

RANCANGAN ALAT ANTROPOMETRI STADIOMETER DIGITAL BERBASIS SENSOR MIKROKONTROLER

*Arya Mahendra¹, Rifky Ismail², Budi Setiyana²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, S.H., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: aryamahendra78@outlook.com

Abstrak

Anthropometry adalah ilmu yang mempelajari tentang pengukuran tubuh manusia. *Stunting* atau gangguan pertumbuhan pada anak adalah permasalahan kesehatan yang serius di beberapa negara berkembang termasuk di Indonesia, oleh karena itu dalam penelitian ini peneliti akan melakukan rancang bangun alat antropometri berupa stadiometer yang berbasis sensor mikrokontroler dengan memperhatikan kebutuhan anak, orangtua, dan tenaga kesehatan. Metode penelitian kali ini dimulai dengan identifikasi kebutuhan pelanggan, penetapan spesifikasi target, penyusunan dan pemilihan konsep desain, pembuatan prototipe dan pengujian prototipe. Stadiometer yang dirancang dengan baik, mudah digunakan, dan terjangkau dapat membantu meningkatkan akurasi pengukuran panjang anak dan mendeteksi dini adanya gangguan pertumbuhan. Dengan demikian, diharapkan dapat mencegah atau mengurangi angka *stunting* pada anak di Indonesia. Dalam penelitian ini, peneliti berharap dapat menghasilkan prototipe stadiometer yang akurat sesuai standar pengukuran, aman, nyaman dan mudah digunakan, serta terjangkau. Stadiometer ini juga diharapkan dapat mudah untuk dibawa, digunakan dan fitur tambahan yang dapat meningkatkan efektifitas pengukuran dan pencegahan *stunting* di Indonesia.

Kata kunci: *anthropometry; pengukuran tubuh; quality function deployment; stadiometer; stunting*

Abstract

Anthropometry is a science that studies the measurement of the human body. Stunting or growth disorders in children is a serious health problem in several developing countries, including Indonesia, therefore in this research researchers will design an anthropometric tool in the form of a stadiometer based on a microcontroller sensor by taking into account the needs of children, parents and health workers. This research method begins with identifying customer needs, determining target specifications, compiling and selecting design concepts, making prototypes and testing prototypes. A well-designed, easy-to-use and affordable stadiometer can help improve the accuracy of measuring a child's length and detect early growth disorders. In this way, it is hoped that it can prevent or reduce stunting rates in children in Indonesia. In this research, researchers hope to produce a stadiometer prototype that is accurate according to measurement standards, safe, comfortable and easy to use, and affordable. It is also hoped that this stadiometer will be easy to carry and use and will have additional features that can increase the effectiveness of measuring and preventing stunting in Indonesia.

Keywords: *anthropometry; body measurements; quality function deployment; stadiometer; stunting*

1. Pendahuluan

Stunting atau gangguan pertumbuhan pada anak adalah permasalahan kesehatan yang serius di beberapa negara berkembang termasuk di Indonesia. *Stunting* dapat diakibatkan oleh kekurangan gizi dan nutrisi dalam rentang waktu yang lama. Oleh karena itu, pengukuran panjang badan anak dengan menggunakan stadiometer sangat penting untuk mendeteksi dini adanya gangguan pertumbuhan dan pencegahan *stunting*. [1]. Antropometri atau ukuran tubuh manusia adalah salah satu ilmu untuk menilai langsung status gizi individu, khususnya kondisi energi dan kandungan protein tubuh (Anwar dkk, 2019). Akibatnya, antropometri sering digunakan sebagai indikator status gizi untuk masalah KEP (Ketidakcukupan Energi Protein) yaitu kekurangan energi dan protein. Antropometri dapat disebabkan oleh beberapa alasan, diantaranya masalah genetik dan alasan lingkungan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi antropometri adalah konsumsi makanan dan kesehatan (adanya infeksi). Antropometri dan keadaan fisik merupakan hal penting yang mempengaruhi perkembangan aktifitas psikomotor manusia (Allsabah, 2020). [2]. parameter antropometri adalah sebuah dasar yang berasal dari penilaian status gizi manusia. Perpaduan beberapa aspek pengukuran dikenal sebagai Indeks Antropometri. Berat badan menurut usia (BB/U), tinggi badan menurut usia (TB/U), dan berat badan terhadap tinggi badan (BB/TB) adalah tiga indeks pengukuran dimensi tubuh manusia yang paling umum digunakan. Faktor yang menyebabkan anak menderita *stunting* yaitu bisa didapati berat dan tinggi badan dibawah standar normal. Untuk acuan nilai tinggi dan berat badan anak pada umumnya berikut tercantum pada Tabel 1 dan Tabel 2 dibawah ini. [3].

Tabel 1. Standar Deviasi Tinggi Badan menurut Umur Anak Laki-Laki

Umur (Tahun)	Tinggi Badan (Cm)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD
1.	68.6	71.0	73.4	75.7	78.1	80.5	82.9
2.	78.0	81.0	84.1	87.1	90.2	93.2	96.3
3.	85.0	88.7	92.4	96.1	99.8	103.5	107.2
4.	90.7	94.9	99.1	103.3	107.5	117.7	115.9
5.	96.1	100.7	105.3	110.0	114.6	119.2	123.9

Tabel 2. Standar Deviasi Tinggi Badan menurut Umur Anak Perempuan

Umur (Tahun)	Tinggi Badan (Cm)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD
1.	66.3	68.9	71.4	74.0	76.6	79.2	81.7
2.	76.0	79.3	82.5	85.7	88.9	92.2	95.4
3.	83.6	87.4	91.2	95.1	98.9	102.7	106.5
4.	89.8	94.1	98.4	102.7	107.7	111.3	115.7
5.	95.2	99.9	104.7	109.4	114.2	118.9	123.7

Stadiometer merupakan alat yang berfungsi sebagai pengukur panjang anak. Perhitungan panjang anak merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian pertumbuhan dan perkembangan anak. Pengukuran yang sesuai dan tepat waktu sangat penting untuk memantau perkembangan anak dan mendeteksi dini adanya gangguan pertumbuhan [4].

Dalam perancangan ini, peneliti ingin merancang dan mengembangkan stadiometer yang lebih baik dengan memperhatikan kebutuhan anak dan orangtua. Selain itu, peneliti akan melakukan uji coba untuk memastikan bahwa alat yang peneliti rancang memenuhi standar pengukuran yang diakui secara internasional serta aman dan nyaman untuk anak yang diukur. Stadiometer ini juga diharapkan dapat mudah untuk dibawa, dapat mudah untuk digunakan dan fitur tambahan yang dapat meningkatkan efektifitas pengukuran.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat proses yang perlu dilakukan agar penelitian dapat dengan mudah dipahami. Gambar 1 adalah tahapan yang akan dilakukan untuk penelitian alat stadiometer digital. Penelitian dilakukan di Scratch Robotic, Klaten.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Objek penelitian kali ini yaitu pada produk alat stadiometer digital yang digunakan untuk membantu proses pengukuran dimensi tubuh manusia dalam upaya pencegahan *stunting*. Ketika mendesain atau merancang produk alat stadiometer digital tidak hanya memenuhi fungsinya saja, namun juga memperhatikan kebutuhan pelanggan seperti halnya produk dapat lebih ringan, fleksibel, mudah dioperasikan dan mudah dibawa kemana-mana, sehingga pasien/pelanggan akan senang menggunakan alat tersebut.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Pernyataan Misi Produk

Stadiometer adalah alat pengukur tinggi, berat dan lingkaran kepala anak yang berbasis sensor potensiometer *rotary*. Alat ini dirancang untuk membantu deteksi dini *stunting* pada anak. Dengan akurasi pengukuran yang tinggi, alat ini dapat membantu dokter dan perawat dalam mengukur tinggi, berat dan lingkaran kepala anak secara praktis dan mudah. Selain itu, alat ini juga dirancang agar mudah dibawa dan disimpan. Sebelum membuat atau merancang produk, harus mempunyai misi yang jelas. Misi dari produk yang akan dibuat dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Pernyataan misi produk yang akan dibuat

Pernyataan misi : Stadiometer Digital	
Deskripsi produk	a. Stadiometer untuk mengukur tinggi, berat, dan lingkaran kepala anak b. Mudah untuk digunakan c. Tujuannya untuk mendeteksi gejala <i>stunting</i> pada anak
Pasar primer	a. Puskesmas dan Posyandu b. Pihak medis atau Rumah Sakit
Pasar sekunder	a. Masyarakat umum
Asumsi dan batasan	a. Alat universal, mudah digunakan banyak orang b. Material utama dari akrilik c. Bersifat portabel d. Data hasil pengukuran mudah dibaca pada layar digital
Pihak terkait atau <i>stakeholder</i>	a. Orangtua dan anak dalam pengawasan <i>stunting</i> b. Rumah sakit dan dokter anak c. Perancang atau pendesain

3.2 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Dalam rangka merancang dan mengembangkan stadiometer digital, langkah identifikasi kebutuhan pelanggan penting dilakukan. Hal ini bertujuan untuk memahami kebutuhan pasien, tenaga ahli dalam pengukuran stadiometer, dan mengkomunikasikan kebutuhan tersebut kepada peneliti. Kemudian kebutuhan tersebut dimasukkan ke dalam organisasi kebutuhan dalam hierarki. Kategori yang termasuk dalam daftar hierarki adalah kebutuhan primer, kebutuhan sekunder dan juga kebutuhan tersembunyi. Daftar spesifikasi dikelompokkan berdasarkan kebutuhan yang sama.

Tabel 4. Kebutuhan pelanggan dan tingkat kepentingannya

No	Kebutuhan
1	Bentuk yang menarik
2	Ukuran bisa disesuaikan
3	Memiliki <i>display</i> digital
4	Pembacaan pengukuran otomatis
5	Mengukur banyak dimensi tubuh secara simultan dalam sekali pengukuran
6	Dapat otomatis menentukan gejala <i>stunting</i>
7	Dapat menampilkan data hasil pengukuran secara digital
8	Tidak memiliki bagian yang tajam
9	Kelistrikan terisolasi dengan rapih
10	Memiliki posisi yang nyaman saat pengukuran
11	Mudah untuk dioperasikan
12	Mudah dirakit
13	Mudah disimpan
14	Perawatan mudah

3.3 Penetapan Spesifikasi Target Produk

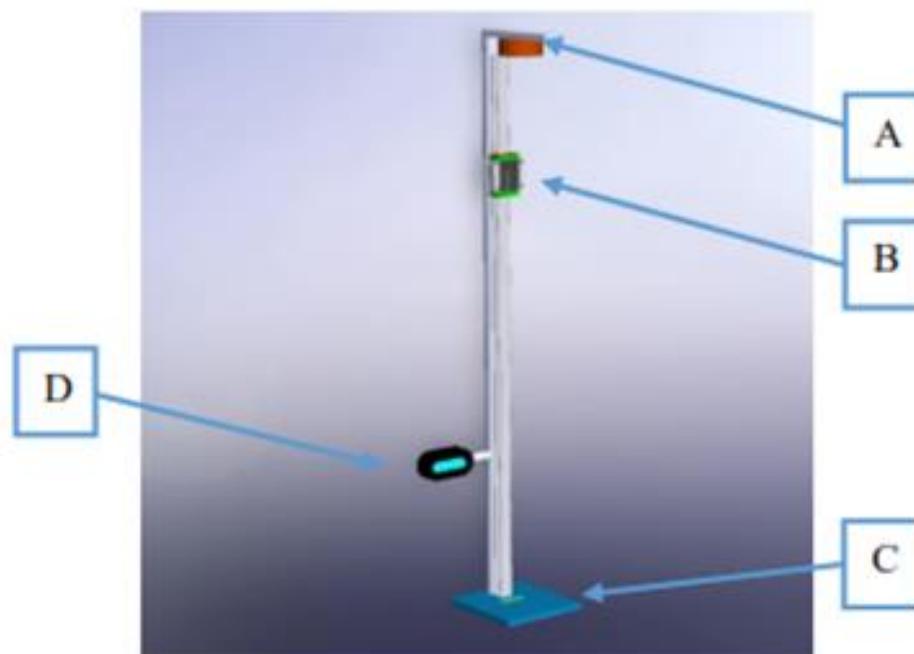
Setelah mengumpulkan data kebutuhan pelanggan dari pengujian alat dan wawancara dengan pelanggan/pasien, langkah selanjutnya adalah menetapkan spesifikasi target/produk. Secara umum kebutuhan pelanggan di ekspresikan menurut bahasa pelanggan. Spesifikasi target tidak menyatakan pada pelanggan, namun mereka mengartikan pendapat yang tersembunyi sehingga pelanggan mendapatkan kepuasan hasil produk. Spesifikasi target dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Target spesifikasi produk

Tingkat Kepentingan	Kebutuhan Nomor	Respon Teknis	Unit
1	2,3,4,5,6,7,10,11	Fitur pada alat	List
2	2,4,5,6,7,9,10,11	Akurasi alat	List
3	1,2,3,8,9,11,13	Desain menarik	List
4	2,4,7,10,11	Mode pembebanan	Kg
5	1,2,8,10,13,14	Dimensi produk	mm
6	1,2,10,11	Posisi dapat disesuaikan	List
7	2,9,10,12,13	Beban statis maksimal	Kg
8	1,10,11,12,13	Berat produk	Kg
9	1,2,10,11	Gerakan yang halus	List
10	1,8,10,14	Pemilihan material	List

3.4 Variasi Konsep Desain

Variasi konsep sangat penting karena dengan adanya variasi konsep, kita dapat menyaring, memberi penilaian kemudian menentukan konsep yang terbaik berdasarkan kebutuhan pelanggan/pasien. Disini terdapat alternatif konsep yang disajikan dalam bentuk gambar 3 dimensi menggunakan *software Solidworks 2021*. Kemudian akan dideskripsikan yang nantinya akan dijadikan sebagai bahan perbandingan.



Gambar 2. Variasi konsep A

Keterangan:

- A = Sensor *Ultrasound* HC-SR04 (pengukur tinggi badan)
- B = Pengukur lingkar kepala
- C = Pengukur berat badan
- D = LCD digital (menampilkan hasil pengukuran)

3.5 Penyaringan Konsep Desain Dengan Metode QFD

Penyaringan konsep menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD). Metode QFD akan memudahkan dalam menyeleksi dan memilih konsep desain terbaik berdasarkan kebutuhan pasien. Penyaringan konsep dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Metode QFD

Kebutuhan Pasien	Respon Teknis										Konsep A		
	Tingkat kebutuhan (1-5)	Persentase (%)	Beban statis maksimal	Berat produk	Gerakan yang halus	Desain yang menarik	Dimensi Produk	Fitur pada alat	Pemilihan material	Posisi dapat disesuaikan		Akurasi alat	Mode Pembebanan
Bentuk yang menarik	4	7		△	△	○	○		△	△			3
Ukuran bisa disesuaikan	5	8	△		△	△	△	△		●	○	△	3
Memiliki display digital	5	8				○		●					4
Pembacaan otomatis	5	8						●			●	○	4
Pengukuran simultan	5	8						●			●		4
Indikator <i>stunting</i>	4	7						●			●		4
Tampilan Data Digital	4	7						●			●	●	4
Bentuk tidak tajam	4	7				△	○		●				3
Kelistrikan terisolasi	5	8	△			○					△		3
Posisi nyaman	4	7	○	△	●		△		△	●	●	○	4
Mudah dioperasikan	4	7	○	△	○	△		●		●	●	●	4
Mudah dirakit	4	7	○	○						●	●	●	4
Mudah disimpan	3	5	△	△		△	○						5
Perawatan mudah	3	5					△		○				5
Total Nilai			71	65	63	104	80	166	56	77	165	91	54
Persentase (%)			7,6	6,9	6,7	11,1	8,5	17,7	5,9	8,2	17,5	9,7	
Peringkat			7	8	9	3	5	1	10	6	2	4	

Korelasi:
 ● Sangat kuat = 5
 ○ Kuat = 4
 △ Lemah = 3
 ▲ Sangat lemah = 2

3.6 Pemilihan Konsep Desain

Pemilihan konsep desain merupakan proses berulang yang berhubungan dengan penyusunan konsep dan pengujian konsep. Metode penyaringan konsep dan penilaian konsep akan membantu memudahkan pemilihan konsep terbaik yang mengarah pada satu konsep dan kemudian dilakukan pembuatan prototipe. Hasil perbandingan kelebihan dan kekurangan setiap konsep desain dituliskan dalam Tabel 8 dan 9 berikut ini.

Tabel 8. Perbandingan variasi konsep

Poin	Konsep A
Peletakkan LCD	Tidak mudah dibaca
Posisi sensor	Tinggi badan tetap dan lingkaran kepala <i>adjustable</i>
Gerakan	<i>Slide</i>
Akurasi perhitungan	Kurang akurat
Struktur alat	Sudah cukup baik
Fitur alat	<i>Adjustable</i> , indikator <i>stunting</i> , dan pembacaan hasil secara otomatis ditampilkan pada LCD digital

Tabel 9. Perbandingan kriteria konsep

No	Kriteria Konsep	Perbandingan Konsep
		Konsep A
1	Bentuk yang menarik	-
2	Ukuran bisa disesuaikan	-
3	Memiliki <i>display</i> digital	√
4	Pembacaan pengukuran otomatis	√
5	Mengukur banyak dimensi tubuh secara simultan dalam sekali pengukuran	√
6	Dapat otomatis menentukan gejala <i>stunting</i>	√
7	Dapat menampilkan data hasil pengukuran secara digital	√
8	Tidak memiliki bagian yang tajam	-
9	Kelistrikan terisolasi dengan rapih	-
10	Memiliki posisi yang nyaman saat pengukuran	√
11	Mudah untuk dioperasikan	√
12	Mudah dirakit	√
13	Mudah disimpan	√
14	Perawatan mudah	√

Tabel 10. Spesifikasi akhir stadiometer digital

No	Respon teknis	Persentase keinginan	Unit
1	Fitur pada alat	17,7%	List
2	Akurasi alat	17,5%	List
3	Desain menarik	11,1%	List
4	Mode pembebanan	9,7%	Kg
5	Dimensi produk	8,5%	mm
6	Posisi dapat disesuaikan	8,2%	List
7	Beban statis maksimal	7,6%	Kg
8	Berat produk	6,9%	Kg
9	Gerakan yang halus	6,7%	List
10	Pemilihan material	5,9%	List

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengkaji sebuah desain dan prototipe stadiometer digital dalam upaya mengindikasikan gejala *stunting* pada anak sejak dini. Pemodelan alat yang dibuat oleh peneliti berjalan dengan baik dalam pengukuran Berat, Tinggi dan status *stunting* anak dengan usia 2 sampai 5 tahun. Hasil pengukuran tersebut terbaca pada LCD 20x4. Pemilihan dimensi tiang *slider* maksimal sampai dengan 161,5 cm dan menggunakan *loadcell* 50 kg berdasarkan kebutuhan pasien anak usia 2-5 tahun. Sistem sensor utama menggunakan potensiometer *multiturn* dikarenakan lebih akurat dan mudah dalam perawatan dibandingkan dengan sensor yang biasa dipakai dalam produk kompetitor yaitu sensor *ultrasound HCSR-04*. Peneliti telah berhasil mengidentifikasi kebutuhan pelanggan, menentukan kriteria desain, dan menetapkan spesifikasi target yang akan dihasilkan terhadap alat stadiometer digital. Alat ini dapat digunakan untuk melengkapi alat pada penelitian CBIOM3S sebelumnya [11]-[15].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. T. Martono, E. D. Widiyanto, and Y. Bahctiar, "Performance analysis on the arduino uno microcontrollerbased weight measurement system for toddler," *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 97, no. 7, pp. 1914-1925, 2019.
- [2] Amrulloh, H. et al. (2020) "Preparation of nano-magnesium oxide from Indonesia local seawater bittern using the electrochemical method", *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*, 50(8), pp. 693-698.
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Situasi anak pendek (*stunting*) di Indonesia. Jakarta: Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018.
- [4] Kusumah H. Sistem Pengukur Tinggi Dan Berat Badan Untuk Posyandu Menggunakan Mikrokontroler ATmega328. *CCIT J.* 2016;9(2):168-78
- [5] Wignjosoebroto. 2016 Perancangan Sistem Pengukuran Antropometri Digital Menggunakan Metode Z-Score. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [6] Rosnani Ginting et al 2014 Perancangan Desain Produk Spring Bed Dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment *E-Jurnal Teknik Industri FT USU* 5 (1)
- [7] Nimah K, Siti RN. Faktor yang berhubungan dengan kejadian *stunting* pada anak. *Jurnal Media Gizi Indonesia*. 2015; 10(1):14.
- [8] Misnawati. 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi Badan Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Dengan Sensor Ultrasonik Ping. Padang. *Jurnal Rancang Bangun Alat*.
- [9] Terninko J 1997 *Step-by-Step QFD: Customer-Driven Product Design* Second ed (Boca Raton FL: St Lucie Press)
- [10] Pitman G, Motwani, J, Kumar, A, & Cheng, C.H 1996 QFD application in an educational setting A pilot field study *International Journal of Quality & Reliability Management* 13 (4) 99-108
- [11] Ahmed, Shamsuddin 2010 Application of QFD in Product Development of A Glass Manufacturing Company *Kazakhstan Journal* 27 (2)
- [12] A. A. Sasono, R. Ismail, and B. Setiyana, "Pengembangan Desain Alat Terapi Elbow Exoskeleton Untuk Penderita Stroke," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 183-188, Apr. 2022.
- [13] R. Mustofa, R. Ismail, and B. Setiyana, "Perancangan Dan Pengembangan Produk Alat Terapi Jari Untuk Membantu Proses Rehabilitasi Pasien Pasca Stroke," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 145-150, Apr. 2022.
- [14] R. S. Wisesa, R. Ismail, and A. P. Bayuseno, "Pengaruh Komposisi Terhadap Karakterisasi Porous Hidroksiapatit Yang Disintesis Menggunakan Metode Polyurethane Sponge Replication," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 11, no. 3, pp. 189-194, Jul. 2023.
- [15] Y. K. Sinaga, A. P. Bayuseno, and R. Ismail, "Pembuatan Komposit Polivinil Klorida (PVC) Menggunakan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) Limbah Padat Hasil Ekstraksi Aspal Buton Dengan Konsentrasi HNO₃," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 11, no. 3, pp. 43-50, Jul. 2023.
- [16] F. G. Delasta, R. Ismail, and M. Muchammad, "Pengujian Konversi Sepeda Motor Berbahan Bakar Bensin Dengan Transmisi Cvt Menjadi Bertenaga Listrik," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 11, no. 3, pp. 219-222, Jul. 2023.