

PERANCANGAN PRODUK TROLI YANG ERGONOMIS DENGAN MENGUNAKAN METODE HOUSE OF QUALITY (Studi kasus di PT. Dharma Polimetal)

Caecilia^{*)}, Abu Bakar^{**)}, Mar'i

^{*)}Laboratorium Analisis Perancangan Kerja & Ergonomi TI-ITENAS-Bandung

^{**)} Teknik Industri ITENAS-Bandung

Abstrak

PT Dharma Polimetal adalah industri manufaktur yang memproduksi trolley yang banyak digunakan di supermarket, hypermarket, dan pusat perkulakan. Konsumen yang sering mengeluh terhadap produk trolley produksi PT Dharma Polimetal adalah konsumen yang menggunakan trolley di PT Makro. Bila dikaji kembali ternyata keluhan pengguna trolley tersebut erat kaitannya dengan rancangan produk trolley tersebut. Oleh karena itu diperlukan suatu rancangan produk trolley yang berorientasi pada kebutuhan pengguna trolley, dan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk merancang produk ini adalah dengan menggunakan pendekatan ergonomi. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan ulang produk trolley untuk PT Makro dengan menggunakan Quality Function Deployment.

Berdasarkan seleksi, konsep produk yang akan dikembangkan adalah trolley yang menggunakan roda/ castor depan dengan fix plate fitting dan castor belakang dengan swivel tube fitting. Selain itu proses pelapisan material yang digunakan adalah dengan zinc plating dan clear coat. Sedangkan secara ergonomis, dimensi produk trolley mengalami perubahan pada tinggi dan diameter handle. Selain itu berdasarkan analisis biomekanika penentuan type roda berdampak pada kemudahan dalam menarik trolley, karena dengan konsep produk demikian gaya yang diperlukan untuk menarik trolley menjadi lebih kecil.

Kelebihan dari produk trolley usulan ini adalah, adanya kenyamanan dalam penggunaan yang meliputi kemudahan pengendalian dan kenyamanan dalam menggenggam handle. Selain itu rancangan ini memberikan rasa aman pada saat menggunakan, baik bagi pengguna pada saat menarik trolley maupun keamanan untuk barang yang dibawa. Basket yang terdapat pada trolley dibuat sliding, dengan demikian volume basket net dapat disesuaikan dengan kebutuhan penggunaannya.

Kata Kunci: *trolley, Quality Function Deployment, biomekanika*

1. Pendahuluan

Produk yang baik adalah produk yang berfungsi sesuai dengan tujuannya, memiliki tingkat keamanan dan kenyamanan yang tinggi, memiliki nilai estetika sebagai nilai tambah produk, dapat diproduksi dengan mudah, berkualitas dan memiliki daya saing tinggi, mudah dalam pengoperasian dan pemeliharaan, serta dapat menerima teknologi baru secara fleksibel, sehingga produk memiliki siklus hidup yang cukup panjang (Prasetyowibowo, 1999).

Produk trolley produksi PT, Dharma Polimetal secara garis besar telah memenuhi syarat sebagai produk yang baik. Namun demikian tanpa mengesampingkan persyaratan lain, hal penting yang masih perlu dikaji lebih lanjut adalah pada tingkat kenyamanan dan keamanan dari penggunaan produk tersebut. Salah satu produk trolley dari perusahaan ini –yang digunakan oleh PT. Makro- sering menimbulkan keluhan dari penggunaannya (konsumen PT. Makro), terutama terhadap kenyamanan dan keamanan dalam penggunaan.

Keluhan konsumen PT. Makro ini secara tidak langsung merupakan keluhan PT. Makro terhadap PT. Dharma Polimetal selaku produsen trolley. Oleh karena itu keluhan tersebut harus menjadi pertimbangan PT. Dharma Polimetal dalam perencanaan dan perancangan produk trolley, sehingga terwujud produk yang dapat memberikan manfaat yang lebih besar dengan resiko mencederai

pengguna sekecil mungkin. Bila suatu perancangan produk dituntut untuk nyaman dan aman, maka salah satu pendekatannya adalah mempertimbangkan aspek ergonomis dalam perancangannya.

2. Tinjauan Pustaka

Industri baik berupa industri jasa maupun industri jasa akan selalu menawarkan produknya berdasarkan kebutuhan dan keinginan dari konsumen. Konsumen yang dituju oleh industri tentu sesuai dengan segmen pasar (market) yang telah ditetapkan. Dalam konteks ini informasi berkaitan dengan kebutuhan (needs) dari pasar menjadi suatu hal yang sangat penting. Sehingga banyak metode yang dikembangkan untuk mengetahui keinginan dari pasar ini. Informasi ini kemudian diolah dalam bentuk kegiatan yang disebut dengan perencanaan. Artinya faktor-faktor apa saja yang perlu direncanakan dalam upaya untuk menciptakan/mengembangkan produk yang sesuai dengan keinginan dari pasar.

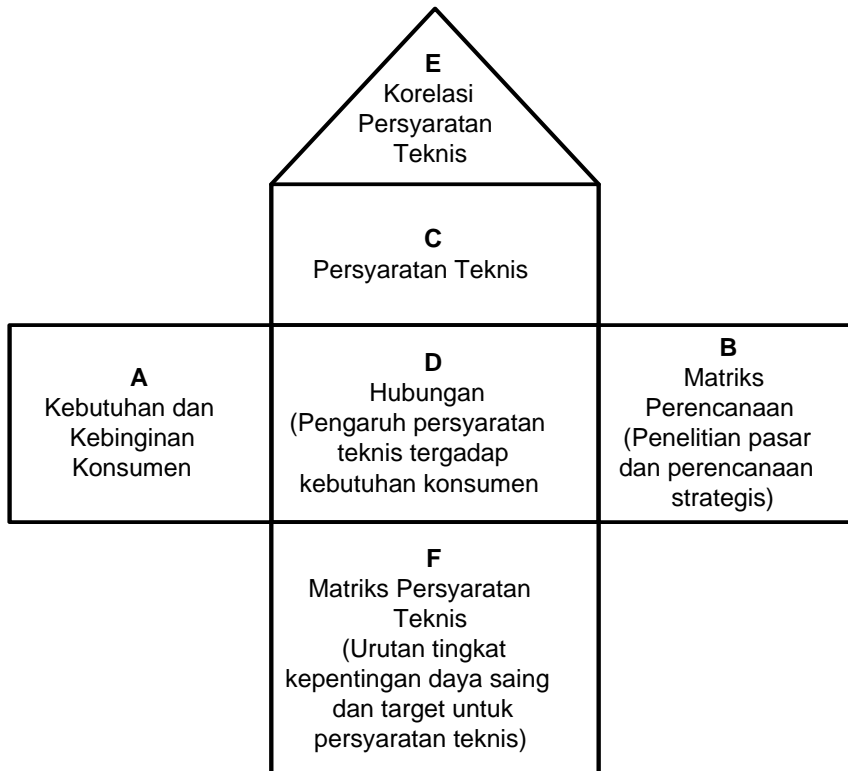
Menurut Cohen (1995) QFD merupakan suatu metoda perencanaan produk yang terstruktur dan juga merupakan metoda pengembangan yang memungkinkan tim pengembang suatu perusahaan untuk menjelaskan spesifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen sehingga kemudian mereka dapat mengevaluasi kelebihan dan kekurangan dari setiap produk yang ditawarkan. Konsep dasar *Quality Function Deployment (QFD)* sebenarnya adalah suatu cara pendekatan untuk mendisain produk agar dapat memenuhi keinginan konsumen.

House of Quality (HOQ) adalah metoda yang mendukung proses identifikasi produk menjadi spesifikasi rancangan. Konsep *HOQ* intinya bersumber pada sebuah tabel kualitas, dan telah berhasil digunakan oleh industri-industri manufaktur. *HOQ* memperlihatkan struktur untuk mendisain dan membentuk suatu siklus, dan bentuknya menyerupai sebuah rumah. Kunci input bagi matriks adalah kebutuhan dan keinginan konsumen. Informasi strategi produk dan karakteristik kualitas produk. Informasi lain yang terdapat di *HOQ* adalah nilai target *HOQ* yang mengandung beberapa bagian, masing-masing bagian dapat dan harus disesuaikan agar dapat berfungsi dengan baik. Gambar 1. menunjukkan bentuk umum matriks perencanaan produk atau rumah kualitas (*HOQ*). Dalam gambar di bawah ini digunakan simbol huruf A hingga F menunjukkan urutan pengisian bagian-bagian dari matriks perencanaan tersebut.

Bagian A : Berisi data atau informasi yang diperoleh dari hasil penelitian pasar tentang kebutuhan dan keinginan konsumen.

Bagian B : Berisi tiga jenis data, yaitu:

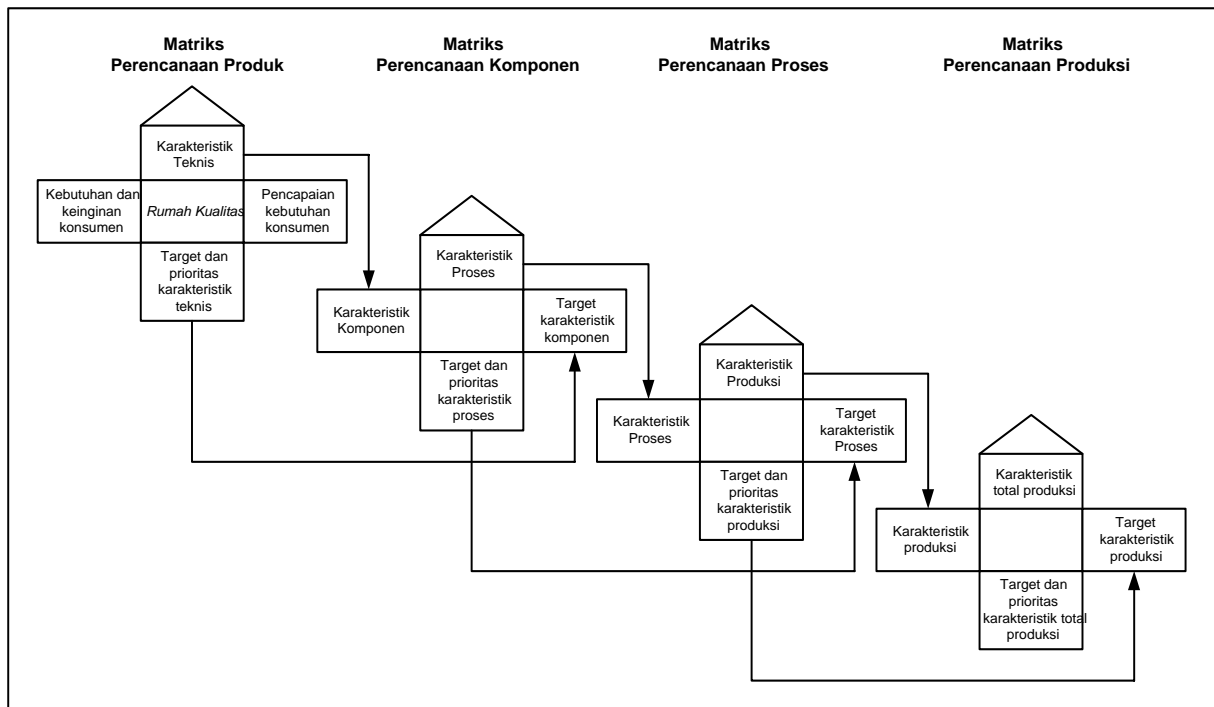
- a. Tingkat kepentingan kebutuhan dan keinginan konsumen.
- b. Data tingkat kepuasan konsumen terhadap produk yang dihasilkan oleh perusahaan dan produk pesaing.
- c. Tujuan strategis untuk produk atau jasa baru yang akan dikembangkan.



Gambar 1. Rumah Kualitas Atau *House Of Quality (HOQ)*

- Bagian C : Berisi persyaratan-persyaratan teknis untuk produk atau jasa baru yang akan dikembangkan. Data ini diturunkan berdasarkan informasi yang diperoleh mengenai kebutuhan dan keinginan konsumen (matriks A).
- Bagian D : Berisi penilaian manajemen mengenai kekuatan hubungan antara elemen-elemen yang terdapat pada bagian persyaratan teknis (matriks C) terhadap kebutuhan konsumen (matriks A) yang dipengaruhinya. Kekuatan hubungan ditunjukkan dengan menggunakan simbol tertentu.
- Bagian E : Menunjukkan korelasi antara persyaratan teknis yang satu dengan persyaratan-persyaratan teknis yang lain yang terdapat dalam matriks C. Korelasi antara kedua persyaratan teknis tersebut ditunjukkan dengan menggunakan simbol-simbol tertentu.
- Bagian F : Berisi Tiga Jenis Data yaitu :
- Urutan tingkat kepentingan (ranking) persyaratan teknis.
 - Informasi hasil perbandingan kinerja persyaratan teknis produk terhadap kinerja produk pesaing.
 - Target kinerja persyaratan teknis produk baru yang dikembangkan.

Gambar 2. menunjukkan ilustrasi proses perpindahan informasi dari matriks perencanaan produk ke matriks tahap berikutnya.

Gambar 2. Metodologi *Quality Function Deployment* (QFD)

Dalam proses perancangan produk penerapan metodologi QFD secara keseluruhan meliputi tahapan penyusunan empat jenis matriks, yaitu:

1. Matriks perencanaan produk.
2. Matriks perencanaan komponen.
3. Matriks perencanaan proses.
4. Matriks perencanaan produksi.

Ergonomic menggambarkan perspektif yang unik dalam perancangan, yang memperhatikan interaksi antara pengguna dan produk dari aspek optimasi performansi dan kepuasan. Menurut Blum dalam Stanton (1998) pada perancangan produk ergonomic menjadi pertimbangan untuk memperoleh kesesuaian dengan penggunaannya berdasarkan kemampuan dan keterbatasannya, dengan tujuan untuk memperbaiki performansi produk.

Salah satu aspek ergonomic yang dapat digunakan dalam perancangan produk troli adalah biomekanika. Biomekanika adalah suatu bidang kajian dalam ergonomi yang berhubungan dengan mekanisme tubuh dalam melakukan suatu pekerjaan. Penelitian mengenai sudut atau alat yang terlibat ketika melakukan suatu pekerjaan merupakan salah satu bagian dari bidang kajian ini. Contoh aplikasi dari biomekanika adalah penetapan berat beban angkatan yang direkomendasikan pada pekerjaan *Manual Material Handling* (MMH), sehingga mengurangi *back injury* terutama mencegah terjadinya cedera tulang belakang bagian bawah (*Lower Back Pain*) (Iftikar Z. Sutalaksana).

Model biomekanika menggambarkan gaya-gaya yang berlaku pada tubuh manusia akibat melakukan pekerjaan tertentu. Hasil dari penggunaan model biomekanika dapat diketahui akibat dari tubuh melakukan suatu pekerjaan. Model biomekanika dapat dibedakan menurut tipe analisis gerakan yaitu Statis dan Dinamis, sedangkan analisis gaya pada model tersebut dapat melalui pendekatan 2 dimensi atau 3 dimensi.

Model biomekanika statis paling sederhana adalah perhitungan gaya dan momen yang bekerja pada satu bagian tubuh (*single-body segment static model*). Untuk menghitung besarnya gaya dan momen yang bekerja pada tubuh maka langkah pertama adalah menggambarkan *diagram benda bebas* dari kasus tersebut. Dari diagram benda bebas tersebut, maka perhitungan dapat dilakukan sesuai dengan prinsip-prinsip mekanika, yaitu:

$$\begin{aligned} \Sigma F &= 0 & \Sigma M &= 0 \\ -F_B - F_L + F_S &= 0 & -d_B \times F_B - d_L \times F_L + M_S &= 0 \\ F_S &= F_B + F_L & M_S &= d_B \times F_B + d_L \times F_L \end{aligned}$$

dimana: ΣM = Resultan Momen pada siku (Newton.cm)

ΣF = Resultan gaya pada siku (Newton.cm)

F_B = Gaya akibat beban (Newton)

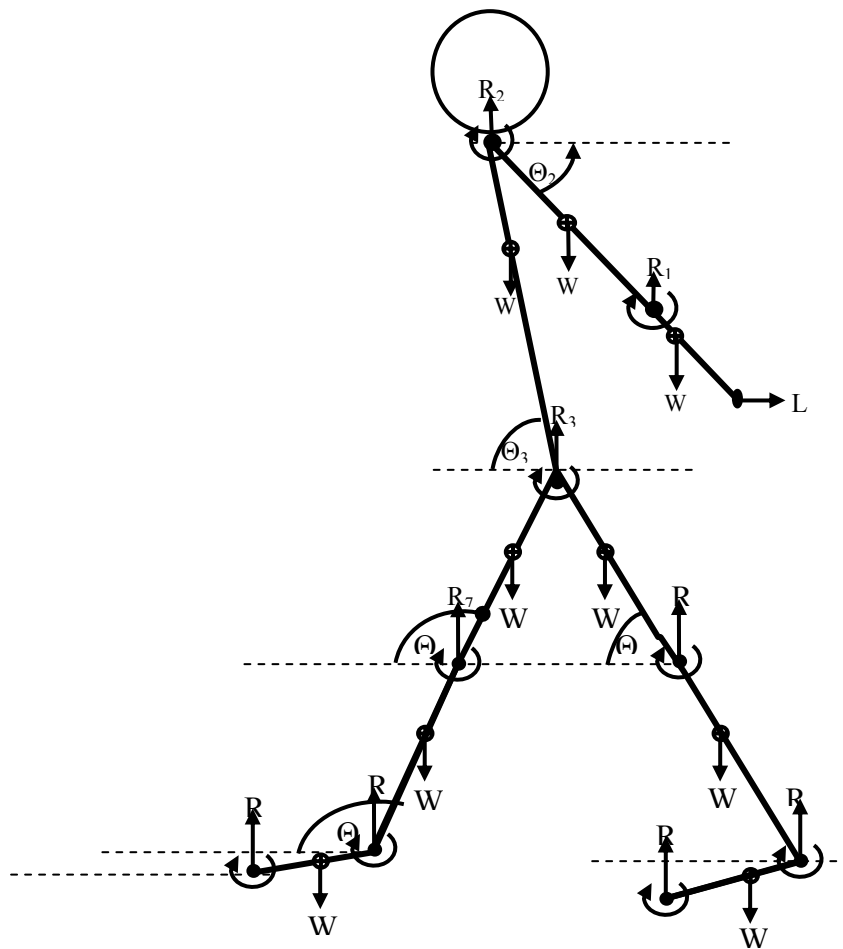
F_L = Gaya akibat berat lengan (Newton)

F_S = Gaya pada siku (Newton)

M_S = Momen pada siku (Newton.cm)

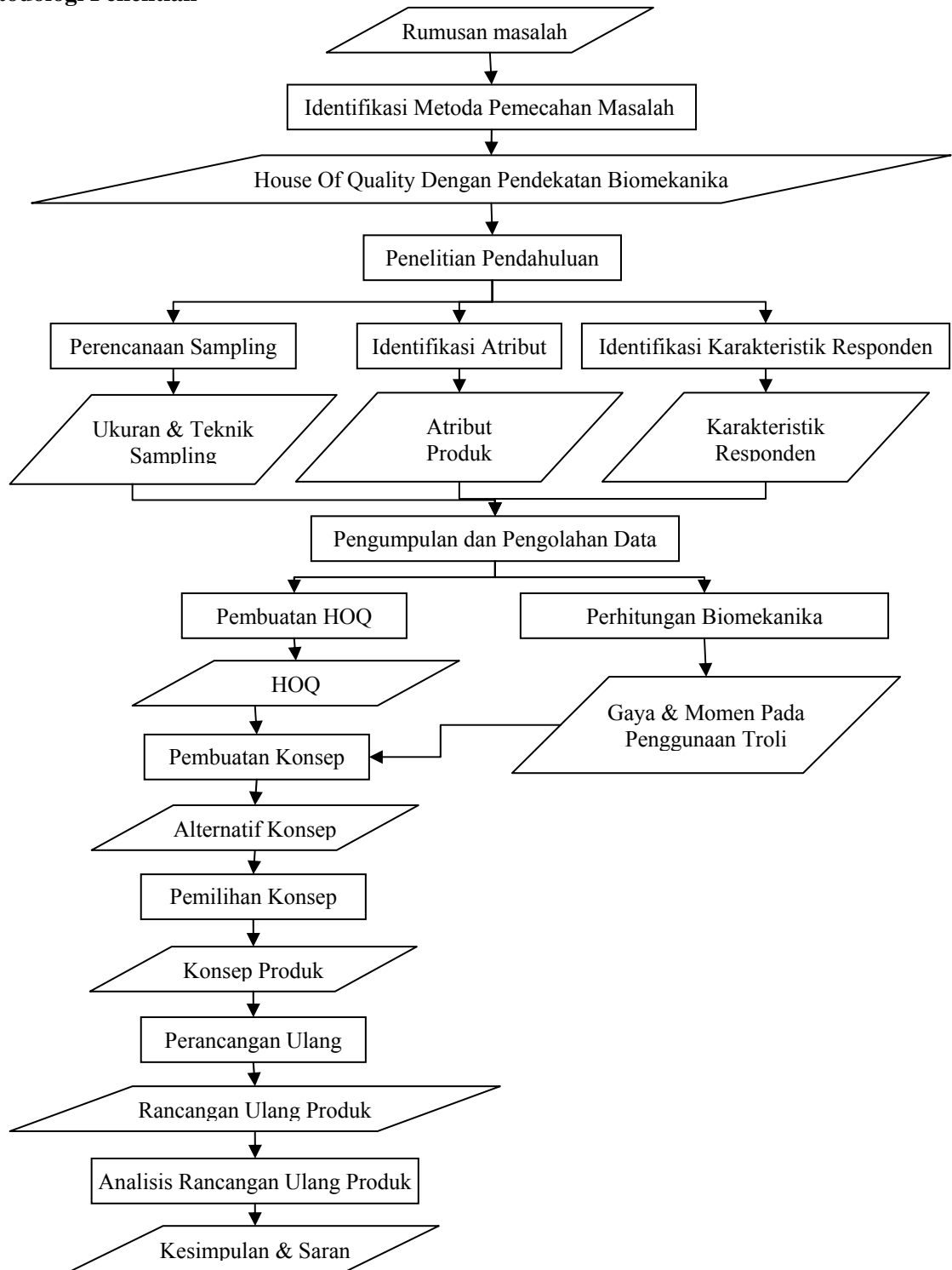
d_L = Jarak siku ke pusat masa lengan (cm)

d_B = Jarak antar siku ke badan (cm)



Gambar 3. Diagram Benda Bebas untuk menarik troli

3. Metodologi Penelitian



Gambar 4. Metodologi Penelitian

4. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap penelitian pendahuluan dan tahap perancangan, hasil dari penelitian ini adalah;

4.1. Penelitian Pendahuluan

Pengguna troli di PT Makro dibedakan menjadi pengguna akhir/ konsumen dan karyawan PT Makro. Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner kepada pengguna tersebut diperoleh atribut untuk produk troli adalah:

Tabel 1. Atribut Produk Troli

1. <i>handle</i> yang nyaman digenggam	10. dimensi troli
2. ketinggian <i>handle</i> yang sesuai	11. daya muat
3. kelancaran roda/ <i>castors</i>	12. mudah diperbaiki
4. kemudahan penggunaan	13. mudah disimpan
5. keranjang tidak berkarat	14. mudah dihentikan/ diperlambat
6. mudah dibersihkan	15. memiliki tempat untuk sarana iklan
7. tidak mudah terkelupas	16. kemudahan bongkar muat barang
8. aman bagi pengguna	17. tahan lama
9. aman untuk barang	18. tidak memerlukan tenaga yang besar

4.2. Perancangan Ulang Produk

Berdasarkan atribut-atribut yang diperoleh dari kuesioner, maka atribut-atribut tersebut dapat diwujudkan dengan memperhatikan spesifikasi teknis sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Teknis Produk Troli

1. diameter <i>handle</i>	16. <i>redesign base net</i> dan troli dimensi troli (panjang, lebar, tinggi, berat)
2. bahan <i>handle</i>	17. kekuatan konstruksi penahan beban
3. tinggi <i>handle</i> (tinggi siku berdiri)	18. replating
4. tipe roda/ <i>castors</i>	19. proses perakitan
5. <i>bearing castors</i>	20. terdapat alat untuk menghentikan / memperlambat
6. bahan <i>castors</i>	21. posisi papan iklan
7. ukuran <i>castors</i>	22. dimensi papan iklan
8. posisi <i>castors</i>	23. tinggi <i>base net</i>
9. bahan pelapis	24. dimensi <i>basket/ keranjang</i>
10. permukaan material	25. <i>raw material</i>
11. metoda welding	26. proses produksi
12. proses pelapisan	27. proses <i>plating</i>
13. celah antar sambungan	28. penentuan beban muat troli
14. terdapat peredam benturan	
15. <i>fork castors</i>	

Berdasarkan HOQ mengenai spesifikasi teknik yang akan dikembangkan, maka diperoleh beberapa konsep produk troli yang dipertimbangkan dari matriks perencanaan untuk pencapaian kebutuhan konsumen (Tabel 1. pada lampiran).

Pada penyusunan konsep spesifikasi teknik yang akan dikembangkan hanya diprioritaskan pada 2 spesifikasi teknik yang memiliki nilai *normalized contribution* tertinggi. Dengan demikian spesifikasi teknik yang akan dikembangkan adalah pada *castors* dan bahan pelapis (*normalized contribution*= 0,07 & 0,06). Maka alternative untuk roda/ *castor* adalah:

1. *castor* depan menggunakan *fix plate fitting* dan belakang menggunakan *swivel plate fitting*
2. *castor* depan menggunakan *fix plate fitting* dan belakang menggunakan *swivel tube fitting*
3. *castor* depan menggunakan *swivel plate fitting* dan belakang menggunakan *fix plate fitting*
4. *castor* depan menggunakan *swivel tube fitting* dan belakang menggunakan *swivel plate fitting*
5. *castor* depan dan belakang menggunakan *swivel plate fitting*
6. *castor* depan menggunakan *swivel plate fitting* dan belakang menggunakan *swivel tube fitting*
7. *castor* depan menggunakan *fix tube fitting* dan belakang menggunakan *swivel plate fitting*
8. *castor* depan dan belakang menggunakan *swivel tube fitting*

Sedangkan alternative untuk bahan pelapis adalah menggunakan bahan pelapis *zinc plating*, *zinc plating + clear coat*, *powder coating*, dan menggunakan *nickel chrom plating*. Akan tetapi tim *engineering* PT Dharma Polimetal mengharapkan pada penyusunan konsep hanya menggunakan *zinc plating* dan *zinc plating + clear coat* karena pelapisan dengan bahan ini lebih murah, mudah diperoleh, dan lebih ramah lingkungan.

Berdasarkan pengembangan alternative serta pengujian terhadap *castor* dan bahan pelapis maka diperoleh alternative konsep sebagai berikut:

Konsep A: castor depan menggunakan *fix plate fitting* dan belakang menggunakan *swivel plate fitting*, material pelapis menggunakan *zinc plating*

Konsep B: castor depan menggunakan *fix plate fitting* dan belakang menggunakan *swivel plate fitting*, material pelapis menggunakan *zinc plating + clear coat*

Konsep C: castor depan menggunakan *fix plate fitting* dan belakang menggunakan *swivel tube fitting*, material pelapis menggunakan *zinc plating*

Konsep D: castor depan menggunakan *fix plate fitting* dan belakang menggunakan *swivel tube fitting*, material pelapis menggunakan *zinc plating + clear coat*

Pertimbangan selanjutnya adalah berdasarkan pada analisis biomekanika untuk penggunaan troli ini. Perhitungan biomekanika berdasarkan kondisi responden menunjukkan bahwa momen yang terjadi pada penggunaan troli adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Momen Pada Tiap Segmen Tubuh

Sambungan	Momen menarik troli(Nm)	Momen mendorong troli(Nm)
Bahu (M1)	-32,068	51,729
Siku (M2)	4,262	-4,570
Pergelangan tangan (M3)	1,123	1,242
Pinggul (M4)	-38,139	73,892
Lutut Kanan (M5)	27,565	-22,395
Tumit Kanan (M6)	26,198	0,349
Lutut Kiri (M7)	-4,141	11,816
Tumit Kiri (M8)	0,195	6,661

Bila dilihat secara keseluruhan, maka nilai momen pada masing-masing segmen tubuh pada saat menarik troli ini lebih kecil dibandingkan pada saat mendorong. Dengan demikian cara yang direkomendasikan untuk menggunakan troli ini adalah dengan cara ditarik.

Setelah pengembangan konsep dilakukan penilaian terhadap keempat konsep di atas. Hasil dari penilaian konsep terpilih **konsep produk D** dapat dijadikan dasar untuk pengembangan. Pengembangan tersebut meliputi bentuk material yang digunakan, re-desain troli secara baik bentuk maupun dimensinya. Gambar 3. dan Gambar. 4 adalah gambar troli saat ini dan troli hasil rancangan.



Gambar 5. Troli saat ini



Gambar 6. Rancangan Troli usulan

5. Analisis

Secara keseluruhan rancangan ulang troli telah memenuhi kebutuhan konsumen, baik untuk pengguna akhir maupun pihak PT Makro Indonesia. Hal ini dapat dilihat dengan adanya perbaikan/ perubahan dan pengembangan yang dilakukan pada komponen-komponen produk sesuai dengan prioritas kebutuhan konsumen pada tahap HOQ dan hasil inovasi tim.

Pada tahap pengembangan konsep diperoleh salah satu penilaian dilakukan berdasarkan perhitungan biomekanika. Analisis biomekanika lebih ditekankan pada cara penggunaan tarik atau dorong pada troli untuk menentukan besarnya gaya dan momen, maka cara yang direkomendasikan untuk menggunakan troli ini adalah dengan cara ditarik.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, rancangan ulang produk troli PT Dharma Polimetal untuk PT Makro Indonesia terjadi pengurangan terhadap material dan beberapa bagian komponen yang signifikan. Akan tetapi di bagian lain terdapat pula penambahan komponen baru sebagai wujud pemenuhan kebutuhan konsumen dan inovasi. Hal ini akan memberikan pengaruh pada biaya produksi. Pada pengembangan konsep rancangan ulang dipertimbangkan aspek biomekanika, sehingga diharapkan rancangan ulang yang dihasilkan lebih baik.

Akan tetapi untuk membuktikan apakah rancangan ulang ini lebih baik, maka diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui besarnya biaya (*cost*) dan manfaat (*benefit*) yang diperoleh dari rancangan ulang ini.

7. Daftar Pustaka

1. Akao, Y., 1990, *Quality Function Deployment : Integrating Costumer Requirement into Product Design*, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts
2. Cohen, L., 1995, *Quality Function Deployment : How to Make QFD Work For You*, Addison Wesley, Reading, Massachusetts
3. Crawford, C. Marle, 1987, *New Product Management 2nd Edition*, Richard D. Irwin Inc, Homewood Illinois.
4. Kim, K.J, H. Moskowitz, A. Dhingra, and G. Evans, 2000, *Fuzzy Multicriteria Models for Quality Function Deployment*, European Journal of Operational Research, Vol.121, pp.504-518
5. Mitra, Amitava, 1993, *Fundamental of Quality Control and Improvement*, Macmillan Publishing Company, New York.
6. Singarimbun dan Effendi, 1995, *Metode Penelitian Survey Edisi Revisi*, LP3ES, Jakarta.
7. Ulrich, Karl T. and Eppinger, Steven D., 1995, "Product Design and Development 2nd Edition", The McGraw-Hill Companies
8. Urban, G.L. and J.R Hauser, 1993, *Design and Marketing of New Product Design*, Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey
9. Chaffin, D.B., & Andersson, G., *Occupational Biomechanics*, John Willey & Sons Inc, 1991.
10. Grandjean, E., *Fitting The Task to The Man, an Ergonomic Approach*, Taylor & Francis Ltd, London, 1982.
11. Helander, Martin, *Design for Manufacture*, Taylor & Francis Ltd., 1995
12. Kroemer, *Ergonomics; How to Design for Easy and Efficiency*, Prentice Hall, Englewood, 1994
13. Nurmianto, Eko., *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Guna Widya, Jakarta, 1996
14. Rahmat, Tino Gemina, *Minimasi Tekanan Pada Tulang Belakang Bawah (L₅/S₁) Berdasarkan Analisa Biomekanika Statis Pada Aktivitas Manual Material Handling*, Tugas Akhir, ITENAS, Bandung, 2000.

LAMPIRAN

Tabel 1. Matriks Perencanaan untuk Pencapaian Kebutuhan Konsumen

No.	Customer needs	Importance to customer	Current satisfaction performance	Goal	Improvement ratio	Sales point	Raw weight	Normalized raw weight
1.	Handle yang nyaman digenggam	5	3,29	3.49	1,06	1,2	6,36	0,03
2.	Ketinggian handle yang sesuai	5	4,31	4.51	1,05	1,2	6,28	0,03
3.	Kelancaran roda/ castors	6	1,94	3.44	1,17	1,5	10,53	0,06
4.	Kemudahan penggunaan	6	2,77	5.27	1,90	1,5	17,12	0,09
5.	Keranjang tidak berkarat	6	2,47	5.47	2,21	1,5	19,93	0,11
6.	Mudah dibersihkan	5	3,22	3.47	1,08	1,5	8,08	0,04
7.	Tidak mudah terkelupas	6	2,56	5.56	2,17	1,5	19,55	0,11
8.	Aman bagi pengguna	6	2,77	5.77	2,08	1,5	18,75	0,10
9.	Aman untuk barang	5	3,55	4.60	1,30	1,5	7,77	0,04
10.	Dimensi troli	2	4,37	4.42	1,01	1,2	3,03	0,02
11.	Daya muat	2	4,17	4.17	1,00	1,5	3,00	0,02
12.	Mudah diperbaiki	6	3,44	3.69	1,07	1,5	9,65	0,05
13.	Mudah disimpan	6	3,22	4.47	1,39	1,5	12,49	0,07
14.	Mudah dihentikan/ diperlambat	5	3,47	3.47	1,00	1,5	5,00	0,03
15.	Memiliki tempat untuk sarana iklan	5	2,78	2.83	1,02	1,0	5,09	0,03
16.	Kemudahan bongkar muat barang	5	4,11	4.16	1,01	1,0	5,06	0,03
17.	Tahan lama	6	3,44	5.44	1,58	1,0	14,23	0,08
18.	Tidak memerlukan tenaga yang besar	5	3,01	5.01	1,66	1,5	12,48	0,07
							184,43	1,00