
PENERAPAN METODE *RATING* FAKTOR DAN MEKANIKA UNTUK PERBAIKAN RANCANGAN GEROBAK BAKSO SEPEDA MOTOR SEBAGAI UPAYA MENJAMIN KESELAMATAN PENGENDARA

Lobes Herdiman¹, Taufiq Rochman¹, dan Hendry Pallas Prasetyo²

¹ Staf pengajar Jurusan Teknik Industri FT-UNS, Surakarta

² Alumni mahasiswa Teknik Industri FT-UNS, Surakarta

Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Jl. Ir. Sutami 36A Ketingan Jebres, Surakarta 57126, Telp/Fax. (0271) 632110

e-mail : lobesh@gmail.com

Abstrak

Rancangan pada gerobak bakso sepeda motor yang digunakan untuk berjualan keliling belum mempertimbangkan aspek keseimbangan beban, kemudahan mobilitas, tempat penyajian, dan daya tarik pembeli. Penelitian ini bertujuan memperbaiki pada rancangan gerobak bakso sepeda motor berdasarkan kemudahan pelayanan bagi pembeli dan keseimbangan muatan pada sepeda motor. Identifikasi awal dilakukan pada gerobak bakso sepeda motor di wilayah Surakarta dan sekitarnya. Perbaikan awal ini melalui penerapan rating faktor untuk pertimbangan dalam penempatan bagian-bagian dari peletakan beban muatan. Penentuan ukuran pada dimensi rangka dengan memperhatikan aspek antropometri. Hasil pada penelitian ini memperoleh keseimbangan momen untuk penempatan beban muatan bagian sisi kanan dan sisi kiri dari rancangan gerobak sepeda motor. Keseimbangan momen keseluruhan untuk gerobak bakso sebesar 91,684 Nm. Bagian sisi kanan diseimbangkan pada beban isi kompor 34,0 Nm dan beban isi dandang 46,84 Nm. Keseimbangan momen untuk beban dan rangka di setiap komponen dicapai 162,74 Nm. Hasilnya pada gerobak bakso sepeda motor memiliki tempat penyajian yang menjadi daya tarik pembeli, dan beban muatan lebih seimbang agar memudahkan dalam mobilitas dan keselamatan pengendara.

Kata kunci: *Gerobak bakso sepeda motor, faktor rating, antropometri, momen*

Pendahuluan

Salah satu dari makanan yang disukai dan digemari sejak lama oleh masyarakat Indonesia adalah bakso, makanan yang berasal dari negeri Cina (www.artikel.bermutu.com). Awalnya bakso dibuat dengan bahan daging sapi, tetapi saat ini jenisnya semakin variatif. Bahan bakso mulai dari bakso daging sapi, bakso ikan, bakso udang, hingga bakso keju. Bakso dihidangkan bersama mie kuning, bihun, daging cincang, sawi dan tauge. Perlengkapannya terdiri dari saus tomat, saus cabai, sambal dan kecap yang membuat makanan ini semakin nikmat disantap. Diasumsikan bilamana jumlah penduduk sebanyak 238 juta jiwa. Survei satu dari seratus orang Indonesia rata-rata mengonsumsi sebutir bakso sehari. Penjualan bakso mencapai lebih 868 juta butir bakso dalam setahun (www.penebar-swadaya.com).

Meskipun kenyataannya di suatu daerah terdapat lebih dari satu pedagang bakso. Peluang untuk bisnis berjualan bakso masih terbuka disebabkan tingkat konsumsi masyarakat terhadap makanan bakso yang tinggi (www.bakso-cakman.com). Alternatif media jualan dari gerobak bakso dorong yang dimodifikasi sedemikian rupa. Gerobak bakso dapat diangkut di atas sepeda motor tanpa harus mengurangi kapasitas angkut peralatan yang mendukung dalam penjualan bakso. Persaingan dalam usaha penjualan bakso yang menggunakan fasilitas penjualannya menggunakan sepeda motor terus bermunculan (karbonjournal.org).

Kondisi ini menuntut kreativitas para penjual bakso sepeda motor dalam merancang gerobak bakso agar dapat menarik pembeli. Meskipun, rancangan gerobak bakso yang ditempatkan di sepeda motor yang selama ini dibuat atau dipesan oleh penjualnya masih belum memperhatikan keselamatan bagi pengendaranya. Keseimbangan beban dalam mengendara sepeda motor masih terganggu akibat kekurangtepatan beban dalam penempatan gerobak bakso pada sepeda motor. Kondisi ini dapat menyebabkan kecelakaan karena ketidakseimbangan posisi pengendara motor dan muatan pada saat mengendarai sepeda motor.

Proses perancangan dari perbaikan rancangan gerobak bakso merupakan sebuah langkah strategis untuk menghasilkan produk yang secara komersial harus dicapai guna menghasilkan laju pengembalian modal (*rate of return on investment*). Rancangan teknik (*engineering design*) dari sebuah produk akan terkait dengan semua analisis perhitungan yang menyangkut pemilihan dan perhitungan kekuatan material, dimensi geometris, toleransi dan standar kualitas yang dicapai. Wignjosobroto (2000) kesemuanya ini menentukan kualitas dan reliabilitas produk untuk memenuhi tuntutan fungsi serta spesifikasi teknis yang diharapkan.

Perancang produk harus dapat mengintegrasikan aspek manusiawi dalam karya rancangannya dalam sebuah konsep "*human integrated design*" (Pulat, 1992; Gupta, 1980). Manuaba (2006) mengungkapkan masalah utama yang dihadapi pada pengangkutan produk di industri primer dapat meliputi sistem angkat-angkut seperti sikap kerja yang tidak alamiah, rancangan peralatan yang kurang tepat guna, pengorganisasian waktu yang tidak tepat, hanya menggunakan pertimbangan faktor ekonomi dan teknik saja saat memecahkan masalah. Adanya partisipasi sejak fase perencanaan mulai dari pengguna atau mereka yang terlibat dengan permasalahan yang akan ditangani atau yang akan timbul (Manuaba, 2005). Analisis faktor manusia dalam proses perancangan produk ini meliputi evaluasi karakteristik data fisiologi dan psikologi manusia yang nantinya menjadi segmen utama dalam mengoperasikannya.

Evaluasi rancangan gerobak bakso sepeda motor yang dalam dimensi ukuran (*anthropometri*) dengan memperhatikan manusia memiliki bentuk tubuh, karakter fisik yang berbeda-beda (Wignjosobroto, 1997). Penentuan geometris ukuran produk yang dirancang sedapat mungkin mampu memberikan kelonggaran (Duncan, 1991). Agar digunakan ataupun dioperasikan oleh mayoritas populasi secara leluasa bebas mengatur dan beradaptasi dengan ukuran anggota tubuh masing-masing (Wignjosobroto, 1997).

Tujuan dari paper ini untuk memperbaiki rancangan gerobak bakso sepeda motor. Analisa rancangan dengan metode *rating faktor*, diperlukan untuk memberikan jaminan agar rancangan mampu memenuhi harapan konsumen dan produsen. Pemilihan rancangan gerobak bakso untuk keperluan penjualan berdasarkan dari segi estetika visual, higienis dan *lay out* gerobak bakso agar mempunyai daya tarik pembeli (Ulrich dan Eppinger, 2000). Analisa teknis mekanika diarahkan dalam hal meningkatkan derajat kualitas dan reliabilitas performansi dari produk guna menghasilkan fungsi-fungsi (spesifikasi teknis) yang diharapkan. Penentuan keseimbangan gerobak bakso mempertimbangkan dari mobilitas penjual pada saat sepeda motor yang digunakan sebagai bagian dari fasilitas penjualan agar menghasilkan produk yang komersial dan berdaya saing.

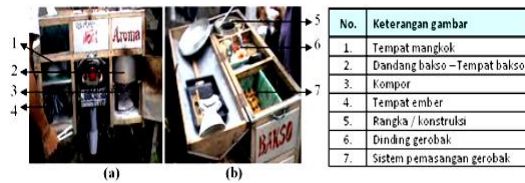
METODOLOGI

Pengamatan dilakukan pada 40 penjual di Kota Surakarta dan sekitarnya dengan berbagai macam model gerobak bakso yang di survei dan diwawancarai. Model gerobak bakso yang menggunakan fasilitas sepeda motor dikelompokkan menjadi 3 model. Pertama, terbuat dari rangka kayu dengan dinding terbuat dari seng. Kedua, terbuat dari rangka kayu dengan dinding terbuat dari triplek. Ketiga, terbuat dari rangka kayu dengan dinding terbuat dari seng.

Ukuran *anthropometri* penjual bakso melibatkan 40 orang yang diukur terdiri dari tinggi bahu, *plopitael* menggunakan persentil 95 (Panero dan Zelnik, 2003). Dimensi dari lebar gerobak bakso 90 cm disesuaikan ketentuan yang dikeluarkan Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan Raya (DLLAJ) dengan kecepatan maksimum 80 km/jam (UU No. 22 tahun 2009). Pemilihan *lay out* rancangan gerobak bakso menggunakan metode *rating factor* (Heizer, 1999). Pemilihan metode ini untuk mengakomodasi keinginan dan kebutuhan dari penjual yang menggunakan gerobak bakso sepeda motor. Penentuan keseimbangan rancangan gerobak bakso sepeda motor dihitung berdasarkan momen terhadap beban (Popov, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan bisnis dalam cara menjajakan dalam menjual bakso keliling terjadi inovasi dengan menggunakan fasilitas sepeda motor. Bentuk gerobak bakso sepeda motor yang digunakan untuk menunjang kegiatan berjualan bakso harus mampu membawa peralatan yang terdiri dari dandang, kompor, tempat bumbu, mangkok, sendok, garpu, dan ember. Rancangan gerobak bakso sepeda motor berdasarkan dimensinya dikelompokkan menjadi tiga model. Gerobak pertama terbuat dari rangka kayu dengan dinding terbuat dari seng.



Gambar 1. Spesifikasi dan muatan dari gerobak bakso sepeda motor

Karakteristik di sisi kanan gerobak terdapat dandang dilengkapi kompor di bagian kanan bawah. Sisi kiri atas untuk meletakkan bakso cadangan, bakso goreng, pangsit, mei kuning dan bihun. Sisi kiri bawah sebagai tempat menyimpan mangkok dan peralatan cuci. Bumbu bakso ditempatkan di tengah.



Dimensi Gerobak Bakso	Sayap Kiri (cm)			Tengah (cm)			Sayap Kanan (cm)		
	t	p	l	t	p	l	t	p	l
Model 1	62	35	30	20	35	35	62	35	30
Model 2	60	35	33	10	35	33	103	35	34
Model 3	66	35	35	18	35	35	66	35	35

Gambar 2. Model gerobak bakso sepeda motor dan ukurannya

Gerobak kedua terbuat dari rangka kayu dan dinding terbuat dari triplek. Karakteristik, sisi kanan terdapat bakso cadangan, tempat mangkok, ember, dan tempat sendok garpu. Sisi kiri terdapat dandang dan kompor. Gerobak ketiga terbuat dari rangka kayu dan dinding terbuat dari seng. Sisi bagian kanan atas digunakan untuk meletakkan dandang dan kompor. Sisi kiri untuk menempatkan bakso cadangan, bihun, dan pangsit.

Bagian dari karakteristik gerobak bakso digunakan untuk menentukan titik lokasi berdasarkan metode *faktor rating* (Heizer, 1999). Metode ini digunakan karena melibatkan banyak faktor dan mudah digunakan untuk menilai faktor yang berpengaruh. Alternatif yang dipilih memiliki atribut faktor yang sudah ditentukan.

$$\text{Bobot} = \frac{\text{kebalikan urutan}}{\text{Total jumlah urutan}} \dots\dots\dots(1)$$

Bobot : Bobot tiap faktor yang berpengaruh.

Kebalikan urutan : Kebalikan dari urutan faktor pembobotan, jadi urutan awal jadi urutan yang terakhir jadi awal.

Total jumlah urutan : Jumlah dari semua urutan.

Setelah di dapat bobot, diperoleh skor terbobot dengan ketentuan.

$$\text{Skor terbobot} = \text{bobot} \times \text{skor lokasi} \dots\dots\dots(2)$$

Skor terbobot : Pengaruh faktor yang ada

Bobot : Bobot tiap faktor yang berpengaruh.

Skor lokasi : Tingkat faktor pada lokasi

Pemberian skor pada setiap faktor disetiap lokasi yang ada, lokasi yang dipilih memiliki atribut faktor yang sangat pekat maka diberi nilai yang tinggi. Berikutnya menghitung bobot tiap faktor dengan jalan membagi kebalikan urutan dengan total jumlah urutan yang ada.

Mangkok yang dipilih berbahan keramik, melamin, dan plastik. Parameter yang dipertimbangkan terdiri dari keamanan, berat, kebersihan, dan daya tahan terhadap panas. Keamanan perlu diperhatikan karena terkait bahaya yang ditimbulkan mangkok dalam hal ini termasuk ke dalam barang pecah belah. Apabila mangkok yang digunakan cenderung mudah pecah, dapat melukai pemakainya (menimbulkan luka).

Tempat bumbu merupakan kelengkapan penyajian bakso yang perlu diperhatikan. Pemilihan tempat bumbu terdiri dari botol, kemasan kecil (*sachet*), dan tempat plastik. Parameter yang dipertimbangkan meliputi kebersihan, daya tampung, dan kemudahan penjual. Metode *faktor rating* terpilih terdiri dari dandang bakso dengan bahan *stainless steel* dipilih karena memiliki higienitas, tingkat keawetan, dan harga. Kompor arang dipilih karena aman, tidak berpengaruh pada rasa bakso dan tahan awet. Mangkok dipilih mangkok melamin dengan kriteria tidak mudah pecah, higienis, dan tahan panas. Tempat bumbu menggunakan wadah plastik.

Tabel 1. Penentuan dalam pemilihan bahan untuk rancangan gerobak bakso

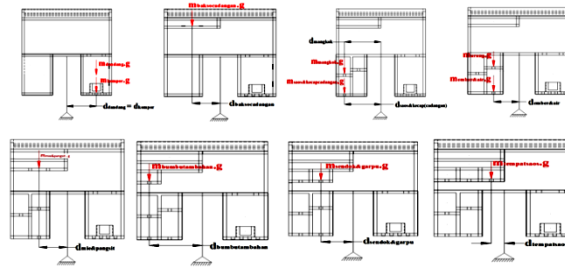
Faktor	Rating		
	1	2	3
Tempat Mangkok			
Berat	< 100 gm	100 gm s.d. 300 gm	> 300 gm
Aman	Mudah Pecah	Tidak Mudah Pecah	Sangat Tidak Mudah Pecah
Daya Tahan Terhadap Panas	Sangat Tidak Tahan Panas	Tidak Tahan Panas	Tahan Panas
Higienis	Kurang Higienis	Cukup Higienis	Higienis
Dandang Bakso – Tempat Bakso			
Harga	> Rp 70.000,-	Rp 50.000,- s.d. Rp 70.000,-	< Rp 50.000,-
Keawetan	Mudah Rusak	Cukup Lama	Lama
Higienis	Kurang Higienis	Cukup Higienis	Higienis
Kompor			
Keamanan	Sangat Tidak Aman	Tidak Aman	Aman
Pengaruh Rasa	Mengubah rasa	Berpengaruh pada rasa	Tidak mengubah rasa bakso
Harga	> Rp 80.000,-	Rp 40.000,- s.d. Rp 80.000,-	< Rp 40.000,-
Keawetan	Mudah Rusak	Cukup Lama	Tahan Lama
Tempat Bumbu			
Higienis	Kurang Higienis	Cukup Higienis	Higienis
Daya Tampung	> 600 ml	300 ml s.d. 600 ml	< 300 ml
Kemudahan Pengguna	Sulit	Cukup Mudah	Mudah
Rangka / Konstruksi			
Daya Tahan	Mudah Rusak	Cukup Lama	Tahan Lama
Berat Bahan	Ringan	Cukup Berat	Berat
Harga	> Rp 8.000,-	Rp 6.000,- s.d. Rp 8.000,-	< Rp 6.000,-
Dinding Gerobak			
Daya Tahan	Mudah Rusak	Cukup Lama	Tahan Lama
Berat Bahan	Ringan	Cukup Berat	Berat
Harga	> Rp 80.000,-	Rp 40.000,- s.d. Rp 80.000,-	< Rp 40.000,-
Sistem Pemasangan Gerobak			
Keamanan Pemasangan	Sangat Mudah Lepas	Mudah Lepas	Tidak Mudah Lepas
Kekuatan Pemasangan	Sangat Kuat Menahan Beban	Cukup Kuat Menahan Beban	Tidak Kuat Menahan Beban
Keseimbangan Pemasangan	Sangat Seimbang	Cukup Seimbang	Tidak Seimbang

Rangka menggunakan alumunium disebabkan awet dan ringan. Dinding yang terbuat dari seng dan sistem pemasangannya menggunakan tali pengait. Selanjutnya ukuran dimensi menggunakan data *anthropometri* untuk persentil tinggi bahu yang dihitung dari alas duduk *tbp* (P95) setinggi 60 cm. Persentil *plopiteal* yang dihitung dari panjang jok bagian depan saat duduk *ppd* (P95) panjang 47 cm pada perbaikan gerobak bakso sepeda motor.

Tabel 2. Pemilihan rating faktor untuk rancangan gerobak bakso

Tempat Mangkok	Penilaian	Bobot	Skor Nilai Tempat Mangkok			Bobot x Skor Nilai Tempat Mangkok		
			Keramik	Melamin	Plastik	Keramik	Melamin	Plastik
Berat	1	0.1	1	2	3	0.1	0.2	0.3
Aman	2	0.2	1	2	3	0.2	0.4	0.6
Daya Tahan Panas	3	0.3	3	3	1	0.9	0.9	0.3
Higienis	4	0.4	3	3	3	1.2	1.2	1.2
Jumlah :	10	1.0	Jumlah :			2.4	2.7	2.4
Dandang Bakso – Tempat Bakso								
Dandang Bakso	Penilaian	Bobot	Skor Nilai Dandang Bakso – Tempat Bakso			Bobot x Skor Nilai Dandang Bakso – Tempat Bakso		
			Stainless Steel	Seng	Seng	Stainless Steel	Seng	Seng
Harga	1	0.33	1	2	0.2	0.3		
Keawetan	2	0.17	3	2	1.0	0.7		
Higienis	3	0.50	3	2	1.5	1.0		
Jumlah :	6	1.0	Jumlah :			2.67	2.0	
Kompor								
Kompor	Penilaian	Bobot	Skor Nilai Kompor			Bobot x Skor Nilai Kompor		
			Kompor Arang	Kompor Minyak	Kompor Gas	Kompor Arang	Kompor Minyak	Kompor Gas
Keamanan	1	0.4	3	2	1	1.2	0.4	
Pengaruh Rasa	2	0.3	3	3	1	0.9	0.6	
Harga	3	0.2	3	2	2	0.6	0.4	
Keawetan	4	0.1	2	2	2	0.2	0.2	
Jumlah :	10	1.0	Jumlah :			2.9	2.4	1.4
Tempat Bumbu								
Tempat Bumbu	Penilaian	Bobot	Skor Nilai Tempat Bumbu			Bobot x Skor Nilai Bumbu		
			Botol	Sachet	Tempat Plastik	Botol	Sachet	Tempat Plastik
Daya Tampung	1	0.2	3	2	2	0.6	0.4	
Kemudahan Pengguna	2	0.3	1	2	3	0.3	0.6	
Higienis	3	0.5	3	3	3	1.5	1.5	
Jumlah :	6	1.0	Jumlah :			2.4	2.5	2.8
Rangka / Konstruksi								
Rangka / Konstruksi	Penilaian	Bobot	Skor Nilai Rangka / Konstruksi			Bobot x Skor Nilai Rangka / Konstruksi		
			Kayu	Besi	Aluminium	Kayu	Besi	Aluminium
Harga	1	0.2	3	2	1	0.5	0.3	
Berat Bahan	2	0.3	2	1	3	0.7	0.3	
Daya Tahan	3	0.5	2	3	3	1.0	1.5	
Jumlah :	6	1.0	Jumlah :			2.2	2.2	2.7
Dinding Gerobak								
Dinding Gerobak	Penilaian	Bobot	Skor Nilai Dinding Gerobak			Bobot x Skor Nilai Dinding Gerobak		
			Stainless Steel	Seng	Triplek	Stainless Steel	Seng	Triplek
Harga	1	0.2	1	3	3	0.2	0.5	
Berat Bahan	2	0.3	1	3	3	0.3	1.0	
Daya Tahan	3	0.5	3	2	1	1.5	1.0	
Jumlah :	6	1.0	Jumlah :			2.0	2.5	2.0
Sistem Pemasangan Gerobak								
Sistem Pemasangan Gerobak	Penilaian	Bobot	Skor Nilai Sistem Pemasangan Gerobak			Bobot x Skor Nilai Sistem Pemasangan Gerobak		
			Tanpa Tali Pengaman	Tali Dadung	Tali dengan Pengait	Tanpa Tali Pengaman	Tali Dadung	Tali dengan Pengait
Keseimbangan Pemasangan	1	0.2	1	1	3	0.2	0.2	
Keamanan Pemasangan	2	0.3	1	2	3	0.3	0.7	
Kekuatan Pemasangan	3	0.5	1	2	3	0.5	1.0	
Jumlah :	6	1.0	Jumlah :			1.0	1.8	3.0

Rancangan untuk muatan dan rangka dari gerobak bakso harus memberikan keseimbangan antara bagian sisi kanan dan kiri pada sepeda motor, guna menjamin keselamatan pengendara dalam mobilitas penjual bakso. Keseimbangan ini diperoleh dengan menghitung momen (M_o) dan titik tengah dari lebar jok sepeda motor digunakan pusat tumpuan atau titik 0.



Gambar 3. Momen keseimbangan beban isi muatan

Persamaan menentukan keseimbangan muatan pada rancangan gerobak bakso.

$$\sum M_{\sigma} = 0 \dots\dots\dots(3)$$

$$\sum M_{\text{Rancangan gerobak bakso}} = \sum M_{\text{Beban isi muatan (kanan-kiri)}} + \sum M_{\text{Rangka (kanan-kiri)}} \dots\dots\dots(4)$$

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{Beban isi muatan (kanan-kiri)}} = & \sum M_{\text{dandang dan kompor}} + \sum M_{\text{bakso cadangan}} + \sum M_{\text{saos-kecap cadangan dan mangkok}} \\ & + \sum M_{\text{ember-air dan arang}} + \sum M_{\text{mie dan pangsit}} + \sum M_{\text{bumbu tambahan}} + \sum M_{\text{sendok dan garpu}} \\ & + \sum M_{\text{tempat saos dan kecap}} \dots\dots\dots(5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{Beban isi muatan (kanan-kiri)}} = & (m_{\text{dandang}} \times g \times d_{\text{dandang}} + m_{\text{kompor}} \times g \times d_{\text{kompor}}) + (-m_{\text{bakso cadangan}} \times g \times \\ & d_{\text{bakso cadangan}}) + (- (m_{\text{saos\&kecap}} \times g \times d_{\text{saos\&kecap}} + m_{\text{mangkok}} \times g \times d_{\text{mangkok}})) + (- (m_{\text{ember-air}} \\ & \times g \times d_{\text{ember\&air}}) + (m_{\text{arang}} \times g \times d_{\text{arang}})) + (- (m_{\text{mie\&pangsit}} \times g \times d_{\text{mie\&pangsit}}) + (- m_{\text{bumbutamb}} \\ & \times g \times d_{\text{bumbutamb}}) + (- m_{\text{sendok\&garpu}} \times g \times d_{\text{sendok\&garpu}}) + (- m_{\text{tempat saos dan kecap}} \times g \times \\ & d_{\text{tempat saos dan kecap}}) \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

Persamaan menentukan keseimbangan rangka pada rancangan gerobak bakso.

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{Rangka (kanan-kiri)}} = & \sum M_{\text{Beban isi muatan (kanan-kiri)}} + \sum M_{\text{rangka A}} + \sum M_{\text{rangka B}} + \sum M_{\text{rangka C}} \\ & + \sum M_{\text{rangka D}} + \sum M_{\text{rangka tempat kompor}} + \sum M_{\text{tempat rangka dandang}} + \sum M_{\text{pintu}} + \sum M_{\text{laci}} \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{Rangka (kanan-kiri)}} = & \sum M_{\text{Beban isi muatan (kanan-kiri)}} + \sum M_{\text{rangka A}} + \sum M_{\text{rangka B}} + (\sum M_{\text{rangka C1}} + \\ & \sum M_{\text{rangka C2}} + \sum M_{\text{rangka C3}} + \sum M_{\text{rangka C4}}) + (\sum M_{\text{rangka D1}} + \sum M_{\text{rangka D2}} + \sum M_{\text{rangka D3}} \\ & + \sum M_{\text{rangka D4}}) + \sum M_{\text{rangka tempat kompor}} + \sum M_{\text{tempat rangka dandang}} + \{ (\sum M_{\text{pintu A1}} + \sum M_{\text{pintu A2}}) \} \\ & + \{ (\sum M_{\text{pintu B1}} + \sum M_{\text{pintu B2}} + \sum M_{\text{pintu B3}} + \sum M_{\text{pintu B4}}) \} + \sum M_{\text{pintu C}} \\ & + (\sum M_{\text{laci L1}} + \sum M_{\text{laci L2}} + \sum M_{\text{laci L3}}) \dots\dots\dots(8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{Rangka (kanan-kiri)}} = & \sum M_{\text{Beban isi muatan (kanan-kiri)}} + (- m_{\text{rangka A}} \times g \times d_{\text{rangka A}}) + (- m_{\text{rangka B}} \times g \times \\ & d_{\text{rangka B}}) + \{ (- m_{\text{rangka C1}} \times g \times d_{\text{rangka C1}}) + (- m_{\text{rangka C2}} \times g \times d_{\text{rangka C2}}) + (- m_{\text{rangka C3}} \times g \times \\ & d_{\text{rangka C3}}) + (- m_{\text{rangka C4}} \times g \times d_{\text{rangka C4}}) \} + \{ (m_{\text{rangka D1}} \times g \times d_{\text{rangka D1}}) + (m_{\text{rangka D2}} \times g \times d_{\text{rangka}} \\ & D2) + (m_{\text{rangka D3}} \times g \times d_{\text{rangka D3}}) + (m_{\text{rangka D4}} \times g \times d_{\text{rangka D4}}) \} + (m_{\text{rangka tempat kompor}} \times g \times d_{\text{rangka}} \\ & \text{tempat kompor}) + (m_{\text{tempat rangka dandang}} \times g \times d_{\text{tempat rangka dandang}}) + \{ (- m_{\text{pintu A1}} \times g \times d_{\text{pintu A1}}) + (- \\ & m_{\text{pintu A2}} \times g \times d_{\text{pintu A2}}) \} + \{ (- m_{\text{pintu B1}} \times g \times d_{\text{pintu B1}}) + (- m_{\text{pintu B2}} \times g \times d_{\text{pintu B2}}) + (- m_{\text{pintu B3}} \times g \\ & \times d_{\text{pintu B3}}) + (- m_{\text{pintu B4}} \times g \times d_{\text{pintu B4}}) \} + m_{\text{pintu C}} \times g \times d_{\text{pintu C}} \} + \\ & \{ (- m_{\text{laci L1}} \times g \times d_{\text{laci L1}}) + (- m_{\text{laci L2}} \times g \times d_{\text{laci L2}}) + (- m_{\text{laci L3}} \times g \times d_{\text{laci L3}}) \} \dots\dots\dots(9) \end{aligned}$$

$$m_{\text{rangka A}} = m_{1\text{rangka A}} + m_{2\text{rangka A}} + m_{3\text{rangka A}} + m_{4\text{rangka A}} + m_{5\text{rangka A}}$$

$$m_{\text{rangka B}} = m_{1\text{rangka B}} + m_{2\text{rangka B}} + m_{3\text{rangka B}}$$

$$m_{\text{pintu A1}} = m_{1\text{pintu A1}} + m_{2\text{pintu A1}}$$

$$m_{\text{pintu A2}} = m_{1\text{pintu A2}} + m_{2\text{pintu A2}}$$

$$m_{\text{pintu B1}} = m_{1\text{pintu B1}} + m_{2\text{pintu B1}}$$

$$m_{\text{pintu B2}} = m_{1\text{pintu B2}} + m_{2\text{pintu B2}}$$

$$m_{\text{pintu B3}} = m_{1\text{pintu B3}} + m_{2\text{pintu B3}}$$

$$m_{\text{pintu B4}} = m_{1\text{pintu B4}} + m_{2\text{pintu B4}}$$

$$m_{\text{pintu C}} = m_{1\text{pintu C}} + m_{2\text{pintu C}}$$

$$\sum M_{\text{Rancangan gerobak bakso}} = \sum M_{\text{Beban isi muatan (kanan-kiri)}} + \sum M_{\text{Rangka (kanan-kiri)}}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{Rancangan gerobak bakso}} = & (- 10,88 + 78,69 - 13,75 - 8,29 - 5,44 - 3,33 - 1,66 - 0,55) + (- 13,01 - 6,31 - \\ & 1,07 - 0,89 - 0,55 - 0,38 + 0,514 + 0,65 + 0,79 + 0,93 + 36,40 + 47,72 - \\ & 0,11 - 0,11 - 1,69 - 1,69 - 1,27 - 0,79 + 3,22 - 2,97 - 1,82 - 0,67) \\ & = 91,684 \text{ Nm (ke arah kanan)} \end{aligned}$$

Tabel 3. Beban dan rangka pada rancangan gerobak bakso sepeda motor

Beban dan Rangka Bagian Kiri Desain Gerobak Bakso Sepeda Motor	Rangka A	Rangka B	Rangka C1	Rangka C2	Rangka C3	Rangka C4	Pintu A1	Pintu A2	Pintu B1	Pintu B2	Pintu B3	Pintu B4	Laci L1	Laci L2	Laci L3	Jumlah	
Momen (M _e) [N m]	17.79	11.48	10.41	9.52	8.98	8.60	14.65	14.54	12.85	11.16	9.89	9.11	9.36	7.54	6.86	162.74	
Beban dan Rangka Bagian Kanan Desain Gerobak Bakso Sepeda Motor	Rangka D1	Rangka D2	Rangka D3	Rangka D4	Tempat Kompor	Tempat Dandang	Pintu C										Jumlah
Momen (M _e) [N m]	9.11	9.77	10.56	11.48	47.89	61.60	12.33										162.74

Keseimbangan secara keseluruhan muatan dan rangka terhadap momen yang menjadi beban tumpuan berada di titik tengah sadel sepeda motor dicapai sebesar 91,684 Nm ke kanan. Gerobak bakso bagian sisi kanan diseimbangkan dengan adanya beban isi kompor sebesar 34.0 Nm dan beban isi dandang sebesar 46.84 Nm. Beban dan rangka terhadap momen dari setiap komponen rancangan gerobak bakso yang dihitung antara sisi kiri dan sisi kanan dicapai keseimbangan sebesar 162.74 Nm.

KESIMPULAN

Perbaikan rancangan gerobak bakso sepeda motor sudah memenuhi keinginan penjual bakso yang salah satunya adanya meja sebagai tempat penyajian untuk melayani pembeli. Rancangan yang menarik menjadi daya tarik bagi pembeli dengan kemudahan pelayanan. Hasil momen keseimbangan untuk sisi kiri dan kanan memberikan jaminan keselamatan bagi penjual dalam mobilitas menjajakan jualan bakso.

DAFTAR PUSTAKA

- Gupta, Vijay dan Murthy, PN., 1980, *An Introduction to Engineering Method*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Heizer, Render, 1999, *Operation Management*, Fifth Edition, International Edition. Prentice Hall Inc., New York.
- Manuaba, A., 2004, *Total Approach in Evaluating Comfort Work Place*, Presented at UOEH International Symposium on Comfort at the Workplace. Kitakyushu, Japan, 23-25 Oct. 2005.
- Manuaba, A., 2006, *Total Ergonomic Approach is Must for Products Transportation in Primary Industry*. Presented at Ergo Future 2006 International Symposium on Past, Present and Future Ergonomics, Occupational Safety and Health Bali Indonesia, Universitas of Udayana, Denpasar Bali Indonesia, 28-30 August.
- Panero J. dan Zelnik M., 2003, *Dimensi Manusia dan Ruang Interior*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Popov E.P., 1991, *Mekanika Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Pulat, Mustafa B., 1992, *Fundamentals of Industrial Ergonomics*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, New Jersey.
- Ulrich Karl T. dan Eppinger Steven D., 2000, *Perancangan dan Pengembangan Produk*, Penerbit Salemba Teknika, Jakarta.
- Undang-Undang Nomor 22 tahun 2009 tentang *Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Raya*, Menteri/Sekretaris Negara Republik Indonesia, 22 Juni 2009, Jakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo dan Dyah Santi Dewi, 1997, *Perancangan dan Pengembangan Produk: Suatu Upaya untuk Mempertahankan Eksistensi Perusahaan*. Proceeding Seminar & Lokakarya tentang "Rancang Bangun Produk Industri" – tanggal 27-28 Februari 1997, Laboratorium Sistem Produksi, Jurusan Teknik Industri ITB – Bandung.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 1997, *Ergonomic Analysis for Improving the Design of Spining Process Facility in Textile Traditional Industry*. Proceedings Asean Ergonomics 97: Human Factors Vision – Care for the Future (Editor: Halimahtun M. Khalid), 6-8 Nopember 1997. Kuala Lumpur: International Ergonomics Association (IEA) Pres.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 2000, *Analisis Ergonomi dalam Proses Perancangan Produk : Studi Kasus di Sektor Industri Tradisional*. Proceeding Seminar Nasional Ergonomi 1997, 6-7 Januari 1997 – Laboratorium Perancangan Sistem Kerja & Ergonomi, Jurusan Teknik Industri - ITB, Bandung.
- Wignjosoebroto Sritomo, 2000, *Evaluasi Ergonomis Dalam Proses Perancangan Produk*, Laboratorium Ergonomi & Perancangan Sistem Kerja Jurusan Teknik Industri FTI-ITS dan Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) pada tanggal 20 Agustus 2000, Surabaya.
- <http://artikel.bermutu.com/sejarah-bakso-14.html>, di akses pada 27 Pebruari 2012 pukul 20.05.
- <http://bakso-cakman.com>, di akses pada 27 Pebruari 2012 pukul 20.10.
- http://penebar-swadaya.com/catalog/product_info, di akses pada 17 November 2011, pukul 19.00.
- <http://karbonjournal.org>, di akses pada 27 Pebruari 2012 pukul 21.11.