang dilakukan di departemen produksi pada mesin pengisian susu bubuk kemasan 25 kg, berpotensi membahayakan operator di setiap periode kerja. Aktivitas ini berupa pengecekan sampling hasil perekatan

dengan cara memindahkan kemasan dari area perekatan ke tempat pengujian rekatan dengan cara diangkat langsung oleh operator. Aktivitas ini rutin dilakukan setiap awal shift produksi dengan rata-rata pengambilan sampel 10 zak kemasan 25 kg. Mesin akan lanjut berproduksi jika hasil uji dinyatakan memenuhi standar kualitas.

Aktivitas memindahkan kemasan dari area perekatan ke tempat pengujian secara manual berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, diperlukan alat bantu untuk mengangkat kemasan susu bubuk sehingga menghindari kecelakaan kerja.

Alat bantu kerja sudah seharusnya memperhatikan aspek pengguna alat tersebut. Alat bantu kerja harus dirancang sesuai dengan kebutuhan penggunaanya (*fit the task to the man*). Perancangan alat bantu kerja dapat dilakukan dengan terlebih dahulu menerapkan kajian ergonomi dan antropometri. Ergonomi merupakan cabang ilmu yang mempelajari sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia (Sutalaksana, 2006). Penerapan ergonomi umumnya merupakan aktivitas rancang bangun ataupun rancang ulang (Nurmianto, 2003). Sedangkan antropometri merupakan satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan

masalah desain (Restantin, Ushada, & Ainuri, 2012).

Anthropometri berperan penting dalam bidang perancangan industri, perancangan pakaian, perancangan alat bantu, ergonomi, dan arsitektur. Berdasarkan hal tersebut dalam penelitian ini membahas model alat angkat kemasan susu bubuk 25 kg PT Sarihusada Generasi Mahardhika dengan memperhatikan aspek ergonomi dan anthropometri, serta peningkatan produktivitas kerja setelah penerapan alat bantu angkat bagi operator kemasan susu bubuk 25 kg PT Sarihusada Generasi Mahardhika.

METODE PENELITIAN

Analisis permasalahan dalam penelitian ini dimulai dari pengukuran beban kerja operator dengan menggunakan *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) worksheet*. Metode NASA-TLX merupakan prosedur rating multi dimensional yang membagi *workload* atas dasar rata-rata pembebanan enam dimensi, yaitu *Mental Demand, Physical Demand, Temporal Demand, Effort, Own Performance, dan Frustration* (Hart & Staveland, 1988). NASA-TLX dibagi menjadi dua tahap, yaitu perbandingan tiap skala (*Paired Comparison*) dan pemberian nilai terhadap pekerjaan (*Event Scoring*).

Selanjutnya dilakukan penilaian tingkat resiko dari sebuah sikap kerja menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*. REBA membagi bagian tubuh menjadi 6 bagian yaitu: *trunk, neck, legs, upper arms, dan lower arms* (Hignett & McAtamney, 2000).

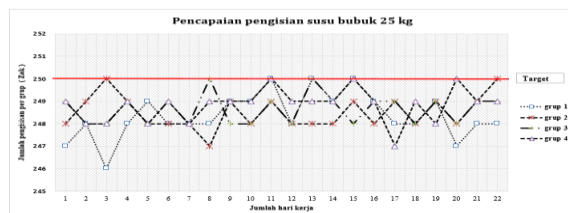
Untuk mengetahui kelelahan fisik/*musculoskeletal disease (MSDs)* operator pengisian susu kemasan 25 kg dilakukan dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map (NBM)*. Kuisisioner NBM merupakan kuisisioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan atau kesakitan pada bagian tubuh. Instrumen NBM yang terdiri dari 27 items pertanyaan sudah biasa digunakan terutama untuk penelitian ergonomi (Soewarno, 2005).

Setelah seluruh informasi NASA-TLX, REBA dan MSDs diperoleh, selanjutnya dilakukan perancangan alat bantu kerja dengan memperhatikan aspek ergonomi dan dimensi ukuran anthropometri operator. Alat bantu kerja yang dirancang kemudian diujicobakan kepada operator. Produktivitas kerja operator sebelum dan sesudah penggunaan alat kemudian dibandingkan dan diuji menggunakan uji hipotesa dengan derajat keyakinan 95%.

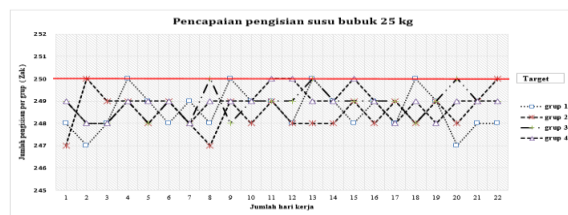
HASIL DAN PEMBAHASAN

SGM mempunyai unit mesin produksi diantaranya mesin pengemas susu bubuk dalam kemasan zak 25 Kg. Mesin ini berfungsi untuk mengisi susu bubuk hasil dari proses pengeringan susu cair kedalam zak kapasitas 25 kg. Selanjutnya susu bubuk kemasan zak 25 kg akan dikirim ke pabrik SGM Prambanan untuk diisikan kedalam *sachet* atau kaleng. Setiap harinya mesin pengisian ini bisa mengemas susu bubuk rata rata sebanyak 22,5 Ton/hari yang terbagi dalam 250 zak tiap shiftnya.

Untuk melihat ketercapaian hasil produksi dilakukan pengamatan awal terhadap 4 grup pekerja yang ada di SGM. Grup 1 memproduksi rata-rata 160 *zak*/hari. Grup 2 memproduksi rata-rata 146 *zak*/hari, grup 3 dan 4 memproduksi rata-rata 177 *zak*/hari dan 160 *zak*/hari. Data produksi untuk setiap group pada bulan Mei dan Juni 2018 dapat disajikan seperti Gambar 1 dan Gambar 2. Grafik pencapaian jumlah kemasan zak susu 25 kg ini menginformasikan kemampuan operator produksi dalam menjalankan mesin pengisian susu dengan tambahan aktivitas pengecekan hasil perekatan dari mesin *sealer*.



Gambar 1. Pemenuhan target produksi bulan Mei



Gambar 2. Pemenuhan target produksi bulan Juni

Data NASA-TLX diperoleh dengan menyebarkan kuisisioner kepada operator. Pengertian istilah-istilah dalam NASA-TLX *worksheet* yaitu:

1. *Mental Demand*. Berkaitan dengan seberapa banyak aktivitas mental dan persepsi yang diperlukan? Apakah tugas itu mudah atau menuntut keahlian khusus?
2. *Physical Demand*. Berkaitan dengan seberapa banyak aktivitas fisik yang diperlukan? Apakah tugas itu mudah atau menuntut keahlian khusus?
3. *Temporal Demand*. Berkaitan dengan seberapa banyak alokasi waktu yang anda gunakan untuk melaksanakan tugas atau elemen tugas tersebut? Apakah prosesnya lambat atau cepat?

4. *Effort*. Berkaitan dengan seberapa keras anda harus bekerja (mental dan fisik) untuk mencapai tingkat kinerja anda?
 5. *Own Performance*. Berkaitan dengan seberapa sukses anda dalam melakukan tugas?
 6. *Frustration*: Seberapa tertekan dan jengkel dibandingkan dengan santai dan puas diri selama anda mengerjakan tugas?
- Hasil perbandingan dimensi beban kerja

operator berdasarkan kuisioner NASA-TLX *Worksheet* ditunjukkan pada Tabel 1. Jumlah *tally* ini kemudian menjadi bobot untuk tiap indikator beban kerja mengacu pada persamaan skor akhir beban operator. Bobot akhir pada NASA-TLX diperoleh dengan mengalikan bobot dengan rating setiap dimensi, kemudian dibagi dengan 15. Bobot akhir beban operator disajikan pada Tabel 2. Perhitungan beban kerja operator menggunakan

Tabel 1. Hasil perbandingan dimensi beban kerja NASA-TLX

NASA-TLX Scoring Worksheet
Paired-Choice (Weighting Scores)

User #	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		Resulting Weights							
	Mental Demand	Physical Demand	Temporal Demand	Performance	Effort	Frustration	Mental Demand	Physical Demand	Temporal Demand	Performance	Effort	Frustration	Mental Demand	Physical Demand	Temporal Demand	Performance	Effort	Frustration	Mental Demand	Physical Demand	Temporal Demand	Performance	Effort	Frustration	Mental Demand	Physical Demand	Temporal Demand	Performance	Effort	Frustration	Mental	Physical	Temporal	Performance	Effort	Frustration		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 2. Bobot akhir beban operator

Faktor	Grup 1		Grup 2		Grup 3		Grup 4	
	Oprt 1	Oprt 2	Oprt 1	Oprt 2	Oprt 1	Oprt 2	Oprt 1	Oprt 2
<i>Mental demand</i>	45	50	35	45	40	30	40	55
<i>Physical Demand</i>	55	55	60	55	55	60	55	55
<i>Temporal Demand</i>	35	50	45	60	65	35	65	45
<i>Performance</i>	45	40	55	65	45	55	45	60
<i>Effort</i>	40	45	60	70	55	60	55	55
<i>Frustration</i>	30	55	60	65	70	55	40	50

Tabel 3. Perhitungan beban kerja operator NASA-TLX

Faktor	Grup 1		Grup 2		Grup 3		Grup 4		Total	Score
	Oprt 1	Oprt 2	Oprt 1	Oprt 2	Oprt 1	Oprt 2	Oprt 1	Oprt 2		
<i>Mental demand</i>	90	150	140	45	40	120	80	220	885	59,00
<i>Physical Demand</i>	165	165	60	220	55	180	165	55	1065	71,00
<i>Temporal Demand</i>	120	100	45	180	65	105	195	135	945	63,00
<i>Performance</i>	0	80	220	130	180	110	45	180	945	63,00
<i>Effort</i>	180	180	60	70	165	60	165	110	990	66,00
<i>Frustration</i>	210	55	240	260	350	110	120	100	1445	96,33
Total	765	730	765	905	855	685	770	800	6275	
Skor akhir	51,00	48,67	51,00	60,33	57,00	45,67	51,33	53,33		
Rerata										52,29



Gambar 3. Gerakan aktivitas kerja operator

NASA-TLX Worksheet dapat disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 dimensi beban kerja mental yang dirasakan oleh keempat grup tersebut menginformasikan beban kerja operator paling banyak disebabkan oleh *frustration* dengan skor 96,33 dan *physical demand* dengan skor 71,00. Beban kerja mental yang dirasakan oleh operator salah satunya disebabkan oleh adanya aktivitas fisik yang melebihi kemampuan operator (*physical demand*). Kelelahan aktivitas fisik tersebut pada akhirnya berujung pada frustrasi pada diri operator. Selanjutnya penilaian aktivitas kerja

operator dilakukan menggunakan rekaman video. Pengecekan dilakukan awal shift sesuai prosedur dan saat terjadi kerusakan mesin *sealing* dan pengecekan hasil perekatan ulang setelah perbaikan. Untuk mempermudah dalam menganalisis maka rekaman video tersebut dihentikan sejenak sesuai kebutuhan, yaitu pada saat pekerja mengangkat kemasan zak dari *conveyor* dan membawa kemasan zak ke lokasi pengetesan hasil perekatan. Secara sederhana gerakan operator dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil penilaian REBA *assesment worksheet*

REBA Employee Assessment Worksheet

Permission granted by Dr Lynn McAnastomy to convert the paper based format to an Excel spreadsheet version.

A: Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position

Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Step 5: Add Force/Load Score
If Load < 5kg: +0
If Load is 5 to 10kg: +1
If Load > 22lbs: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Step 6: Score A, Find Row in Table C
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find row in Table C.

Scoring:
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 & implement change
11+ = very high risk, implement change

B: Arms and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:

Step 7a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If Upper Arm is abducted: +1
If arm is supported or leaning: -1

Step 8: Locate Lower Arm Position:

Step 9: Locate Wrist Position:

Step 9a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Step 11: Add Coupling Score
Well fitted handles and mid range power grip, good: +0
Acceptable but not ideal hold or coupling acceptable with another body part, fair: +1
Hand hold not acceptable but possible, poor: -2
No handles, awkward, unsafe with any body part, unacceptable: -3

Step 12: Score B, Find column in Table C
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find Column in Table C and match with Score A row from step 6 to obtain Table C score.

Step 13: Activity Score
+1 or more body parts are held longer than a minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
+1 Action causes rapid large range change in postures or unstable base

Task Name Mengangkat kemasan zak dari konveyor Reviewer Agus Priyanto (opt grup 1) Date: 1 Okt 2018

This tool is provided without warranty. The author has automated the paper version of this tool for applying the concepts provided in REBA.

Gambar 4. Hasil penilaian REBA *assesment worksheet* operator

Tabel 4. Hasil penilaian REBA operator 1 grup 1

Aktivitas	REBA Assesment Worksheet operator 1 grup 1											Skor REBA		
	Nilai A					Nilai B					Nilai C			
	Leher	Badan	Kaki	Nilai pembebanan	Postur skor	Nilai A	Lengan atas	Lengan bawah	Genggaman	Postur skor			Nilai B	
Mengangkat kemasan zak dari konveyor	2	3	1	3	4	7	3	2	1	1	6	3	9	12
Membawa zak ke lokasi pengecekan hasil perekatan	1	2	2	3	4	6	1	2	2	2	6	3	8	11
Pengecekan hasil perekatan	2	4	2	3	4	9	1	1	1	1	3	3	9	12
Rata - rata skor REBA													11	

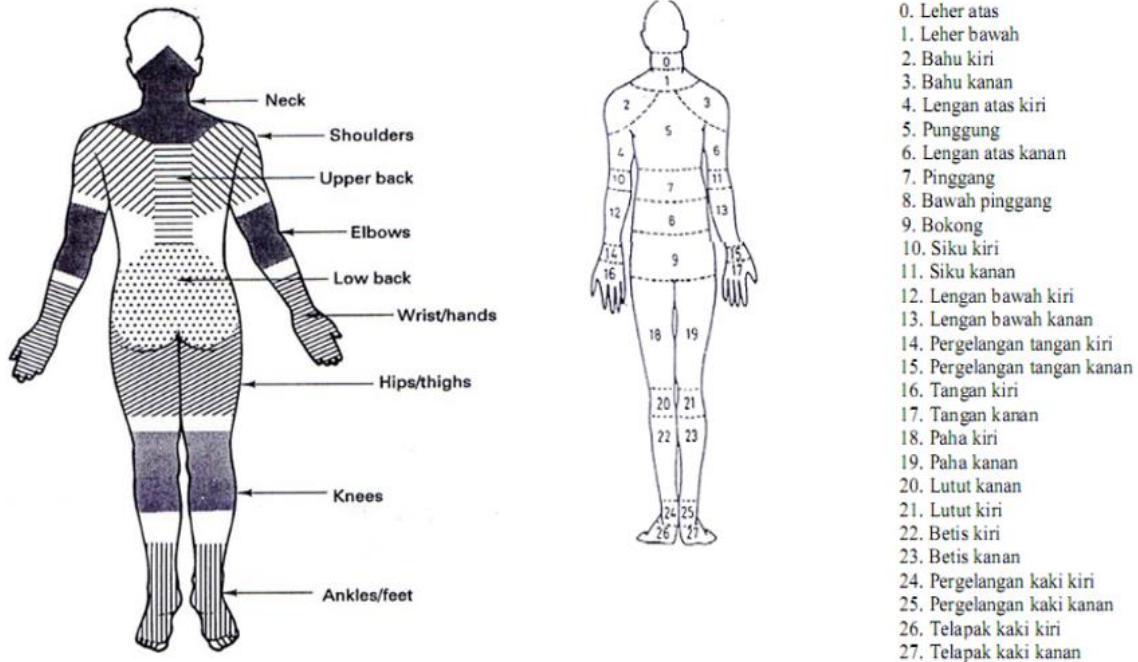
Tabel 5. Hasil penilaian REBA seluruh operator

	Grup 1		Grup 2		Grup 3		Grup 4	
	Oprt 1	Oprt 2	Oprt 1	Oprt 2	Oprt 1	Oprt 2	Oprt 1	Oprt 2
Score per operator	11	12	11	11	11	11	12	11
Score rata-rata	11,25							
REBA Score	Risk level	Action		Keterangan				
1	Negligible	None necessary		Tidak perlu tindakan				
2-3	Low	May be necessary		Mungkin perlu tindakan				
4-7	Medium	Necessary		Perlu tindakan				
8-10	High	Necessary soon		Perlu tindakan segera				
11-15	Very High	Necessary now		Perlu tindakan sekarang				

operator ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil penilaian sikap pergerakan menggunakan REBA worksheet untuk operator 1 ditunjukkan pada Tabel 4. Penilaian postur kerja operator dengan metode REBA secara keseluruhan untuk seluruh operator mesin pengisian 25 kg disarikan pada Tabel 5.

Berdasarkan analisis REBA, sikap kerja operator pemindahan zak 25 kg memiliki resiko sangat tinggi (*very high*) sehingga memerlukan

tindakan perbaikan sekarang (*necessary now*). Untuk itu diperlukan evaluasi dalam hal postur kerja dan perancangan alat bantu pemindahan zak yang dapat mengurangi tingkat frustrasi dan kelelahan fisik operator. Perlu dipertimbangkan pengadaan alat mekanis misalnya kereta dorong untuk menghilangkan resiko cedera tulang belakang (*musculoskeletal disorder*). Selanjutnya untuk mengetahui dimensi kelelahan fisik/*musculoskeletal disease* (MSDs) operator pengisian



Gambar 5. Pembagian anatomi tubuh manusia

Data kuesioner Nordic Body Map (NBM) operator pengisian 25 kg PT.SGM

Nama : Operator 1 Masa Kerja : 10 Th Hasil

Umar : 35 Th Departemen : Pnduksi

Jenis Kelamin : Laki laki Bebas angkat : 25 kg

No	Bagian Tubuh	Tingkat Kelelahan				Skor	%
		Tidak sakit	Agak sakit	Sakit	Sakit sekali		
0	Leher Atas	v			1	4%	
1	Leher Bawah		v		2	7%	
2	Bahu Kiri			v	3	11%	
3	Bahu Kanan			v	3	11%	
4	Lengan Atas Kiri			v	3	11%	
5	Punggung			v	4	14%	
6	Lengan Atas Kanan			v	3	11%	
7	Pinggang Atas			v	4	14%	
8	Pinggang Bawah			v	4	14%	
9	Bokong			v	3	11%	
10	Siku Kiri	v			1	4%	
11	Siku Kanan	v			1	4%	
12	Lengan Bawah Kiri	v			2	7%	
13	Lengan Bawah Kanan	v			2	7%	
14	Pergelangan Tangan Kanan		v		3	11%	
15	Pergelangan Tangan Kiri		v		3	11%	
16	Tangan Kiri			v	4	14%	
17	Tangan Kanan			v	4	14%	
18	Paha Kiri	v			1	4%	
19	Paha Kanan	v			1	4%	
20	Lutut Kiri		v		2	7%	
21	Lutut Kanan		v		2	7%	
22	Betis Kiri			v	4	14%	
23	Betis Kanan			v	4	14%	
24	Pergelangan Kaki Kiri		v		1	4%	
25	Pergelangan Kaki Kanan		v		1	4%	
26	Telapak Kaki Kiri			v	3	11%	
27	Telapak Kaki Kanan			v	3	11%	
Total skor						72	

Skala Likert	Total Skor individu	Tingkat resiko	Tindakan perbaikan
1	28 - 49	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
2	50 - 70	Sedang	Mungkin diperlukan adanya tindakan perbaikan
3	71 - 91	Tinggi	Diperlukan tindakan perbaikan segera
4	92 - 112	Sangat tinggi	Diperlukan tindakan perbaikan menyeluruh sesegera mungkin

	Grup 1		Grup 2		Grup 3		Grup 4	
	Op 1	Op 2	Op 1	Op 2	Op 1	Op 2	Op 1	Op 2
Skor per operator	72	80	86	82	75	79	80	76
Skor rata-rata	78.75							
NBM Skor	Tingkat resiko		Tindakan perbaikan					
28 - 49	Rendah		Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan					
50 - 70	Sedang		Mungkin diperlukan adanya tindakan perbaikan					
71 - 91	Tinggi		Diperlukan tindakan perbaikan segera					
92 - 112	Sangat tinggi		Diperlukan tindakan perbaikan menyeluruh sesegera mungkin					

Gambar 6. Keluhan sakit operator setelah bekerja

25 kg dilakukan dengan menggunakan kuisioner NBM (*Nordic Body Map*).

Kuisioner NBM membagi tubuh menjadi nomor 0 sampai 27 dari leher hingga kaki yang akan mengestimasi tingkat keluhan MSDs yang dialami operator. Kuisioner *Nordic* merupakan kuisioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan atau kesakitan pada tubuh. Pengisian kuisioner ini dilakukan oleh semua operator pengisian 25 kg SGM secara menyeluruh. Masing-masing kuisioner dari operator dihitung skor akhirnya berdasarkan keluhan individu. Kuisioner ini menggunakan dasar pembagian gambar anatomi tubuh manusia menjadi 9 bagian utama yaitu (Tarwaka & Sudiajeng, 2004): Leher/*neck* (bagian tubuh nomor 0 dan 1), Bahu/*shoulder* (bagian tubuh nomor 2 dan 3), Punggung bagian atas/*upper back* (bagian tubuh nomor 5), Siku/*elbow* (bagian tubuh nomor 4, 6, 10, dan 11), Punggung bagian bawah (bagian tubuh nomor 7 dan 8), Pergelangan tangan/tangan (bagian tubuh nomor 14, 15, 16, dan 17), Pinggul/paha (bagian tubuh nomor 9,18, dan 19), Lutut (bagian tubuh nomor 20, 21, 22, dan 23) dan Tumit/kaki (bagian tubuh nomor 24, 25, 26, dan 27). Pembagian tersebut dapat dilihat seperti pada Gambar 5.

Hasil pengisian kuisioner atas semua keluhan sakit yang dirasakan operator setelah bekerja dapat, disajikan pada Gambar 6. Hasil analisis keluhan kesakitan operator menggunakan metode NBM (*Nordic Body Map*) menunjukkan nilai rata-rata 71-91 (skala 28 -112) dan tergolong tinggi. Nilai ini menunjukkan perlunya perbaikan segera agar tidak terjadi keluhan penyakit akibat kerja.

Tabel 6. Data anthropometri tubuh operator

Grup	Identitas Operator	TSB (cm)	LB (cm)	DG (cm)
1	Operator 1	105	41	4
	Operator 2	99	39	3
2	Operator 1	97	41	3,5
	Operator 2	99	42	3,5
3	Operator 1	102	41	4
	Operator 2	100	39	4
4	Operator 1	98	38	3,5
	Operator 2	96	38	3
Rata-rata		99,5	39,87	3,6

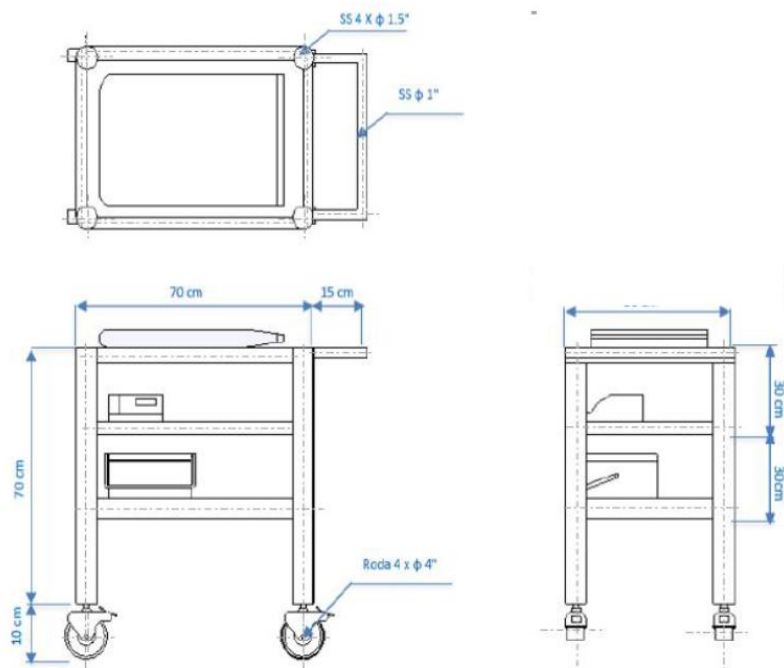
Keterangan :

1. TSB : tinggi siku berdiri adalah ukuran tinggi siku dari lantai pada posisi berdiri
2. LB : lebar bahu adalah ukuran lebar bahu diukur dari depan dada
3. DG : diameter genggam tangan adalah ukuran permukaan tangan jika posisi menggenggam

Untuk mengatasi masalah tersebut, berdasarkan analisis kelelahan untuk rancangan jenis alat bantu dengan metode NBM, NASA-TLX, dan REBA, maka perlu dilakukan perancangan sebuah alat bantu *material handling*. Dengan banyaknya jenis, ukuran dan bentuk alat bantu angkat di pasaran, maka diperlukan spesifikasi alat bantu angkat berdasarkan data anthropometri tubuh dari operator. Dari hasil pengukuran tubuh yang berhubungan dengan aktivitas angkat dan pemindahan, maka diperoleh ukuran dimensi tubuh operator seperti dalam Tabel 6.

Berdasarkan data pada Tabel 6, selanjutnya diperoleh rancangan alat angkat troli seperti Gambar 7 dengan sistem kerja baru sebagai berikut:

1. Operator mengambil troli, yang dirancang menjadi 3 lapisan yang terdiri dari lapisan atas



Gambar 7. Gambar teknik rancangan alat angkat troli

untuk meletakkan kemasan susu bubuk 25 kg, lapisan tengah untuk membawa peralatan pengepres hasil perekatan dan dilapis paling bawah untuk menempatkan kotak sampel. Troli yang berisi peralatan pengepresan hasil perekatan dibawa ke dekat conveyor. Selanjutnya pekerja memindahkan kemasan zak dari conveyor ke troli sisi atas.

2. Aktivitas pengecekan hasil dilakukan setelah kemasan zak diletakkan di troli sisi atas (rak atas).
3. Setelah dilakukan pengecekan, hasil perekatan dikembalikan lagi ke conveyor

Untuk menghindari potensi cedera punggung (*Low Back Pain*), operator pengisian 25 kg dapat melakukan aktivitas pengepresan hasil perekatan seperti berikut:

1. Berdiri dengan posisi tegak, baik posisi kaki, badan, lengan atas, dan leher agar beban ditopang oleh seluruh anggota tubuh.
2. Menggunakan sarung tangan latex yang tidak licin agar tangan operator tetap terjaga kebersihan dalam menyentuh produk dan aman

dalam proses pengangkatan kemasan zak.

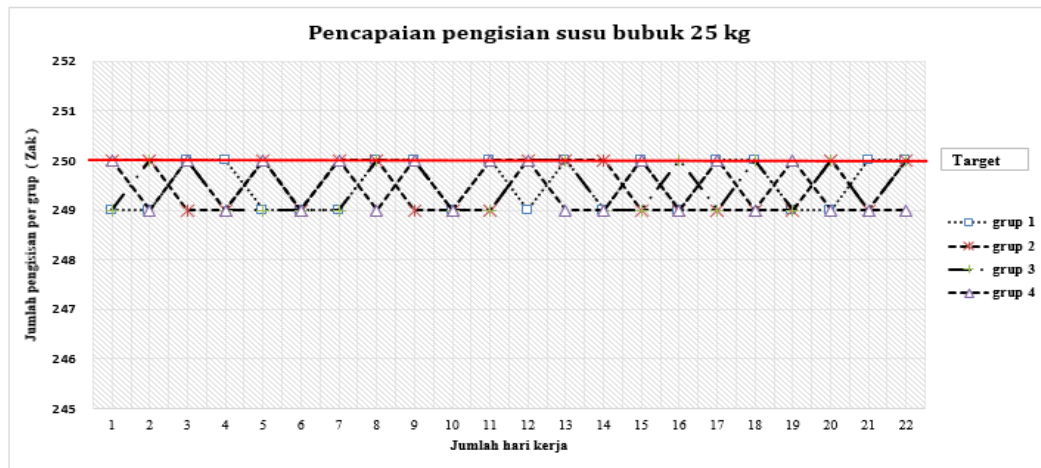
3. Melakukan gerakan gerakan relaksasi pada jam istirahat sehingga tubuh terasa lebih segar. Sebaiknya operator beristirahat setiap 5 menit setelah bekerja 30 menit untuk memulihkan kekuatan otot.
4. Pengaturan personil secara bergantian saat pengecekan hasil perekatan dalam tiap shiftnya sehingga beban pengangkatan merata ke setiap operator.

Penggunaan alat bantu angkat mengindikasikan adanya penghematan waktu pengecekan hasil perekatan. Jumlah kemasan zak yang dihasilkan mesin pengisian susu bubuk pada akhirnya meningkat, sehingga produktivitas operator juga meningkat seperti yang terlihat pada Gambar 8.

Analisis peningkatan produktivitas pengisian susu bubuk per shift dilanjutkan dengan menggunakan Uji Hipotesa *T* dengan jumlah sampel sebanyak $n=30$ sampel (Tabel 7).

Kriteria penerimaan uji hipotesis:

1. $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (Jumlah pengisian kemasan zak sebelum dan sesudah menggunakan troli adalah



Gambar 8. Grafik pencapaian target produksi setelah penggunaan troli hasil rancangan

Tabel 7. Data produksi sebelum dan sesudah menggunakan alat angkat

Sampel per shift	Jumlah zak sebelum memakai trolley	Jumlah zak sesudah memakai trolley	selisih
1	202	248	46
2	200	250	50
3	190	250	60
4	195	248	53
5	207	248	41
6	207	249	42
7	204	249	45
8	210	250	40
9	200	250	50
10	203	249	46
11	206	249	43
12	200	250	50
13	210	250	40
14	200	249	49
15	201	249	48

Sampel per shift	Jumlah zak sebelum memakai trolley	Jumlah zak sesudah memakai trolley	selisih
16	207	250	43
17	205	249	44
18	204	250	46
19	206	249	43
20	203	250	47
21	203	249	46
22	204	250	46
23	200	249	49
24	207	249	42
25	205	250	45
26	205	250	45
27	200	249	49
28	206	249	43
29	207	250	43
30	204	250	46

sama)

2. $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ (Jumlah pengisian kemasan zak sebelum dan sesudah menggunakan troli adalah tidak sama)
3. Terima H_0 jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ atau $p\text{-value} > \alpha$ (α)
4. Tolak H_0 jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $p\text{-value} \leq \alpha$ (α)

Perhitungan uji hipotesis T sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu angkat dihitung dengan bantuan program Microsoft Excel. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 8. Dengan membandingkan rata-rata produksi sebelum dan sesudah pemakaian troli, maka diperoleh informasi peningkatan produksi sebesar 23,15%.

Tabel 8. Hasil uji hipotesa

Jumlah sampel	30
N-1	29
alpha (α)	0.05
t -tabel pada df N-1 dan alfa 0.05	2.0452
average sebelum pemakaian troli	203.367
average sesudah pemakaian troli	249.367
nilai rata rata selisih sebelum dan sesudah pemakaian troli	46.000
standart deviasi	4.177
t -hitung	60.317
Kesimpulan uji Hipotesis	ada perbedaan signifikan
Terima H_0 jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$	H_0 ditolak
Tolak H_0 jika $t_{hitung} > t_{tabel}$	

Perhitungan prosentase peningkatan waktu pengetesan/zak =

$$\frac{\text{waktu sebelum pakai trolley} - \text{waktu sesudah pakai trolley}}{\text{waktu sebelum pakai trolley}} \times 100\% = \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%$$

Prosentase peningkatan pengisian/zak =

$$\frac{\text{jumlah sesudah pakai trolley} - \text{jumlah sebelum pakai trolley}}{\text{jumlah sebelum pakai trolley}} \times 100\% = \frac{250-203}{203} \times 100\% = 23,15\%$$

PENUTUP

Memperhatikan anthropometri pekerja di SGM, dimensi alat angkat troli hasil rancangan adalah dengan tinggi pegangan troli 99,5 cm, lebar pegangan troli 39,87 cm dan diameter pegangan troli 3,60 cm. Setelah alat angkat hasil rancangan diaplikasikan dalam aktivitas material handling, dengan menggunakan uji hipotesa t dan tingkat kepercayaan 95% dapat diyakini adanya peningkatan produktivitas pengisian susu bubuk kemasan 25 kg sebesar 23,15%.

DAFTAR PUSTAKA

- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In *Advances in psychology* (Vol. 52, pp. 139-183). Elsevier.
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205.
- Nurmianto, E. (2003). Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya Edisi Pertama. *Guna Widya, Surabaya*.
- Restantin, N. Y., Ushada, M., & Ainuri, M. (2012). Desain prototipe meja dan kursi pantai portabel dengan integrasi pendekatan ergonomi, value engineering dan kansei engineering. *Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 53-62.
- Soewarno, A. (2005). Perbaikan lingkungan kerja Pada pengrajin ukiran kelongsong peluru dengan menyesuaikan tinggi meja kerja Di desa kamasan, klungkung. *Jurnal Permukiman Natah*, 3(2).
- Sutalaksana, I. Z. (2006). *Teknik Tata Cara Kerja. Laboratorium Tata Cara Kerja dan Ergonomi*. Bandung: Dept. Teknik Industri-ITB.
- Tarwaka, S., & Sudiajeng, L. (2004). Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas. *UNIBA, Surakarta*.