ISSN 2338-7122

PENERAPAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) DALAM PENGEMBANGAN ALAT KESEHATAN: A LITERATURE REVIEW

Rakha Arkananta Rangkuti[1], Bezaleel Gabriel Saragih[2], Rosnani Ginting[3]
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara (USU), Medan, Indonesia
[1]Email: rakharangkuti@gmail.com

Abstrak

Pengembangan alat kesehatan menuntut keseimbangan antara kebutuhan pengguna klinis dan pasien, keselamatan, serta kelayakan manufaktur. Quality Function Deployment (QFD) banyak digunakan untuk menerjemahkan Voice of Customer (VoC) menjadi karakteristik teknis, namun sintesis penerapannya yang khusus pada alat kesehatan fisik masih terbatas. Kajian naratif ini memetakan jenis alat kesehatan yang dikembangkan dengan QFD, cara QFD dioperasionalkan, penerjemahan VoC, metode pendukung, perbandingan pendekatan, keterbatasan, dan celah penelitian, berdasarkan 21 studi primer (1999–2026). Hasil menunjukkan QFD paling banyak diterapkan pada instrumen diagnostik, alat mobilitas, dan prostetik/ortotik, umumnya pada fase awal (House of Quality) untuk memprioritaskan kebutuhan. Kombinasi dengan Kano, AHP/ANP, fuzzy, dan TRIZ berkembang untuk mengurangi subjektivitas pembobotan, sementara integrasi dengan FMEA, DFMA, dan Concurrent Engineering tidak ditemukan. Validasi umumnya berhenti pada prototipe atau pengujian teknis, bukan luaran klinis, dan konteks alat kesehatan berbiaya rendah di negara berkembang, termasuk Indonesia, masih jarang dikaji. Kajian ini merekomendasikan kerangka QFD multi-fase yang menghubungkan kebutuhan pengguna dengan risiko, kemampumanufakturan, dan biaya. Temuan ini relevan bagi peneliti dan perancang alat kesehatan yang ingin mengintegrasikan kebutuhan pengguna dengan pertimbangan manufaktur dan keselamatan sejak tahap awal desain.

Kata kunci: *quality function deployment*; *house of quality*; alat kesehatan; *voice of customer*; pengembangan produk

1. Pendahuluan

Alat kesehatan berbeda dari produk konsumen umum karena penggunanya berlapis: pasien, tenaga kesehatan, pendamping, dan teknisi, sementara kegagalan desain berdampak langsung pada keselamatan. Keterlibatan pengguna dalam pengembangan alat kesehatan sudah lama diakui penting, tetapi pelaksanaannya tidak mudah karena kebutuhan antarpemangku kepentingan dapat saling bertentangan. Karena itu, dibutuhkan metode terstruktur yang tidak hanya mengumpulkan kebutuhan pengguna tetapi juga menerjemahkannya secara terukur ke keputusan teknis.

QFD, yang dipopulerkan melalui konsep *House of Quality* (Hauser & Clausing, 1988), menjawab kebutuhan tersebut (Melgoza et al., 2012) Hauser & Clausing, 1988), dengan memetakan kebutuhan pelanggan (what) ke karakteristik teknis (how). Tinjauan umum QFD (Mascis et al., 2002) menunjukkan penerapannya yang luas di berbagai industri, namun kajian yang secara khusus menyintesis penggunaan QFD pada alat kesehatan fisik, terpisah dari layanan rumah sakit, masih jarang. Kajian ini mengisi celah tersebut dengan menjawab tujuh pertanyaan: jenis alat yang dikembangkan, cara QFD digunakan, mekanisme penerjemahan VoC, metode pendukung, perbandingan pendekatan dan hasil, keterbatasan, serta celah penelitian.

2. Metode Literature Review

Kajian ini menggunakan pendekatan narrative literature review, bukan systematic review, sehingga tujuannya adalah sintesis konseptual dan komparatif, bukan agregasi statistik atau

ISSN 2338-7122

protokol PRISMA. Penelusuran dilakukan pada literatur yang terindeks Scopus, Web of Science, PubMed/PMC, dan jurnal nasional, dengan kata kunci "quality function deployment", "house of quality", "medical device", "assistive device", "wheelchair", "prosthesis", "rehabilitation robot", dikombinasikan dengan "Kano", "AHP", "fuzzy", "TRIZ", "FMEA", "DFMA", dan "value engineering". Kriteria inklusi: (a) QFD/HoQ diterapkan pada perancangan, pengembangan, atau perbaikan alat kesehatan/alat bantu medis dan rehabilitasi berwujud fisik atau fisik-digital; (b) artikel jurnal atau prosiding bereputasi; (c) data bibliografis dapat diverifikasi. Kriteria eksklusi: penerapan QFD pada layanan rumah sakit, desain fasilitas, sistem pemeliharaan alat medis, dan produk nonmedis. Dari proses ini diperoleh 21 studi primer (Tabel 1), dianalisis secara tematik mengikuti tujuh pertanyaan kajian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tabel Review

Tabel 1 Ringkasan Artikel Terverifikasi tentang Penerapan QFD dalam Pengembangan Alat Kesehatan

No	Penulis & Tahun	Alat Kesehatan	Tujuan	Hasil	Research Gap
1	Asfour, Iakovou, & Cortes (1999) *A synthesis of QFD and robust design and its application in the medical device industry* (Asfour, n.d.)	Particle counter (instrumen lab klinis)	Menyintesis QFD dan robust design untuk industri alat kesehatan	Produk diharapkan sesuai regulasi, kompetitif, cepat dikembangkan, murah diproduksi dan dipelihara	Belum terhubung dengan Kano/multikriteria
2	Sharma (2012) *Optimised design and development of a bio-medical healthcare device through QFD* (Ren & Cha, 2025)	Kardiotokograf (CTG)	Mengungkap keterbatasan dan kompleksitas instrumen yang ada	Daftar fungsi CTG beserta bobot mentah dan skor prioritas	Prioritas belum diterjemahkan ke spesifikasi terukur
3	Melgoza, Serenó, Rosell, & Ciurana (2012) *An integrated parameterized tool for designing a customized tracheal stent* (Melgoza et al., 2012)	Stent trakea kustom	Merancang stent sesuai kebutuhan dokter, administrator RS, dan pasien	Bentuk stent disetujui dokter; ukuran dapat disesuaikan per pasien; konsep dicetak dengan Fab@Home	Belum ada validasi klinis dan biaya
4	Shih & Chen (2013) *A conceptual design of a mobile healthcare device: An application of three-stage QFD with ANP and TRIZ*(Shih & Chen, 2013)	Perangkat healthcare mobile	Desain konseptual perangkat masa depan	Fitur dan prioritasnya untuk perangkat mobile masa depan	Belum uji pengguna/prototipe
5	Wyss, Cleghorn, & Andrysek (2013) *Application of QFD for the development of a prosthetic knee joint* (Wyss et al., 2013)	Sendi lutut prostetik transfemoral	Mengembangkan lutut baru sesuai kebutuhan	Parameter desain yang paling efisien memenuhi kebutuhan pengguna teridentifikasi	Belum ada pembobotan multikriteria/fuzzy
6	Desai, Mantha, & Phalle (2017)	Kursi roda (India)	Memahami kebutuhan dan	Dari 11 parameter, tertinggi: transfer duduk-berdiri	Belum Kano/fuzzy; prototipe di studi lain

	Comprehensive needs assessment study and deployment of QFD targeted at new wheelchair design (Desai et al., 2017)		memprioritaskan parameter desain	13,90%, pencegahan dekubitus 12,60%, duduk-tidur 12,00%, sandaran multi-postur 11,20%	
7	Mistarihi, Okour, & Mumani (2020) *An integration of a QFD model with Fuzzy-ANP approach for determining the importance weights for engineering characteristics of the proposed wheelchair design* (Mistarihi et al., 2020)	Kursi roda manual	Menentukan bobot karakteristik teknis desain modifikasi	Kualitas material menjadi karakteristik teknis terpenting (bobot 0,43)	Biaya/manufakturabilitas belum tercakup
8	Neira-Rodado, Ortíz-Barrios, De la Hoz-Escorcia, Paggetti, Noffrini, & Fratea (2020) *Smart product design process through the implementation of a fuzzy Kano-AHP-DEMATEL-QFD approach* (Neira-rodado et al., 2020)	Alat bantu bedah penggantian pinggul	Memprioritaskan desain di bawah kebutuhan samar dan saling bergantung	Kebutuhan terpenting adalah isu kolateral; desain terbaik berupa perubahan kode	Pasien belum jadi sumber VoC
9	Li & Shi (2024) *Applied research on the design of protective clothing based on the Kano-QFD-PUGH method* (Li & Shi, 2024)	Pakaian pelindung medis	Meningkatkan pengalaman tenaga kesehatan	Konsep desain (detail belum terverifikasi)	Belum terverifikasi
10	Simarmata, Martawidjaja, Harito, & Tobing (2025) *Three-dimensional printed auxetic insole orthotics for flat foot patients with QFD/TRIZ/AHP methods* (Simarmata et al., 2025)	Insole ortotik 3D-print untuk kaki datar	Mengembangkan insole sesuai kebutuhan pasien	TPU dengan infill auxetik terbaik; simpangan baku distribusi beban 0,1434 dan beban maksimum turun 25,4%	Belum uji klinis dan biaya produksi
11	Ren & Cha (2025) *Optimization strategies for elderly hearing aid user satisfaction based on the Kano QFD integrated model and FAD*	Alat bantu dengar lansia	Kerangka kepuasan pengguna dua tahap	Sembilan faktor desain; peredam bising terpenting (IC 0,9140), lalu baterai (0,3416) dan bobot ringan (0,3219)	Belum sampai prototipe

ISSN 2338-7122

	theory (Ren & Cha, 2025)				
12	Zhewen, Yu, Zhuang, & Zhu (2025) *Design and functional validation of a needs-driven multifunctional integrated nursing wheelchair for elder individuals with disability* (Zhewen et al., 2025)	Kursi roda perawatan multifungsi	Memprioritaskan kebutuhan fungsional untuk desain teknik	Prototipe CAD dan uji fungsi menunjukkan frekuensi transfer pengguna berkurang	Perlu uji dengan pengguna sebenarnya
13	Li & Li (2024) *Age-appropriate design of domestic intelligent medical products: An example of smart blood glucose detector for the elderly with AHP-QFD Joint KE* (Shi & Xie, 2026)	Glukometer pintar rumah untuk lansia diabetes	Mengidentifikasi kebutuhan pengguna, desain, dan emosional lansia	Belum terverifikasi	Belum terverifikasi
14	Beckerle, Christ, Schürmann, Vogt, von Stryk, & Rinderknecht (2017) *A human–machine-centered design method for (powered) lower limb prosthetics*(Beckerle et al., 2017)	Prostetik tungkai bawah (lutut bertenaga)	Metode sistematis untuk memasukkan faktor manusia dalam desain prostetik	Penerapan pada lutut prostetik bertenaga menunjukkan perubahan yang jelas pada desain teknis	Transfer metode ke perangkat lain belum diuji dalam artikel ini
15	Jatmiko (2019) *Wheelchair's design development for disabled people in Yogyakarta, using quality function deployment method* (Jatmiko, 2019)	Kursi roda (Yogyakarta)	Menemukan kebutuhan penyandang disabilitas dan mengembangkan tipe baru	Empat kelompok kebutuhan: utilitas, estetika/keselamatan, fleksibilitas, sosial/psikologis	Belum terverifikasi
16	Olaya Escobar, Cortés Rodríguez, & Duarte Velasco (2005) *A Quality Function Deployment (QFD) approach to designing a prosthetic myoelectric hand* (Escobar, 2005)	Tangan prostetik mioelektrik	Menyajikan model QFD berbasis computing with words untuk konstruksi HoQ	Metodologi desain terilustrasi (detail belum terverifikasi)	Belum terverifikasi
17	Lutanto, Ubaidillah, Imaduddin, Choi, & Lenggana (2023) *Development of tiny vane-type magnetorheological brake considering*	Rem MR untuk ankle-foot orthosis	Membuat rem MR vane mungil; masih sedikit studi rem MR yang memakai QFD	Torsi 6,14 Nm (celah 1 mm, arus 0,5 A) hingga 46,71 Nm (celah 0,5 mm, arus 2 A)	Uji dengan pengguna/klinis belum ada

	quality function deployment(Lutanto et al., 2023)				
18	Jakaria, Lestari, Iswanto, Arifin, & Ibrahim (2023) *Implementasi metode QFD guna mendesain ulang walker untuk lansia* (Jakaria et al., 2023)	Walker lansia	Memperoleh desain walker ergonomis dan kepuasan pelanggan	Redesain walker dengan 16 atribut prioritas	Belum terverifikasi
19	Yu, Nelson, Huang, & Erden (2024) *Purpose-centered design of rehabilitation robots: A case study of a hand exoskeleton for assessing spasticity* (Yu et al., 2024)	Eksoskeleton tangan (asesmen spastisitas)	Strategi desain robot rehabilitasi untuk terapi dan asesmen penyakit tertentu	Strategi desain dengan studi kasus ilustratif; disebut dapat diadaptasi ke penyakit lain	Adaptasi ke penyakit/robot lain belum ditunjukkan
20	Saputra & Harito (2026) *Integration of QFD, TRIZ, and AHP for ankle-foot orthosis product development*	Ankle-foot orthosis	Model desain produk inovatif untuk AFO	Desain optimal diwujudkan dengan 3D printing (reverse engineering dan manufaktur aditif)	Belum terverifikasi
21	Shi dkk. (2026) *Age-friendly design of health detection integrated machine: A user requirement-driven approach* (Shi & Xie, 2026)	Mesin deteksi kesehatan terintegrasi untuk lansia	Menerjemahkan kebutuhan lansia menjadi elemen desain produk	Proses desain terpadu berbasis ANP, QFD, dan FBS	Cakupan responden lintas wilayah/budaya

3.2 Jenis Alat Kesehatan yang Dikembangkan

Dari 21 artikel, alat yang dikembangkan terbagi ke enam kelompok: instrumen diagnostik/pemantauan (6; kardiotokograf, particle counter, detektor glukosa, alat bantu dengar, perangkat healthcare mobile), prostetik/ortotik (6; lutut prostetik, tangan mioelektrik, ankle-foot orthosis, insole, rem MR), alat mobilitas (5; kursi roda, walker), robot/eksoskeleton rehabilitasi (2), alat bedah/implan (2), dan pakaian pelindung medis (1, kasus batas). Dominasi alat rehabilitasi dan alat bantu mengindikasikan QFD paling sering dipakai ketika pengguna akhir dapat dijangkau langsung dan kebutuhannya mudah diwawancarai.

3.3 Peran QFD dalam Proses Pengembangan

QFD berperan dalam tiga pola. Pertama, sebagai penentu spesifikasi desain: pada (Desai et al., 2017), kebutuhan seperti kemudahan transfer duduk-berdiri dan pencegahan dekubitus ditetapkan sebagai parameter desain kritis kursi roda berdasarkan HoQ dari 115 pengguna. Kedua, sebagai penyeleksi alternatif desain: pada (Neira-rodado et al., 2020), QFD dipakai pada langkah terakhir untuk memilih desain terbaik setelah kebutuhan dianalisis dengan fuzzy Kano, AHP, dan DEMATEL. Ketiga, sebagai kerangka awal sebelum pemodelan rekayasa: pada (Melgoza et al., 2012), kebutuhan dokter, administrator, dan pasien dipetakan dengan QFD dan attribute listing, kontradiksi diselesaikan dengan TRIZ, sebelum masuk ke alat parametrik dan pencetakan konsep. Hampir semua studi menempatkan QFD pada fase awal (HoQ fase I); model empat fase klasik yang diteruskan hingga kontrol produksi tidak diterapkan penuh dalam korpus ini, menunjukkan QFD lebih sering berfungsi sebagai alat prioritas daripada sistem deployment menyeluruh.

ISSN 2338-7122

3.4 Penerjemahan Voice of Customer menjadi Kebutuhan Teknis

Sumber VoC beragam: survei internasional (Wyss et al., 2013), data 115 pengguna (Desai et al., 2017), wawancara dan kunjungan rumah sakit (Melgoza et al., 2012), serta dokter ortopedi sebagai pelanggan akhir (Neira-rodado et al., 2020). Penerjemahan ke parameter teknis dilakukan melalui matriks relasi kebutuhan-parameter yang pengisiannya bergantung pada penilaian tim lintas fungsi. Subjektivitas ini diakui (Neira-rodado et al., 2020), yang menyebut QFD rentan terhadap ketidakkonsistenan pembobotan dan keterbatasan menilai dampak kebutuhan terhadap kepuasan — masalah yang mendorong kombinasi metode pada bagian berikut.

3.5 Metode yang Dikombinasikan dengan QFD

Tabel 2 Kombinasi Metode dengan QFD dalam Sampel

Metode	Nomor Jurnal	Fungsi Utama
Kano	8, 9, 11	Mengklasifikasi kebutuhan dan dampaknya pada kepuasan
AHP / ANP / Fuzzy ANP	4, 7, 8, 10, 13, 20, 21	Membobotkan kebutuhan; menangani ketergantungan antarkriteria
Fuzzy / linguistik	7, 8, 11, 16	Mengakomodasi ketidakpastian penilaian
TRIZ	3, 4, 10, 19, 20	Menyelesaikan kontradiksi atap HoQ; generasi alternatif desain
Robust design	1	Ketahanan desain, biaya, dan pemeliharaan
DEMATEL / FAD / PUGH / FBS / Kansei engineering	8 (DEMATEL), 11 (FAD), 9 (PUGH), 21 (FBS), 13 (Kansei)	Interdependensi kriteria, evaluasi, dan pemilihan konsep
FMEA, Value Engineering, DFMA, Concurrent Engineering	Tidak ditemukan dalam sampel	–

Kombinasi Kano-AHP-QFD sudah lazim pada desain ramah lansia, namun integrasi empat metode sekaligus (AHP, QFD, Kano, DEMATEL) pada alat kesehatan masih sangat terbatas menurut (Neira-rodado et al., 2020). Untuk FMEA, Value Engineering, DFMA, dan Concurrent Engineering, penelusuran ini tidak menemukan artikel yang menggabungkannya dengan QFD pada pengembangan alat kesehatan.

3.6 Perbandingan Pendekatan dan Perkembangan Penelitian

Ada tiga sumbu perbandingan. Pertama, cara membobotkan: HoQ murni pada (Desai et al., 2017), Fuzzy ANP pada (Mistarihi et al., 2020), dan Kano pada (Neira-rodado et al., 2020) serta (Ren & Cha, 2025). Kedua, jenis keluaran: daftar prioritas pada (Desai et al., 2017); konsep pada (Chyn & Lee, 1995) dan (Melgoza et al., 2012); prototipe/spesimen uji pada (Simarmata et al., 2025) dan (Zhewen et al., 2025). Ketiga, jenis validasi: pembobotan, pengujian beban/fungsi, dan penilaian dokter. Kepuasan pengguna atau luaran klinis yang terukur belum tampak pada studi yang metadatanya lengkap.

3.7 Keterbatasan Penelitian Terdahulu

Keterbatasan berulang: titik akhir sering berupa desain konseptual (Melgoza et al., 2012; Shih & Chen, 2013); validasi fungsional dilakukan peneliti sendiri sebagai pengguna uji (Zhewen et al., 2025); cakupan responden sering sempit, misalnya dokter sebagai pelanggan tunggal (Neira-rodado et al., 2020); faktor

ISSN 2338-7122

biaya dan manufakturabilitas jarang eksplisit dalam HoQ; pertimbangan regulasi lebih banyak dibahas di literatur praktisi daripada dimodelkan dalam artikel penelitian.

3.8 Research Gap dan Peluang Penelitian

Empat celah utama: (1) integrasi QFD dengan pendekatan produksi (DFMA, Concurrent Engineering) belum ditemukan pada alat kesehatan; (2) validasi terhadap pengguna sebenarnya dan luaran klinis masih minim; (3) integrasi manajemen risiko (FMEA) dan persyaratan regulasi ke dalam HoQ belum terlihat; (4) konteks alat terjangkau (low-cost) dan setting Indonesia masih jarang, hanya (Simarmata et al., 2025) dan (Lutanto et al., 2023) dari jurnal internasional, ditambah (Jatmiko, 2019) dan (Jakaria et al., 2023) dari publikasi nasional.. Peluang riset lanjutan mencakup kerangka QFD-DFMA-Concurrent Engineering untuk alat berbiaya rendah, pengkodean parameter regulasi dan risiko sebagai kolom HoQ, serta desain validasi dua tahap.

3.9 Posisi dan Kontribusi Kajian terhadap Review Terdahulu

Tinjauan QFD yang dirujuk dalam kajian ini, yaitu Mascis et al. (n.d.), bersifat lintas industri sehingga tidak memisahkan penerapan QFD pada alat kesehatan fisik dari penerapannya pada sektor lain. Akibatnya, belum tersedia sintesis yang secara khusus memetakan jenis alat kesehatan yang dikembangkan dengan QFD, fase QFD yang digunakan, mekanisme penerjemahan VoC, kombinasi metode pendukung, serta tingkat validasi pada alat kesehatan fisik, sebagaimana juga ditegaskan pada bagian pendahuluan. Kajian ini mengisi kekosongan tersebut dengan memetakan 21 studi primer ke dalam enam kelompok alat kesehatan dan membandingkan cara pembobotan, jenis keluaran, dan jenis validasi antarstudi.

Kontribusi kajian ini terletak pada empat hal. Pertama, kajian ini menunjukkan bahwa QFD pada alat kesehatan hampir selalu berhenti pada fase awal (HoQ fase I) sehingga lebih berfungsi sebagai alat prioritas daripada sistem *deployment* menyeluruh. Kedua, kajian ini memetakan kombinasi metode pendukung (Tabel 2) dan mengidentifikasi bahwa FMEA, *Value Engineering*, DFMA, dan *Concurrent Engineering* tidak ditemukan terintegrasi dengan QFD pada sampel. Ketiga, kajian ini menunjukkan bahwa validasi umumnya berhenti pada prototipe atau pengujian teknis, bukan luaran klinis, serta bahwa konteks alat berbiaya rendah di Indonesia masih jarang dikaji. Keempat, berdasarkan celah tersebut, kajian ini mengusulkan arah kerangka QFD multi-fase yang menghubungkan kebutuhan pengguna dengan risiko, biaya, dan kemampumanufakturan sebagai agenda penelitian lanjutan.

4. Kesimpulan

QFD telah diterapkan pada alat kesehatan selama lebih dari dua dekade, terutama pada instrumen diagnostik, alat mobilitas, dan prostetik/ortotik. Perannya dominan sebagai alat penentu prioritas pada fase perencanaan, dengan perkembangan metodologis mengarah ke model hibrida (Kano, AHP/ANP, DEMATEL, fuzzy) dan integrasi TRIZ. Pendalaman ke fase manufaktur, integrasi risiko, dan validasi prototipe masih tertinggal. Peluang kontribusi terbesar terletak pada kerangka QFD yang menghubungkan kebutuhan pengguna dengan risiko (FMEA), biaya (VE), dan kemampumanufakturan (DFMA), serta pada objek alat bedah/implan dan pakaian pelindung medis yang masih jarang dikaji.

5. Saran

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan mengembangkan kerangka QFD multi-fase yang secara eksplisit mengintegrasikan FMEA untuk manajemen risiko, Value Engineering untuk pertimbangan biaya, dan DFMA untuk kemampumanufakturan, serta menguji kerangka tersebut pada konteks alat kesehatan berbiaya rendah di Indonesia. Bagi praktisi dan perancang alat kesehatan, disarankan melibatkan pengguna akhir (pasien) secara langsung sebagai sumber Voice of Customer, tidak hanya tenaga medis, serta melanjutkan validasi hingga tahap pengujian klinis,

ISSN 2338-7122

bukan berhenti pada prototipe atau pengujian.

Referensi

Asfour, S. (n.d.). *A synthesis of quality function deployment and robust design and its application in the medical device industry*. *December 2014*, 37–41. https://doi.org/10.1080/08982119908962555

Beckerle, P., Christ, O., Schürmann, T., Vogt, J., Stryk, O. Von, & Rinderknecht, S. (2017). A human-machine-centered design method for (powered) lower limb prosthetics. *Robotics and Autonomous Systems*. https://doi.org/10.1016/j.robot.2017.05.004

Chyn, W., & Lee, S. H. (1995). *The Use of Arch Index to Characterize Arch Height : A Digital Image Processing Approach*. *1995*(9414807).

Desai, S., Mantha, S., & Phalle, V. (2017). *Research Paper: Comprehensive Needs Assessment Study and Deployment of QFD Targeted at New Wheelchair Design*. *15*(4), 377–388.

Escobar, E. S. O. (2005). *Despliegue de Función Calidad (QFD) apoyado mediante técnicas difusas : Caso prótesis mioeléctrica de mano * A Quality Function Deployment (QFD) approach to designing a*.

Hauser, J. R., & Clausing, D. (1988). *The House of Quality*.

Jakaria, R. B., Lestari, E. D., Haizal, N., Mat, B., & Ibrahim, M. Bin. (2023). *Implementasi Metode Quality Function Deployment (QFD) Guna Mendesain Ulang Walker Untuk Lansia*. *8*(1).

Jatmiko, H. A. (2019). *Wheelchair ' s Design Development for Disabled People in Yogyakarta , Using Quality Function Deployment Method*. *17*(Icoemis).

Li, H., & Shi, L. (2024). *Applied research on the design of protective clothing based on the Kano-QFD-PUGH method*. 1–20. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312045

Lutanto, A., Ubaidillah, U., Imaduddin, F., & Choi, S. (2023). *Development of Tiny Vane-Type Magnetorheological Brake Considering Quality Function Deployment*.

Mascis, A., Asratian, A. S., Werra, D. De, Bradley, J. R., Yang, P. C., Wee, H. M., Gierdrum, J., Azaiez, M. N., Mufiiz, M. A., Balas, E., & Referees, A. (2002). *Quality function deployment: A literature review Lai-Kow*.

Melgoza, E. L., Serenó, L., Rosell, A., & Ciurana, J. (2012). An integrated parameterized tool for designing a customized tracheal stent. *Computer-Aided Design*, *44*(12), 1173–1181. https://doi.org/10.1016/j.cad.2012.07.004

Mistarihi, M. Z., Okour, R. A., & Mumani, A. A. (2020). An integration of a QFD model with Fuzzy-ANP approach for determining the importance weights for engineering characteristics of the proposed wheelchair design. *Applied Soft Computing Journal*, *90*, 106136. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106136

Neira-rodado, D., Ort, M., & Hoz-escorcia, S. De. (2020). *Smart Product Design Process through the Implementation of a Fuzzy Kano-AHP-DEMATEL-QFD Approach*.

Ren, Y., & Cha, K. (2025). *Optimization strategies for elderly hearing aid user satisfaction based on the Kano QFD integrated model and FAD theory*. 1–23.

Shi, Y., & Xie, Y. (2026). *Age-friendly design of health detection integrated machine : A user requirement-driven approach*. 1–22.

Shih, H., & Chen, S. (2013). *A Conceptual Design of a Mobile Healthcare Device-An Application of Three-stage QFD with ANP and TRIZ*. *10*(2), 80–91.

Simarmata, T. P., Martawidjaja, M., & Harito, C. (2025). *Three-Dimensional Printed Auxetic Insole Orthotics for Flat Foot Patients with Quality Function Development / Theory of Inventive Problem Solving / Analytical Hierarchy Process Methods*.

Wyss, D., Cleghorn, W. L., & Andrysek, J. (2013). *Application of Quality Function Deployment for the Development of a Prosthetic Knee Joint*. *1*(1), 67–75.

Yu, H., Nelson, A., Huang, Z., & Suphi, M. (2024). Purpose-centered design of rehabilitation robots : a case study of a hand exoskeleton for assessing spasticity ScienceDirect Purpose-centered design of rehabilitation robots : a case study of a hand exoskeleton for assessing spasticity. *Procedia CIRP*, *128*, 227–232. https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.06.019

Zhewen, Z., Hongliu, Y., Zhijie, Z., & Xuanrui, Z. (2025). *Design and functional validation of a needs-driven multifunctional integrated nursing wheelchair for elder individuals with disability*. *4*.