

# Desain Ergonomi Produk Troli Tabung Gas LPG Berbasis Antropometri dan Voice of Customer Kano

## *Ergonomic Design of LPG Gas Cylinder Trolley Based on Anthropometry and Voice of Customer (Kano Model)*

Amelia Rachmi Nasution<sup>1</sup>, Joko Supono<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibnu Sina

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

[1amelia@uis.ac.id](mailto:amelia@uis.ac.id), [2joko.supono@yahoo.com](mailto:joko.supono@yahoo.com)

### ABSTRACT

Manual material handling of LPG cylinders in household environments frequently induces musculoskeletal complaints due to the lack of ergonomic assistive tools. This study aims to produce an ergonomic LPG cylinder trolley design based on anthropometric and Kano-method approaches. The trolley is engineered to accommodate cylinders weighing 3 kg to 12 kg and to operate on both flat surfaces and stairways. The anthropometric approach uses hip-height (99th percentile) and hand-width (50th percentile) dimensions to determine handle sizing, while the Kano method identifies user-need attributes and satisfaction levels. Data were collected through questionnaires distributed to 30 respondents and validated using the marginal-homogeneity test. The resulting design is a safe, comfortable, and ergonomic trolley equipped with a hinged-locking support frame, wheel braking system, and a height-adjustable handle finished with anti-slip material. The structure is sturdy and durable, complemented by chrome finishing to enhance aesthetic appeal. The design is expected to reduce awkward posture exposure and static loading on users when transporting LPG cylinders.

**Keywords:** Anthropometry, LPG Cylinder Trolley, Product Ergonomics, Voice of Customer

### ABSTRAK

Aktivitas manual material handling tabung gas LPG di lingkungan rumah tangga sering menimbulkan keluhan muskuloskeletal akibat ketiadaan alat bantu yang ergonomis. Penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan troli tabung gas LPG yang ergonomis berbasis pendekatan antropometri dan metode Kano. Troli dirancang untuk membawa tabung berukuran 3 kg sampai 12 kg dan dapat dioperasikan baik pada permukaan datar maupun area bertangga. Pendekatan antropometri menggunakan dimensi tinggi pinggul (persentil 99) dan lebar tangan (persentil 50) sebagai dasar penentuan ukuran handle, sedangkan metode Kano dipakai untuk mengidentifikasi atribut kebutuhan dan tingkat kepuasan pengguna. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner terhadap 30 responden, dilanjutkan validasi menggunakan uji marginal homogeneity. Hasil rancangan menghasilkan troli ergonomis yang aman dan nyaman, dilengkapi rangka penyangga berengsel-pengunci, sistem rem pada roda, serta handle yang dapat diatur ketinggiannya dengan lapisan anti selip. Konstruksi kuat dan tahan lama, ditambah finishing cat chrome untuk meningkatkan estetika produk. Rancangan ini diharapkan mampu menekan paparan postur janggal serta beban statis pada pengguna saat memindahkan tabung gas LPG.

**Kata Kunci:** Antropometri, Ergonomi Produk, Troli Tabung Gas LPG, Voice of Customer

## 1. PENDAHULUAN

Akselerasi industri di era modern mendorong tumbuhnya kebutuhan akan instrumen pendukung yang mampu memperingan beban aktivitas keseharian. Di antara kegiatan yang lazim dijumpai, pemindahan barang yang dilakukan secara manual dikenal dengan istilah *manual material handling* atau MMH, yang merupakan tugas pemindahan material, *output* produksi, hingga beragam barang lainnya yang sepenuhnya bergantung pada tenaga otot manusia (Sari et al., 2022). Apabila MMH dijalankan tanpa memperhatikan kaidah ergonomi, risiko cedera dan kecelakaan kerja meningkat secara signifikan bagi pelakunya (Nugroho et al., 2021). Sebagai upaya meringankan tuntutan fisik tersebut, troli kerap dimanfaatkan sebagai alat bantu pemindahan barang antar lokasi (Nashida et al., 2024;

Yulianto et al., 2021). Bentuk troli pada umumnya menyerupai keranjang persegi panjang yang ditopang empat buah roda, dengan pegangan pendorong yang ditempatkan di sisi belakang konstruksi.

Beragam jenis troli telah hadir di pasar, mulai dari troli untuk barang belanjaan, troli pengangkut galon air, sampai troli serbaguna yang lazim dipakai saat pindahan rumah. Akan tetapi, troli yang dikembangkan secara spesifik untuk membawa dan memindahkan tabung gas LPG masih sangat terbatas ketersediaannya baik bagi pengguna rumah tangga maupun pasar umum. Kekosongan inilah yang melatarbelakangi studi ini, yaitu menyusun rancangan desain troli tabung gas LPG melalui pendekatan metode Kano agar mampu memenuhi tuntutan kebutuhan harian pengguna sekaligus memudahkan pemindahan tabung gas LPG di beragam kondisi medan, mulai dari permukaan datar hingga akses tangga di hunian bertingkat.

Pada situasi nyata di lapangan, tidak sedikit pengguna yang menemui hambatan ketika harus mengangkat tabung gas LPG dengan rentang berat 3 hingga 12 kg, apalagi bila lintasan yang dilewati berupa jalan tidak rata, hunian bertingkat, ataupun struktur tangga. Postur membungkuk yang terpaksa diambil dalam kondisi seperti itu memicu munculnya rasa pegal serta nyeri pada area pergelangan tangan, bahu, tungkai, hingga punggung bagian bawah efek dari beban berat yang tertahan dalam waktu yang berkepanjangan. Berangkat dari persoalan tersebut, peneliti memformulasikan sebuah rancangan troli tabung gas LPG yang ergonomis, kokoh, sekaligus awet, sebagai penopang aktivitas mobilitas tabung gas LPG dalam keseharian masyarakat.

Studi ini termasuk dalam ranah keilmuan ergonomi, dengan penekanan pada sub-bidang ergonomi produk (*product ergonomics*) yang merupakan turunan disiplin *human factors engineering* (Salvendy & Karwowski, 2021). Disiplin ergonomi sendiri menitikberatkan upaya merancang sebuah produk maupun sistem kerja yang harmonis dengan kapabilitas, batasan, serta ukuran tubuh penggunanya, agar aktivitas yang dijalani lebih aman, nyaman, sehat, hemat energi, dan tepat guna (Lawi et al., 2023). Pada konteks pengembangan produk, terdapat tiga komponen prinsip ergonomi yang menjadi acuan, yakni aspek antropometri (penyesuaian ukuran produk terhadap dimensi tubuh pemakai), aspek biomekanik (kesesuaian beban produk dengan daya tahan otot dan kerangka), serta aspek psiko-fisiologis (faktor kenyamanan dan kemudahan persepsi pengguna) (Salvendy & Karwowski, 2021).

Pada studi rancangan troli tabung gas LPG ini, prinsip-prinsip tersebut diterjemahkan melalui pendekatan antropometri, dengan memanfaatkan ukuran tinggi pinggul (persentil 99) serta lebar telapak tangan (persentil 50) sebagai parameter penentuan ukuran *handle* troli (Iskandar & Janari, 2021; Yulianto et al., 2021). Kelengkapan tambahan berupa rangka penyangga berengsel-pengunci, roda yang dilengkapi rem, hingga pelapis anti selip pada *handle* dimaksudkan secara khusus untuk menekan paparan postur janggal (*awkward posture*) dan beban statis (*static loading*), dua faktor yang lazim memicu gangguan muskuloskeletal pada aktivitas *manual material handling* (Lawi et al., 2023; Nugroho et al., 2021). Dengan kerangka tersebut, penelitian ini memberikan sumbangsih bagi pengembangan ergonomi produk di Indonesia, khususnya pada lini peralatan rumah tangga yang berkaitan dengan aktivitas pemindahan beban berulang.

Sebagai pendekatan utama, dipilih metode Kano. Pendekatan Kano berperan sebagai instrumen yang dapat memetakan beragam atribut suatu produk berdasarkan *voice of customer*, dan secara bersamaan dapat dipakai untuk menakar tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan (Isworo et al., 2020; Stiyono et al., 2022; Violante et al., 2020). Tujuan utama dari penerapan metode Kano adalah memilah atribut produk maupun jasa berdasarkan kontribusi masing-masing atribut terhadap dimensi kepuasan penggunanya. Dalam praktiknya, atribut produk dipisahkan oleh metode Kano ke dalam enam klasifikasi, meliputi *attractive*, *must-be*, *one-dimensional*, *indifferent*, *reverse*, dan *questionable* (Anggraini & Setiawan, 2022; Stiyono et al., 2022).

Beberapa kajian terdahulu yang berkorelasi dengan perancangan troli dan pengembangan produk berbasis *voice of customer* telah dipublikasikan baik di tingkat nasional maupun internasional. (Sutoni & Ramadian, 2019) menerapkan integrasi metode Kano dan House of Quality untuk analisis kepuasan konsumen dan pengembangan produk, yang menjadi rujukan praktis bagi penerapan ranah industri di Indonesia. Pada konteks internasional, Li & Zhang, (2021) mengembangkan integrasi Kano Model, AHP, dan QFD berbasis text mining dan intuitionistic fuzzy sets untuk pengembangan produk baru, sementara Shan et al., (2022) memperkenalkan optimization design method berbasis quantitative Kano dan fuzzy QFD pada layanan ekspres. Violante et al., (2020) mengkaji peran model Kano dalam

pengembangan produk yang berorientasi pelanggan, dengan menyoroti pentingnya pemetaan atribut secara hierarkis. Anggraini & Setiawan, (2022) menyusun rancangan troli galon dengan landasan *ergonomic function deployment* (EFD), dan dari pengujiannya tercatat penurunan keluhan pada pekerja sebesar rata-rata 53,5% disertai peningkatan produktivitas pengantaran galon hingga 67,54% setelah penerapan troli berbasis EFD.

Nashida et al., (2024) merancang troli ergonomis sebagai alat bantu angkut karung dengan pendekatan *quality function deployment* (QFD) di penggilingan padi, yang menghasilkan dimensi troli setinggi 185 cm dengan handle 106 cm dan berhasil menurunkan skor *rapid entire body assessment* (REBA) dari kategori risiko tinggi menjadi rendah, serta meningkatkan produktivitas pekerja hingga 40%. Zyahri & Purnomo, (2020) mengembangkan desain produk *trolley* menggunakan metode Kano dan menyimpulkan tiga atribut yang menjadi prioritas pemenuhan, yaitu ketersediaan rem, kapasitas naik-turun tangga, serta kemampuan *trolley* untuk berfungsi sebagai tangga. Nugroho et al., (2021) melakukan analisis terhadap postur kerja pemindahan galon secara manual menggunakan metode REBA dan merekomendasikan troli sebagai alat bantu yang efektif untuk meredam risiko cedera pekerja. Iskandar & Janari, (2021) mengajukan rancangan troli barang melalui pendekatan antropometri dan ergonomi partisipatori, dengan persentil P95 lebar bahu sebesar 53 cm, P5 tinggi siku berdiri sebesar 84,5 cm, dan P5 jangkauan tangan ke depan sebesar 65 cm.

Rusnita & Mansyur, (2026) melakukan *re-design* alat bantu pengangkut galon air untuk ibu rumah tangga berbasis antropometri, dan menyimpulkan bahwa penyesuaian dimensi alat angkut terhadap ukuran tubuh ibu rumah tangga secara signifikan mengurangi keluhan fisik serta meningkatkan kemudahan operasi alat dalam aktivitas keseharian. Sejalan dengan hal tersebut, Suhendar et al., (2023) menganalisis risiko musculoskeletal disorders (MSDs) pada pekerjaan pengangkutan galon air mineral dengan metode RULA dan REBA, dan menemukan bahwa aktivitas pemindahan galon yang dilakukan secara manual menghasilkan skor RULA 7 dan REBA 8 yang tergolong kategori risiko tinggi suatu kondisi yang menegaskan urgensi penggunaan alat bantu ergonomis untuk meredam paparan postur janggal pada pekerja. Pambudi & Febiyani, (2022) mengusulkan pengembangan rancangan troli *set-up wire* menggunakan metode QFD pada PT XYZ, dengan hasil identifikasi lima atribut prioritas berdasarkan matriks *house of quality* (HOQ). Pratama et al., (2024) merancang meja kerja ergonomis dengan pendekatan antropometri pada proses *inspection checking output green tire* di sebuah perusahaan manufaktur, dan menyimpulkan bahwa penerapan dimensi tubuh manusia (*anthropometric design*) terbukti efektif menyesuaikan ukuran fasilitas kerja dengan kapasitas pekerja sehingga risiko gangguan muskuloskeletal dapat ditekan secara signifikan.

Sasaran yang ingin dicapai dari penelitian ini ialah memproduksi sebuah rancangan desain troli tabung gas LPG yang memenuhi kriteria aman, nyaman, dan ergonomi seraya selaras dengan kebutuhan pengguna baik dalam konteks rumah tangga maupun penggunaan umum. Hasil dari rancangan ini diharapkan dapat menjadi solusi yang menurunkan keluhan fisik pengguna sekaligus meningkatkan keselamatan serta efisiensi pada proses pemindahan tabung gas LPG sehari-hari.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Tahapan Penelitian

Objek yang diteliti pada studi ini berupa troli tabung gas LPG yang rancangannya disesuaikan dengan kebutuhan pengguna untuk membawa maupun memindahkan tabung gas LPG ukuran 3 kg sekaligus 12 kg. Rancangan troli ini diharapkan dapat dioperasikan secara mudah pada bermacam-macam kondisi medan, baik permukaan datar, jalan bergelombang, hingga jalur tangga di rumah bertingkat. Adapun subjek studi terdiri atas pengguna troli tabung gas LPG yang berdomisili di wilayah XY, salah satu wilayah perkotaan di Pulau Jawa. Sasaran responden difokuskan pada perempuan dengan rentang usia 20–45 tahun, berprofesi sebagai mahasiswa, karyawan, dan ibu rumah tangga, berjumlah 30 orang yang tinggal di kos, rumah pribadi, maupun rumah orang tua. Komposisi tersebut dipilih agar representatif terhadap ragam pemakaian dalam keseharian. Pengambilan data lapangan dijalankan ketika penulis sedang menempuh studi pascasarjana, sedangkan pengolahan data, uji validasi statistik, dan finalisasi naskah publikasi diselesaikan setelah penulis berkarir di Universitas Ibnu Sina, Batam.

## 2.2 Pengumpulan *Voice of Customer*

Tahap awal pengumpulan data dijalankan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada 30 orang responden, dengan tujuan menjangkau masukan beserta usulan untuk perancangan troli tabung gas LPG ukuran 3 kg dan 12 kg. Hasil pengisian kuesioner memperlihatkan ragam keinginan customer dengan beberapa kesamaan pola, sehingga ketika disortir diperoleh sejumlah 9 atribut *voice of customer* yang menjadi titik tolak rancangan.

## 2.3 Penerapan Metode Kano

Pengumpulan data berbasis metode Kano diwujudkan melalui kuesioner yang memuat pasangan pertanyaan saling berlawanan, yakni pandangan *customer* tentang tingkat kepuasan saat suatu atribut hadir dalam bentuk fitur positif, dan sebaliknya bila atribut tersebut absen (fitur negatif) (Stiyono et al., 2022). Pada fase pengolahan, derajat kepuasan *customer* dihitung dengan memberi bobot pada setiap jawaban: skor 5 untuk sangat suka, 4 untuk suka, 3 untuk biasa saja, 2 untuk tidak suka, dan 1 untuk sangat tidak suka. Untuk memetakan kategori atribut, dipakai rumus *Blauth's* formula dengan ketentuan berikut:

1. Apabila jumlah bobot  $(A+M+O) < \text{jumlah bobot } (I+R+Q)$ , maka kategori dipilih dari bobot tertinggi di antara I, R, dan Q.
2. Apabila jumlah bobot  $(A+M+O) > \text{jumlah bobot } (I+R+Q)$ , maka kategori dipilih dari bobot tertinggi di antara A, M, dan O.
3. Apabila jumlah bobot  $(A+M+O)$  sama dengan jumlah bobot  $(I+R+Q)$ , maka kategori dipilih dari bobot tertinggi di antara A, M, O, I, R, dan Q.

*Output* dari pengolahan kuesioner berikutnya diklasifikasikan ke dalam tabel evaluasi Kano. Respons untuk pertanyaan berfitur positif ditempatkan pada kolom *functional*, sementara respons untuk pertanyaan berfitur negatif diletakkan pada kolom *disfunctional* (Stiyono et al., 2022). Bentuk tabel evaluasi metode Kano dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Evaluasi Kano

Fungsional/ Disfungsional	1. Suka	2. Mengharap	3. Netral	4. Toleransi	5. Tidak Suka
1. Suka	Q	A	A	A	O
2. Mengharap	R	I	I	I	M
3. Netral	R	I	I	I	M
4. Toleransi	R	I	I	I	M
5. Tidak Suka	R	R	R	R	Q

Sumber: Stiyono et al. (2022)

Penjelasan kategori dari tabel evaluasi tersebut adalah sebagai berikut. Kategori A (*Attractive*) merepresentasikan situasi ketika fungsi produk yang melampaui ekspektasi mendongkrak kepuasan *customer*, sementara kepuasan tidak menurun saat fungsi produk normal. Kategori M (*Must be*) terjadi bila kinerja produk gagal memenuhi standar minimum sehingga kepuasan *customer* turun, dan kepuasan tidak akan terdorong walau produk bekerja dengan baik. Kategori O (*One dimensional*) berarti naiknya kinerja produk diikuti naiknya kepuasan *customer* secara linier. Kategori I (*Indifferent*) tidak memberi pengaruh terhadap kepuasan *customer*, baik dalam keadaan fungsional maupun *disfunctional*. Kategori R (*Reverse*) menandakan adanya ketidakcocokan antara fungsi produk dengan kepuasan *customer*. Kategori Q (*Questionable*) muncul ketika jawaban *customer* tidak sinkron dengan pertanyaan yang diajukan. Interpretasi *customer satisfaction coefficient* dilakukan dengan formula sebagai berikut (Stiyono et al., 2022; Zyahri & Purnomo, 2020):

$$SI = \frac{(A + O)}{(A + O + M + I)} \quad (1)$$

$$DI = \frac{(M + O)}{(A + O + M + I) \times (-1)} \quad (2)$$

Keterangan:

SI = Satisfaction Index

DI = Dissatisfaction Indeks

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil pengumpulan data melalui kuesioner, tingkat kepuasan customer terhadap produk troli tabung gas LPG ukuran 3 kg maupun 12 kg yang dievaluasi memakai metode Kano memproduksi sejumlah atribut yang dapat dikelompokkan ke dalam kategori *attractive*, *one dimensional*, serta *indifferen*, ketiganya menjadi titik fokus dalam fase perancangan desain. Rekapitulasi hasil pengumpulan data berdasarkan tingkat kepuasan dan ketidakpuasan *customer* terhadap troli tabung gas LPG ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Voice of Customer

No.	Atribut	Deskripsi Produk	Cara Kerja Produk
1.	Desain ergonomis	Ukuran tinggi <i>handle</i> troli yaitu 95 cm, ukuran genggam handle sebesar 8,6 cm.	Alat bantu troli untuk mengangkat tabung gas LPG 3-12 kg, didesain ergonomis dengan pendekatan antropometri sesuai kebutuhan pengguna.
2.	Tahan lama	Material troli menggunakan besi atau baja.	Material besi atau baja digunakan agar troli lebih kuat dan tahan lama.
3.	Kuat	Ukuran badan troli disesuaikan dengan tabung gas LPG 12 kg. Alas troli dirancang berongga dengan kerangka tambahan di bawah alas.	Alas berongga dan kerangka tambahan menahan beban hingga 18 kg sehingga troli tidak terjatuh atau bising. Mampu menopang tabung 3-12 kg.
4.	Aman	Pada badan troli terdapat rangka penyangga dengan engsel dan pengunci.	Mempermudah pengguna memasukkan tabung dan mencegah tabung jatuh saat troli digunakan.
5.	<i>Handle</i>	Pengguna dapat menaikkan atau menurunkan handle sesuai tinggi badan.	<i>Handle</i> dapat dinaik-turunkan layaknya <i>handle</i> koper.
6.	Anti selip	Terdapat lapisan anti selip berbahan karet pada pegangan <i>handle</i> .	Memudahkan pengguna memegang <i>handle</i> , mencegah licin atau pegal saat membawa tabung gas LPG.
7.	Mempunyai rem	Terdapat dua roda PU rem ukuran 2 inci.	Roda rem mencegah troli bergerak atau terjatuh saat tabung dimasukkan dan diturunkan.
8.	Naik-turun tangga	Terdapat enam roda PU hidup ukuran 3 inci berbentuk triangular.	Memudahkan pengguna saat membawa troli naik-turun tangga.
9.	Warna	Cat chrome diaplikasikan pada troli untuk memperindah penampilan.	Cat chrome disemprotkan pada troli sebagai finishing warna.

Pada Tabel 2 dijabarkan sembilan atribut hasil dari proses *voice of customer* dalam perancangan desain troli tabung gas LPG dengan pendekatan metode Kano. Atribut yang teridentifikasi meliputi desain ergonomis yang berlandaskan dimensi tubuh manusia pada bagian tinggi dan genggam *handle*. Untuk parameter tinggi *handle* troli, dipakai dimensi tinggi pinggul dengan persentil 99th, yang menghasilkan ketinggian handle sebesar 95 cm. Pilihan persentil 99th didasarkan pada pertimbangan agar *handle* tetap dapat dioperasikan oleh *customer* bertubuh besar (dengan tinggi pinggul yang tinggi), tanpa menimbulkan masalah bagi customer berpostur lebih kecil. Sementara itu, dimensi lebar tangan dijadikan rujukan dalam merancang ukuran genggam *handle* dengan persentil 50th, yang menghasilkan ukuran genggam 8,6 cm. Pilihan persentil 50th dilatarbelakangi tujuan agar *handle* bisa dipakai oleh *customer* dengan tangan berukuran besar maupun kecil tanpa perbedaan pengalaman yang signifikan. Untuk atribut tahan lama dan kuat, material troli menggunakan logam besi atau baja sehingga struktur troli menjadi lebih kokoh dan awet, sebab ukuran badan troli disesuaikan dengan dimensi tabung gas LPG 12 kg yang beratnya 15,1 kg. Alas troli dirancang dalam bentuk berongga,

dilengkapi dengan kerangka tambahan pada bagian bawah, yang berfungsi mengurangi beban total sekaligus memudahkan pengguna saat memindahkan tabung di atas troli.

Untuk atribut aman, di badan troli ditambahkan rangka penyangga yang dilengkapi engsel beserta pengunci. Bagian-bagian ini berperan ganda untuk mempermudah *customer* saat memasukkan tabung gas LPG ke troli, sekaligus mencegah jatuhnya tabung selama troli dipaka, sehingga peluang terjadinya kecelakaan kerja dapat diminimalkan. Atribut *handle* dibuat agar dapat dinaik-turunkan menyerupai *handle* koper, sehingga ketinggiannya dapat disetel mengikuti preferensi pengguna. Pegangannya juga dilapisi karet anti selip untuk menambah kenyamanan dan mencegah selip akibat tangan berkeringat. Atribut rem direalisasikan menggunakan dua roda PU rem berdiameter 2 inci yang fungsinya menahan pergerakan dan mencegah troli terjatuh ketika tabung gas LPG dimasukkan ataupun diturunkan. Untuk atribut naik-turun tangga, diaplikasikan enam roda PU hidup berdiameter 3 inci yang dirangkai dengan formasi *triangular*, sehingga troli lebih lincah dioperasikan pada lokasi bertangga. Sedangkan atribut warna diwujudkan melalui *finishing* cat chrome yang disemprotkan secara merata ke seluruh permukaan troli, semata-mata untuk meningkatkan estetika visual produk. Lebih lanjut, data hasil pengolahan kuesioner kemudian disusun ke dalam tabel evaluasi model Kano untuk dilanjutkan dengan proses perhitungan, sebagaimana terlihat pada Tabel 3.

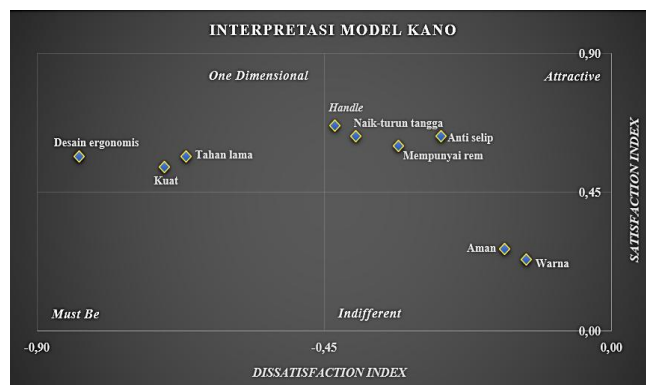
Tabel 3. Hasil Pengelompokkan Model Kano

No.	Atribut	A	M	O	I	R	Q	SI	DI	A+M+O	I+R+Q	Kategori
1.	Desain ergonomis	2	10	15	3	0	0	0,57	-0,83	27	3	O
2.	Tahan lama	4	7	13	6	0	0	0,57	-0,67	24	6	O
3.	Kuat	3	8	13	6	0	0	0,53	-0,70	24	6	O
4.	Aman	5	2	3	20	0	0	0,27	-0,17	10	20	I
5.	Handle	13	6	7	4	0	0	0,67	-0,43	26	4	A
6.	Anti selip	14	3	5	8	0	0	0,63	-0,27	22	8	A
7.	Mempunyai rem	15	7	3	5	0	0	0,60	-0,33	25	5	A
8.	Naik-turun tangga	15	8	4	3	0	0	0,63	-0,40	27	3	A
9.	Warna	5	2	2	21	0	0	0,23	-0,13	9	21	I

Proses pengelompokan tersebut menghasilkan tiga kategori dengan total sembilan atribut yang ke depan akan dikembangkan agar memenuhi kepuasan *customer*.

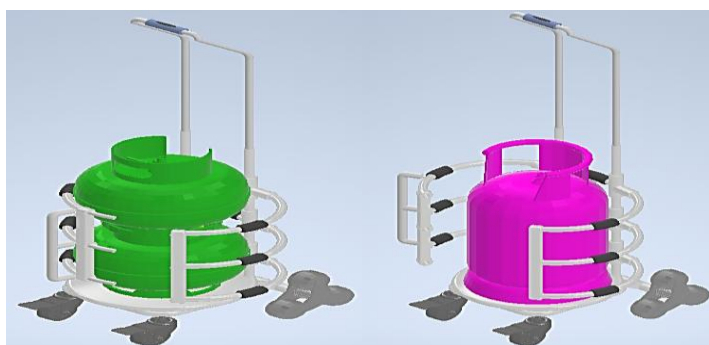
- Pada kategori *attractive* (A) tergolong atribut mempunyai rem, naik-turun tangga, *handle*, dan anti selip. Kehadiran atribut-atribut ini berdampak besar terhadap peningkatan kepuasan *customer*.
- Pada kategori *one dimensional* (O), tercakup atribut desain ergonomis, kuat, dan tahan lama. Kehadiran atribut ini memuaskan *customer*, sementara ketidakhadirannya akan menyebabkan penurunan kepuasan.
- Pada kategori *indifferent* (I), termasuk atribut warna dan aman. Ada tidaknya atribut ini tidak memberi pengaruh langsung terhadap kepuasan *customer*.
- Sementara itu, tidak ada atribut yang teridentifikasi masuk ke dalam kategori *must be* (M), *reverse* (R), atau *questionable* (Q).

Tahap berikutnya adalah perhitungan nilai *satisfaction index* dan *dissatisfaction index* untuk mengukur tingkat kepuasan *customer*. Hasil perhitungan menunjukkan *satisfaction index* bernilai 0,45 dan *dissatisfaction index* bernilai 0,90. Sebaran posisi tiap atribut secara grafis disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Interpretasi Model Kano

Gambar 1 memperlihatkan letak masing-masing atribut yang ditentukan berdasarkan derajat kepuasan dan ketidakpuasan *customer*. Pada kuadran satu (*attractive*) terhitung empat atribut, yakni mempunyai rem, naik-turun tangga, *handle*, dan anti selip. Kuadran dua (*one dimensional*) memuat tiga atribut, yakni desain ergonomis, kuat, serta tahan lama. Pada kuadran tiga (*indifferent*) terdapat dua atribut, yaitu warna dan aman, sedangkan kuadran empat (*must be*) tidak memiliki satu pun atribut. Sembilan atribut yang teridentifikasi tersebut selanjutnya diolah menjadi rancangan desain troli tabung gas LPG sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Pengaplikasian Tabung Gas LPG 3 kg dan 12 kg

Studi ini menghasilkan tiga aspek utama yang menjadi pilar perancangan, yaitu aspek ergonomi, keselamatan, dan keamanan pengguna. Aspek ergonomi dimanifestasikan melalui *handle* yang ketinggiannya dapat disetel sesuai pengguna, serta pegangan karet anti selip yang menambah kenyamanan sekaligus mengurangi kelelahan pada penggunaan berdurasi panjang. Aspek keselamatan dan keamanan diaplikasikan pada badan troli yang ukurannya diselaraskan dengan dimensi tabung 3 kg hingga 12 kg, dengan kelengkapan rangka penyangga, pintu engsel berpengunci, alas troli, dan rangka penopang di bagian bawah. Tujuan dari rancangan ini adalah memastikan troli yang kuat, stabil, tidak mudah terguncang maupun terjatuh, dan minim menimbulkan kebisingan saat dioperasikan.

Validasi terhadap rancangan dilakukan dengan menerapkan uji *marginal homogeneity* pada taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$ , dengan maksud melihat perbedaan antara troli yang telah beredar di pasar dengan troli rancangan baru oleh peneliti. Rekap hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Marginal Homogeneity

No.	Atribut	Nilai Signifikan
1.	Desain ergonomis	0,002
2.	Tahan lama	0,003
3.	Kuat	0,001
4.	Aman	0,001

No.	Atribut	Nilai Signifikan
5.	Handle	0,000
6.	Anti selip	0,000
7.	Mempunyai rem	0,002
8.	Naik-turun tangga	0,000
9.	Warna	0,003

Berdasarkan Tabel 4, kesembilan atribut yang mencakup desain ergonomis, tahan lama, kuat, aman, *handle*, anti selip, mempunyai rem, naik-turun tangga, dan warna memiliki nilai signifikansi yang berada pada rentang 0,000 hingga 0,003. Karena seluruh nilai signifikansi tersebut  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima untuk setiap atribut. Hasil ini mengonfirmasi adanya perbedaan yang signifikan antara desain troli yang telah beredar di pasaran dengan rancangan troli tabung gas LPG yang dikembangkan dalam studi ini. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa atribut-atribut hasil pendekatan metode Kano valid untuk dipakai sebagai kriteria yang dikehendaki *customer* dalam rancangan troli tabung gas LPG.

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

Mengacu pada hasil rancangan troli tabung gas LPG yang dijalankan menggunakan metode Kano, teridentifikasi sembilan atribut yang berasal dari voice of customer. Sebanyak empat atribut tergolong kategori *attractive*, yaitu rem, kapasitas naik-turun tangga, *handle*, beserta anti selip. Tiga atribut termasuk kategori *one dimensional*, meliputi desain ergonomis, kuat, dan tahan lama; sedangkan dua atribut sisanya tergolong *indifferent*, yaitu warna dan keamanan. Seluruh atribut tersebut menjadi pijakan dalam pengembangan rancangan troli. Pengujian *marginal homogeneity* menghasilkan nilai signifikansi pada rentang 0,000–0,003 ( $< 0,05$ ), sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Temuan ini mengindikasikan adanya perbedaan signifikan antara desain troli yang sudah ada di pasar dengan rancangan troli baru yang diajukan. Produk yang dihasilkan dari studi ini adalah troli tabung gas LPG yang aman serta nyaman digunakan baik untuk keperluan rumah tangga maupun pemakaian sehari-hari, dengan fitur unggulan mencakup penyangga dan pengunci tabung, sistem rem roda, kemampuan beroperasi di area bertangga, *handle* yang dapat disetel ketinggiannya dengan lapisan anti selip, desain ergonomis yang kuat dan awet, serta *finishing* cat chrome untuk meningkatkan nilai estetika. Pendekatan rancangan secara keseluruhan mengarah pada peningkatan kepuasan customer sekaligus pengurangan ketidakpuasannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, M. S., & Setiawan, H. (2022). Perancangan Troli Galon Berbasis Ergonomic Function Deployment (EFD). *JURNAL REKAYASA INDUSTRI (JRI)*, 4(1), 20–28. <https://doi.org/10.37631/jri.v4i1.430>
- Iskandar, M. N., & Janari, D. (2021). Usulan Desain Troli Barang Menggunakan Pendekatan Antropometri Dan Ergonomi Partisipatori (Studi Kasus PT. Mataram Tunggal Garment). *Industry Xplore*, 6(2), 57–66. <https://doi.org/10.36805/teknikindustri.v6i2.1745>
- Isworo, E., Sujana, I., & Prawatya, Y. E. (2020). *RANCANG BANGUN MESIN PENGERING LADA DENGAN MENGGUNAKAN METODE KANSEI ENGINEERING DAN KANO*.
- Lawi, A., Bora, M. A., Arifin, R., Andriani, M., Jumeno, D., Ahmadi, H., Purbawati, R., Mubina, F., Fatin, D., Didin, S., Oktavera, R., Santoso, H., & Kusmindari, C. D. (2023). *ERGONOMI INDUSTRI*. [www.globaleksekitifteknologi.co.id](http://www.globaleksekitifteknologi.co.id)
- Li, M., & Zhang, J. (2021). Integrating Kano Model, AHP, and QFD Methods for New Product Development Based on Text Mining, Intuitionistic Fuzzy Sets, and Customers Satisfaction. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2021/2349716>

- Nashida, A. A., Nuriyadi, D. A., Prameswari, N. S., Senthika, I. P., Rahma, Z. N., & Imran, R. A. (2024). Perancangan Troli Ergonomis sebagai Alat Bantu Angkut Karung dengan Quality Function Deployment pada Penggilingan Padi Sri Rezeki di Banyumas. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 8(1), 60. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v8i1.1715>
- Nugroho, A., Nugroho, S., & Mulyono, K. (2021). Analisis Penanganan Postur Kerja Manual Material Galon Menggunakan Metode Rapid Entire Body Assessment. *JENIUS : Jurnal Terapan Teknik Industri*, 2(2), 75–88. <https://doi.org/10.37373/jenius.v2i2.145>
- Pambudi, S. R., & Febiyani, A. (2022). Usulan Pengembangan Desain Troli Set-Up Wire Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD) Pada PT. XYZ. *Jurnal TRINISTIK: Jurnal Teknik Industri, Bisnis Digital, Dan Teknik Logistik*, 1(1), 44–50. <https://doi.org/10.20895/trinistik.v1i1.433>
- Pratama, B. W. N., Herlianti, R., & Ikatrinasari, Z. F. (2024). Perancangan Meja Kerja Ergonomis Dengan Metode Antropometri pada Proses Inspection Checking Output Green Tire di Perusahaan X. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 23(2), 141. <https://doi.org/10.20961/performa.23.2.84759>
- Rusnita, E., & Mansyur, S. (2026). Re-Design Alat Bantu Pengangkut Galon Air Untuk Ibu Rumah Tangga Berbasis Anthropometri. *Metode : Jurnal Teknik Industri*, 12(1), 143–153. <https://doi.org/10.33506/mt.v12i1.5444>
- Salvendy, G., & Karwowski, W. (Eds.). (2021). *HANDBOOK OF HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS* (5th ed.). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119636113>
- Sari, T. N., Muti, A. A., & Ahmad, N. H. (2022). ANALISIS RISIKO ERGONOMI PADA PEKERJA OFFICE BOY DI PT. XYZ (STUDI KASUS PENDISTRIBUSIAN AIR GALON). *JURNAL REKAYASA SISTEM INDUSTRI*, 7(2), 84–93. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v7i2.5498>
- Shan, H., Fan, X., Long, S., Yang, X., & Yang, S. (2022). An Optimization Design Method of Express Delivery Service Based on Quantitative Kano Model and Fuzzy QFD Model. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2022(1). <https://doi.org/10.1155/2022/5945908>
- Stiyono, A., Sujana, I., & Prawatya, Y. E. (2022). RANCANG BANGUN ALAT PENGEPRES KALENG BEKAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE KANSEI ENGINEERING DAN METODE KANO. In *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System* (Vol. 6, Number 1). <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinUNTAN/issue/view/1749>
- Suhendar, A., Sinaga, A. B., Firmansyah, A., Supriyadi, S., & Kusmasari, W. (2023). Analisis Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerjaan Pengangkutan Galon Air Mineral. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 9(1), 71–78. <https://doi.org/10.30656/intech.v9i1.5641>
- Sutoni, A., & Ramadian, P. (2019). Analisis Kepuasan Konsumen dan Pengembangan Produk Menggunakan Metode Kano dan House of Quality. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC 2019 (7th IDEC)*.
- Violante, M. G., Vezzetti, E., & Nonis, F. (2020). *Customer Oriented Product Design* (C. Kahraman & S. Cebi, Eds.; Vol. 279). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-42188-5>
- Yulianto, D., Krisdiana, F., Tedja Bhirawa, W., & Arianto, D. B. (2021). *PERANCANGAN ULANG TROLI GALON AIR MINERAL KAPASITAS 2 (DUA) GALON DENGAN RODA ENAM YANG ERGONOMI MENGGUNAKAN PENDEKATAN ANTHROPOMETRI*.
- Zyahri, M., & Purnomo, H. (2020). *PENGEMBANGAN DESAIN PRODUK TROLLEY MENGGUNAKAN METODE KANO*.

