

RANCANG BANGUN ALAT UKUR ANTROPOMETRI DIGITAL DAN PORTABEL

[DESIGN AND CONSTRUCTION OF DIGITAL AND PORTABLE ANTHROPOMETRIC MEASUREMENT TOOLS]

Nicholaus Matthew¹, Agustina Christiani^{2*}, Christopher Nata³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: agustina.christiani@uph.edu

ABSTRACT

In the Work System Design Laboratory at UPH, there are anthropometric measuring tools for standing position and sitting position. Based on the tools evaluation, it was found that they were less efficient because of the need for repeated tool adjustments. Furthermore, two observers were needed to collect anthropometric data and they had to read the scale manually. Therefore, a new digital and portable anthropometric measuring tool was developed to overcome the problem. The Gea HT721 measuring instrument was chosen as an alternative to a new anthropometric measuring tool that uses ultrasonic ranging technology to measure distances. A supporting tool (similar to a caliper) was also developed to support the anthropometric measurement process. An evaluation of the new anthropometric measuring tool was carried out by calculating the average percent error and a comparison of the total time for data collection. The results of the average percent measurement error was 0.58%. According to the paired t-test, there was no significant difference in the average of measured body dimensions using the new and the previous tools. The new anthropometric tools can reduce data collection time by 32% for standing positions and 11% for sitting positions.

Keywords: *anthropometry; digital; measuring tool; portable*

ABSTRAK

Pada Laboratorium Analisis Perancangan Kerja (APK) di UPH terdapat alat ukur antropometri posisi berdiri dan posisi duduk. Berdasarkan evaluasi alat antropometri tersebut, ditemukan bahwa alat kurang efisien karena membutuhkan penyetelan alat yang berulang yang juga membutuhkan lebih dari satu pengamat saat pengambilan data. Selain itu, pengamat sering mengalami kesulitan pembacaan hasil pengukuran manual pada meteran. Oleh karena itu, dibuat alat antropometri jenis baru yang bersifat digital dan portabel. Alat ukur Gea HT721 dipilih sebagai alternatif alat antropometri baru yang menggunakan teknologi ultrasonic ranging untuk mengukur jarak. Setelah itu, dirancang dan dibuat suatu alat pendukung yang menyerupai jangka sorong untuk mendukung proses pengukuran data antropometri. Evaluasi alat antropometri baru dilakukan dengan menghitung rata – rata persen error, serta perbandingan total waktu pengambilan data. Hasil rata – rata persen error pengukuran adalah 0,58%. Hasil uji paired t test menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata hasil pengukuran dimensi tubuh menggunakan alat ukur antropometri jenis baru dengan hasil pengukuran menggunakan alat yang lama. Berdasarkan perbandingan total waktu pengambilan data terdapat penurunan waktu sebesar 32% untuk data antropometri posisi berdiri dan 11% untuk data antropometri posisi duduk.

Kata kunci: antropometri; alat ukur; digital; portabel

PENDAHULUAN

Antropometri berasal dari dua kata Yunani yaitu antropos yang berarti manusia dan metrikos yang berarti pengukuran (Iridiastadi & Yassierli, 2014). Menurut Nurmiyanto (1996), antropometri merupakan suatu ilmu yang berhubungan dengan ukuran tubuh manusia yang digunakan untuk menentukan beberapa aspek seperti gerakan, kecepatan, dan kekuatan yang ideal saat melakukan suatu kegiatan kerja.

Kegunaan data antropometri sangat beragam dan dapat dijumpai pada berbagai aspek dalam kehidupan. Beberapa contoh penggunaan data antropometri adalah untuk membandingkan ukuran tubuh manusia berdasarkan suku bangsa atau ras (Zetli, Fajrah dan Paramita, 2019; Chuan, Hartono & Kumar, 2010) serta untuk merancang alat bantu kerja (Anjani et al, 2021) dan merancang tempat kerja (Widodo, Aritanti & Kurniawan, 2018).

Tempat kerja yang dirancang sesuai dengan data antropometri operator dapat menghasilkan tempat kerja yang lebih nyaman, aman, dan ergonomis. Selain itu penggunaan data antropometri untuk merancang sebuah produk dapat menghasilkan produk yang ergonomis untuk konsumen yang dituju. Semakin presisi data antropometri yang digunakan untuk perancangan tempat kerja dan

produk, maka hasil rancangan diharapkan dapat memberikan kenyamanan yang terbaik untuk pengguna karena semakin sesuai dengan dimensi tubuh.

Terdapat sejumlah alat ukur antropometri yang dapat digunakan untuk mengukur dimensi tubuh seperti antropometer, *caliper*, *pelvimeter*, *thoracometer*, *small height rod*, *sliding caliper* dan pita meteran (Kopecký, Krejčovský dan Švarc, 2014). Tiap alat ukur dimensi tubuh memiliki fungsi yang berbeda tergantung kebutuhan dimensi tubuh yang diukur. Alat ukur antropometri merupakan salah satu alat yang berfungsi untuk memperoleh data dimensi tubuh manusia secara vertikal, horizontal, maupun lateral termasuk dalam posisi duduk maupun berdiri.

Pada laboratorium Analisis Perancangan Kerja (APK) Universitas Pelita Harapan, terdapat 2 alat ukur antropometri yang dibuat oleh Christiani, Kristina, Ishak & Pratama (2009) pada tahun 2008 (Gambar 1). Alat ukur antropometri tersebut dibuat sesuai dengan kebutuhan konsumen serta spesifikasi teknis yang telah ditetapkan. Alat ukur antropometri tersebut hingga kini digunakan untuk menunjang praktikum ergonomi. Seiring berjalannya waktu, ditemukan sejumlah permasalahan pada alat ukur antropometri tersebut.



Gambar 1. Alat ukur antropometri posisi berdiri dan posisi duduk

Hasil pengukuran menggunakan alat ukur antropometri tersebut dapat dilihat pada angka penggaris/mistar yang ditunjukkan oleh sebuah pointer. Hasil pengukuran data antropometri yang didapatkan dari pembacaan skala tersebut dapat menyebabkan terjadinya *reading error* yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti kesalahan baca oleh pengamat, angka yang ditunjukkan oleh pointer tidak presisi karena posisi alat tidak lurus atau miring, dan sebagainya. Selain itu, alat ukur antropometri tersebut berukuran besar sehingga sulit dipindahkan serta terdapat beberapa bagian alat yang memerlukan penyetelan terlebih dahulu untuk mengukur dimensi tubuh manusia dengan tinggi yang bervariasi. Hal ini menyebabkan pengukuran memerlukan waktu yang lebih lama dan pengamat/pengambil data yang lebih banyak. Oleh karena itu maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk merancang dan membuat alat ukur

antropometri baru yang bersifat digital dan portabel. Alat ukur tersebut diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengukuran data antropometri.

VCSEL (*Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser*) adalah jenis laser dioda semikonduktor yang memancarkan cahaya tegak lurus ke permukaan *wafers* semikonduktor (AZoM, 2021). VCSEL terdiri dari lapisan bahan semikonduktor yang ditanam *wafers* individual. Setiap dioda VCSEL menghasilkan cahaya antara dua lapisan cermin *Bragg* yang sejajar dengan permukaan *wafers*, membentuk daerah atau rongga resonator dengan banyak sumur kuantum. Pengoperasian VCSEL didasarkan pada prinsip penguatan optik melalui emisi foton yang terstimulasi.

Teknologi *ultrasonic ranging* merupakan sensor ultrasonik yang mengukur jarak suatu benda dengan menggunakan gelombang suara ultrasonik, yaitu gelombang dengan frekuensi di atas 20.000 Hz (Utama, 2020). Sensor beroperasi berdasarkan pada pemantulan gelombang yang dikeluarkan dengan objek yang terdeteksi, dimana frekuensi kerja pada daerah frekuensi gelombang dari 40 KHz hingga 400 KHz. Sensor ultrasonik menggunakan transduser untuk mengirim dan menerima gelombang ultrasonik. Sensor menentukan jarak ke target dengan

mengukur selang waktu yang dibutuhkan gelombang untuk mengirim dan menerima gelombang ultrasonik yang dipantulkan kembali.

METODE PENELITIAN

Tahap pertama dari pengumpulan data adalah evaluasi alat ukur antropometri lama. Evaluasi dilakukan dengan cara observasi dan pengumpulan data beberapa dimensi tubuh sekelompok mahasiswa beserta lamanya waktu pengukuran, dan waktu penyetulan alat. Berikutnya dilakukan tahap pengembangan alat antropometri baru dengan cara mengidentifikasi kebutuhan pengguna. Identifikasi kebutuhan dilakukan berdasarkan hasil evaluasi alat ukur antropometri lama dan wawancara dengan kepala laboratorium APK. Berdasarkan identifikasi kebutuhan, dilakukan pengembangan alternatif konsep alat. Selanjutnya dilakukan evaluasi konsep alternatif untuk menentukan alternatif rancangan yang akan digunakan.

Setelah dilakukan pemilihan alternatif rancangan, proses berikutnya adalah pembuatan prototipe alat serta dilakukan evaluasi ulang terhadap prototipe alat sebelum alat sesungguhnya dibuat. Evaluasi diperlukan untuk mengidentifikasi kekurangan dari rancangan dan perbaikan yang dibutuhkan.

Berdasarkan hasil uji coba prototipe, dibuatlah alat ukur antropometri yang baru. Alat antropometri baru yang sudah dibuat diuji dengan mengukur kembali dimensi tubuh subyek beserta waktu pengambilan data seperti yang sudah dilakukan pada pengambilan data menggunakan alat antropometri lama.

Tahap terakhir merupakan evaluasi dari alat antropometri baru dengan cara melakukan pengukuran dimensi tubuh dan membandingkan hasilnya dengan hasil pengukuran menggunakan alat antropometri lama. Data yang telah diperoleh dari pengukuran menggunakan alat antropometri lama dan alat antropometri baru diuji menggunakan *paired t-test* setelah data terbukti berdistribusi normal. Berdasarkan hasil uji statistik akan dianalisis tingkat ketelitian (% *error*) serta efisiensi waktu penggunaan alat ukur yang baru.

Paired t test adalah uji beda dua sampel berpasangan, dimana sampel berpasangan berarti subjek sampel sama tetapi mengalami perlakuan yang berbeda. *Paired t-test* merupakan salah satu metode untuk menganalisis keefektifan suatu perlakuan, dinilai dari ada atau tidaknya perbedaan rata-rata sebelum dan rata – rata sesudah diberi perlakuan (Widiyanto, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Alat Ukur Antropometri Lama

Pengambilan data dilakukan dengan mengukur lima dimensi tubuh posisi berdiri dan lima dimensi tubuh posisi duduk dari 6 mahasiswa Teknik Industri Angkatan 2021, beserta waktu yang dibutuhkan saat pengambilan data. Pada alat antropometri posisi berdiri, dimensi tubuh yang diukur adalah; tinggi badan tegak (B2), panjang jangkauan (B9),

bahu ke lantai (B10), punggung ke dada (B15), dan lebar tubuh maksimal (B16). Untuk alat antropometri posisi duduk, dimensi tubuh yang diukur adalah; tinggi kepala duduk (D1), tinggi bahu duduk (D4), pantat ke lutut (D5), siku ke ujung jari (D9), dan lebar bahu (D13). Tabel 1 dan Tabel 2 merupakan hasil pengukuran dimensi tubuh beserta waktu pengambilan data menggunakan alat antropometri lama posisi berdiri dan posisi duduk.

Tabel 1. Data antropometri dan waktu pengukuran alat antropometri lama posisi berdiri

No.	B2		B9		B10		B15		B16	
	p (cm)	t (s)								
1	171,7	15,40	85,3	11,44	144,9	11,12	22,5	11,99	47,7	8,05
2	164,8	8,87	80,0	9,29	138,5	12,37	24,5	15,98	45,9	5,69
3	170,7	10,79	87,2	12,77	144,4	22,01	23,5	9,17	48,2	13,22
4	154,5	10,47	77,8	9,02	130,8	15,30	24,5	11,89	43,5	6,37
5	159,5	9,82	76,5	10,67	131,4	16,44	23,3	7,91	43,3	5,93
6	172,3	13,82	89,5	12,43	138,8	13,12	23,8	10,58	47,5	9,07
Total		69,17		65,62		90,36		67,52		48,33
Rata-rata		11,53		10,94		15,06		11,25		8,06

Tabel 2. Data antropometri dan waktu pengukuran alat antropometri lama posisi duduk

No.	(D1)		(D4)		(D5)		(D9)		(D13)	
	p (cm)	t (s)								
1	90,2	7,69	60,9	7,87	59,1	6,06	47,2	8,09	43,5	9,03
2	87,0	10,43	58,5	6,11	59,0	10,87	43,2	4,59	42,3	17,04
3	86,8	8,13	55,5	6,44	64,7	8,35	46,9	6,66	48,5	11,37
4	82,0	10,22	57,0	10,01	55,6	8,76	42,3	7,77	39,9	18,71
5	85,5	16,43	54,2	9,84	57,5	8,42	42,0	13,69	40,3	11,64
6	87,3	10,37	52,7	9,81	60,1	7,55	43,7	5,43	42,6	6,98
Total		63,27		50,08		50,01		46,23		74,77
Rata - rata		10,55		8,35		8,34		7,71		12,46

Penyetelan bagian horisontal dari alat ukur antropometri posisi berdiri dilakukan untuk mengukur dimensi panjang jangkauan (B9), punggung ke dada (B15), dan lebar tubuh maksimal (B16). Demikian juga pada alat

antropometri posisi duduk, penyetelan bagian horizontal alat dilakukan saat mengukur dimensi siku ke ujung jari (D9) dan lebar bahu (D13). Tabel 3 menunjukkan jumlah penyetelan alat dan total waktu penyetelan yang dibutuhkan.

Tabel 3. Waktu penyetelan alat antropometri lama posisi berdiri dan duduk

Dimensi	Jumlah	Total Waktu (s)
Posisi Berdiri		
Tinggi Badan Tegak (B2)	0	0
Panjang Jangkauan (B9)	3	74,44
Bahu Ke Lantai (B10)	0	0
Punggung Ke Dada (B15)	3	18,79
Lebar Tubuh Maksimal (B16)	4	40,70
Total	10	133,93
Posisi Duduk		
Tinggi Kepala Duduk (D1)	0	0
Tinggi Bahu Duduk (D4)	0	0
Pantat Ke Lutut (D5)	0	0
Siku Ke Ujung Jari (D9)	3	16,17
Lebar Bahu (D13)	6	22,26
Total	9	38,43

Penyetelan alat antropometri posisi berdiri dilakukan sebanyak tiga kali saat mengukur panjang jangkauan dengan menyesuaikan meteran horizontal pada tinggi bahu subyek yang diamati. Waktu yang dibutuhkan untuk penyetelan selama 74,44 detik. Posisi mula – mula meteran horizontal tidak berada dalam posisi yang tepat untuk mengukur subyek, sehingga pengamat harus mengendurkan empat buah baut yang menahan meteran horizontal. Tahap ini hanya perlu dilakukan satu kali pada saat memulai pengambilan data. Setelah baut dikendurkan, meteran horizontal dapat digerakkan dengan mudah. Penyetelan kemudian dilakukan kembali saat mengukur jarak punggung ke dada sebanyak tiga kali dengan durasi total 18,79 detik. Penyetelan terakhir dilakukan saat mengukur lebar tubuh maksimal sebanyak empat kali dengan durasi total 40,70 detik. Pada tahap pengambilan data

terakhir menggunakan alat antropometri posisi berdiri, pengamat kembali menyesuaikan tinggi meteran horizontal ke posisi semula sehingga pengamat kembali mengencangkan empat buah baut yang menahan meteran horizontal.

Penyetelan alat antropometri posisi duduk dilakukan sebanyak tiga kali saat mengukur panjang siku ke ujung jari dengan menyesuaikan tinggi meteran horizontal pada tinggi siku duduk subyek. Waktu yang dibutuhkan untuk penyetelan selama 16,17 detik. Berbeda dengan alat antropometri posisi berdiri, meteran horizontal alat antropometri posisi duduk tidak memerlukan tahap pengenduran baut karena posisi awal berada di atas rangka kursi. Penyetelan kemudian dilakukan kembali saat mengukur lebar bahu sebanyak enam kali dengan menyesuaikan meteran horizontal pada tinggi bahu duduk subyek. Waktu yang dibutuhkan untuk penyetelan selama 22.16 detik. Diketahui bahwa penyetelan alat untuk posisi berdiri membutuhkan waktu 133,93 detik (28,2% dari waktu total pengukuran) sedangkan penyetelan alat untuk posisi duduk membutuhkan waktu 38,43 detik (11,9% dari waktu total).

Proses Pengembangan Alat Antropometri Baru

Berdasarkan hasil evaluasi alat ukur antropometri yang lama, diketahui

bahwa alat tersebut memiliki ukuran yang cukup besar dan berat sehingga sulit untuk dipindahkan. Kemudian, pembacaan hasil pengukuran masih menggunakan penggaris besi tradisional sehingga keakuratan data sangat tergantung pada ketelitian pengamat. Selain itu, terdapat beberapa bagian pada alat yang menampilkan hasil ukuran dengan cara menggabungkan dua penggaris besi yang berbeda sehingga memerlukan waktu tambahan untuk menjumlahkan angka yang tertera pada kedua penggaris.

Pada kedua alat antropometri lama, terdapat batang meteran horizontal berbahan alumunium. Bagian tersebut digunakan untuk mengukur dimensi lebar dan tebal tubuh seperti lebar tubuh maksimal, jarak punggung ke dada, lebar bahu, serta pengukuran siku ke ujung jari. Permasalahan dengan mekanisme alat antropometri lama ini terdapat dalam penyesuaian tinggi meteran horizontal karena tinggi orang yang diamati beragam, sehingga memerlukan dua orang untuk menyesuaikan ketinggian alat dengan dimensi tubuh yang hendak diamati.

Setelah dilakukan wawancara dengan kepala laboratorium APK, pembuatan alat antropometri baru diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pada laboratorium. Alat antropometri baru bertujuan untuk menggantikan fungsi alat

antropometri lama, dirancang untuk mengatasi permasalahan pada alat lama. Berdasarkan hasil evaluasi alat antropometri lama, kebutuhan rancangan alat ukur antropometri baru adalah alat ukur yang portabel, mudah digunakan, dapat menampilkan hasil pengukuran yang presisi secara digital.

Pengembangan alternatif konsep alat ukur antropometri baru dilakukan melalui studi literatur, pencarian informasi melalui internet serta diskusi dengan tim peneliti. Beberapa alternatif konsep alat antropometri baru yakni penggunaan modul sensor jarak dengan teknologi VCSEL (*Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser*), dan alat ukur Gea HT721. Percobaan pertama dilakukan pada sensor jarak model VL53L0X *Distance Laser Sonar Lidar Arduino GY-510 ToF* yang memiliki teknologi VCSEL. Hasil yang diperoleh menggunakan modul sensor jarak dan penggaris tidak sesuai dengan ekspektasi. Pengukuran menggunakan modul sensor jarak cenderung tidak stabil karena hasil yang ditampilkan berubah-ubah. Selain itu, pengukuran alat tidak sesuai dengan ekspektasi sehingga diputuskan untuk tidak menggunakan modul sensor jarak. Percobaan kedua menggunakan alternatif konsep alat Gea HT721 *wireless body height meter* yang menggunakan teknologi *ultrasonic*

ranging. Alat Gea HT721 diuji dengan cara mengukur enam buah obyek. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan

dengan pengukuran menggunakan meteran. Perbandingan hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan hasil pengukuran obyek

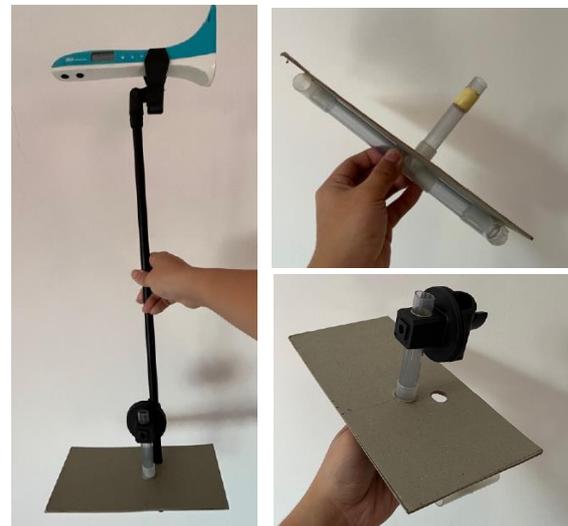
Alat Ukur	Tinggi Obyek (cm)						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
Gea HT721	31,5	65,9	76,7	139,0	20,1	99,7	-
Meteran	31,1	66,4	76,1	138,5	20,0	99,2	-
Measuring Error	1,29%	0,75%	0,79%	0,36%	0,50%	0,50%	0,70%

Diketahui bahwa rata – rata kesalahan pengukuran jarak menggunakan alat Gea HT721 sebesar 0,70%. Oleh karena itu, alat ini cukup presisi untuk digunakan dalam pengukuran data antropometri. Berdasarkan evaluasi alat, diputuskan untuk membuat alat pendukung dengan tujuan menjaga stabilitas alat Gea HT721 agar tetap menghasilkan nilai yang presisi ketika mengukur dimensi ketebalan dan lebar tubuh. Selain itu, dibuat kursi berdasarkan data antropometri masyarakat Indonesia untuk mendukung proses pengambilan data pada posisi duduk.

Pembuatan Prototipe dan Alat Baru

Pembuatan prototipe alat pendukung mula – mula dilakukan dengan riset mengenai bahan – bahan yang diperlukan terutama pada mekanisme gerak seperti pada prinsip jangka sorong. Berdasarkan riset yang telah dilakukan, bahan yang dipilih untuk membuat prototipe alat adalah penyangga mikrofon

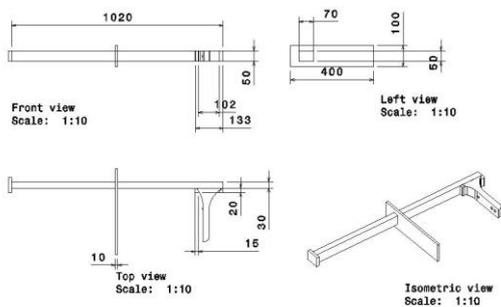
berbahan besi, karton, pipa plastik kecil, dan beberapa sambungan pipa (Gambar 2).



Gambar 2. Prototipe alat ukur portable digital

Prototipe yang telah dibuat tidak dapat digunakan karena pada saat penghubung mikrofon dikendurkan untuk menyesuaikan papan dengan dimensi yang diukur, penghubung sangat tidak stabil bahkan bisa berputar 360 derajat karena badan pipa besi berbentuk silinder. Oleh karena itu, pembuatan alat selanjutnya menggunakan bentuk persegi agar bagian papan gerak tidak dapat berputar.

Tahap berikutnya adalah pembuatan alat pendukung. Alat pendukung dibuat dari bahan kayu dengan bantuan tukang kayu. Rancangan alat pendukung dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan dan ukuran alat pendukung

Sebelum menambahkan komponen lain, ditemukan permasalahan pada lubang papan. Ukuran lubang pada papan sedikit lebih besar dari badan alat menyebabkan papan tidak stabil atau goyang saat digerakkan. Setelah dilakukan pencarian metode alternatif pembuatan papan dengan lubang, akhirnya metode yang dipilih adalah menggunakan *laser cutting*. Penggunaan metode *laser cutting* mampu menghasilkan potongan papan yang lebih presisi. Tahap berikut yang dilakukan adalah merakit komponen – komponen pelengkap yaitu siku, penyumbat, dan menempel meteran besi. Gambar 4 menunjukkan alat antropometri baru dengan alat pendukung.

Evaluasi Alat Antropometri Baru

Evaluasi alat antropometri baru mula – mula dilakukan dengan cara

menguji tingkat presisi hasil pengukuran dengan cara membandingkan ukuran yang tertera pada meteran dengan ukuran yang ditunjukkan pada alat Gea HT721. Tabel 5 merupakan hasil perbandingan ukuran.

Alat Gea HT721 memiliki rata – rata persentase kesalahan pengukuran yang relatif kecil yaitu 0,58% sehingga alat ini dianggap cukup presisi dan dapat digunakan untuk penelitian ini. Selanjutnya dilakukan kembali pengambilan data dimensi tubuh seperti yang sudah dilakukan pada tahap evaluasi alat antropometri lama dengan menggunakan alat antropometri baru beserta alat pendukung. Tabel 6 dan 7 menunjukkan hasil pengukuran dimensi tubuh untuk posisi berdiri dan duduk beserta waktu pengambilan data menggunakan alat antropometri baru.



Gambar 4. Alat antropometri baru dengan alat pendukung

Tabel 5. Hasil perbandingan ukuran menggunakan alat Gea HT721 dengan meteran pada alat dukung

Nilai pada Meteran (cm)	Pengukuran Alat Gea Ht721						Rata - rata Error
	1		2		3		
	Hasil (cm)	Error	Hasil (cm)	Error	Hasil (cm)	Error	
20,0	20,4	2,00%	20,2	1,00%	20,1	0,50%	1,17%
30,0	30,4	1,33%	30,4	1,33%	30,2	0,67%	1,11%
40,0	40	0,00%	40,4	1,00%	39,8	0,50%	0,50%
50,0	49,6	0,80%	50,2	0,40%	50,2	0,40%	0,53%
60,0	59,7	0,50%	60,3	0,50%	60,3	0,50%	0,50%
70,0	70,4	0,57%	70,2	0,29%	70,4	0,57%	0,48%
80,0	80,2	0,25%	80,1	0,12%	80,4	0,50%	0,29%
89,9	90	0,11%	89,9	0,00%	90	0,11%	0,07%
Rata - rata							0,58%

Tabel 6. Data antropometri dan waktu pengukuran alat antropometri baru posisi berdiri

No.	(B2)		(B9)		(B10)		(B15)		(B16)	
	p (cm)	t (s)								
1	172,0	8,92	85,6	7,67	144,8	9,82	22,8	10,44	47,6	8,80
2	165,2	6,88	79,8	6,96	139,0	9,14	24,6	9,92	46,4	7,24
3	171,2	7,19	87,4	7,71	144,9	8,05	24,0	9,64	47,9	7,55
4	155,1	8,05	77,5	8,22	131,5	9,41	24,3	8,59	43,2	7,52
5	159,4	6,41	76,7	9,38	129,8	6,27	23,3	8,15	43,6	8,45
6	172,2	9,81	89,3	12,89	138,7	12,59	24,0	12,81	47,3	7,12
Total		47,26		52,83		55,28		59,55		46,68
Rata - rata		7,88		8,81		9,21		9,93		7,78

Tabel 7. Data antropometri dan waktu pengukuran alat antropometri baru posisi duduk

No.	Tinggi Kepala Duduk (D1)		Tinggi Bahu Duduk (D4)		Pantat Ke Lutut (D5)		Siku Ke Ujung Jari (D9)		Lebar Bahu (D13)	
	p (cm)	t (s)	p (cm)	t (s)	p (cm)	t (s)	p (cm)	t (s)	p (cm)	t (s)
1	90,8	9,18	60,3	9,09	59,0	9,36	47,0	8,65	43,6	7,62
2	87,7	10,51	58,5	10,34	59,3	5,52	43,5	6,83	42,4	10,10
3	87,3	8,23	55,0	8,43	64,8	8,76	47,0	5,88	48,6	5,48
4	81,6	10,31	56,4	6,28	55,3	10,27	42,0	6,73	40,2	12,34
5	85,6	11,52	54,2	13,69	57,5	12,99	41,7	9,79	40,1	10,39
6	87,3	9,02	52,5	8,57	59,5	7,85	43,8	6,45	42,6	8,67
Total		58,77		56,40		54,75		44,33		54,60
Rata - rata		9,80		9,40		9,13		7,39		9,10

Perbandingan Hasil Pengukuran Alat Antropometri Lama dan Baru

Perbandingan hasil pengukuran dilakukan dengan uji statistik yaitu *paired t- test*. Sebelum data diuji menggunakan *paired t test*, maka dilakukan uji distribusi

normal. Uji distribusi yang digunakan adalah metode *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel sebanyak $6 < 50$ sampel (Prabhaker et al, 2019). Setelah uji distribusi normal dilakukan, diketahui bahwa seluruh data kelompok berpasangan memiliki distribusi

normal sehingga memenuhi kriteria untuk dilakukan uji *paired t-test* (Kasim, 2008). Hasil *paired t-test* untuk kelompok data antropometri dan waktu pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Hasil *paired t-test* data antropometri

Posisi	Dimensi	<i>p-value</i>	Keterangan
Berdiri	Tinggi Badan Tegak (B2)	0,082	Terima H0
	Panjang Jangkauan (B9)	1,000	Terima H0
	Bahu Ke Lantai (B10)	0,963	Terima H0
	Punggung Ke Dada (B15)	0,191	Terima H0
	Lebar Tubuh Maksimal (B16)	0,908	Terima H0
Duduk	Tinggi Kepala Duduk (D1)	0,207	Terima H0
	Tinggi Bahu Duduk (D4)	0,042	Tolak H0
	Pantat Ke Lutut (D5)	0,474	Terima H0
	Siku Ke Ujung Jari (D9)	0,675	Terima H0
	Lebar Bahu (D13)	0,363	Terima H0

Tabel 9. Hasil *paired t-test* waktu pengambilan data

Posisi	Dimensi	<i>p-value</i>	Keterangan
Berdiri	Tinggi Badan Tegak (B2)	0,002	Tolak H0
	Panjang Jangkauan (B9)	0,049	Tolak H0
	Bahu Ke Lantai (B10)	0,043	Tolak H0
	Punggung Ke Dada (B15)	0,326	Terima H0
	Lebar Tubuh Maksimal (B16)	0,833	Terima H0
Duduk	Tinggi Kepala Duduk (D1)	0,844	Terima H0
	Tinggi Bahu Duduk (D4)	0,438	Terima H0
	Pantat Ke Lutut (D5)	0,598	Terima H0
	Siku Ke Ujung Jari (D9)	0,731	Terima H0
	Lebar Bahu (D13)	0,067	Terima H0

Berdasarkan Tabel 8, hampir semua data antropometri dalam penelitian ini memiliki nilai *p-value* lebih besar dari 0,05, kecuali dimensi tinggi bahu duduk yang memiliki *p-value* sebesar 0,042. Hal ini berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata data

antropometri yang diukur menggunakan alat antropometri lama dan baru, kecuali pada dimensi tinggi bahu duduk. Perbedaan rata-rata pada dimensi tinggi bahu duduk mungkin terjadi akibat kesalahan acuan pengukuran. Bentuk bahu cenderung miring sehingga dapat menimbulkan perbedaan hasil pengukuran tinggi bahu apabila tidak dilakukan dari titik pengukuran yang sama.

Berdasarkan Tabel 9, tiga dimensi antropometri memiliki nilai *p-value* lebih kecil dari 0,05 yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata waktu pengambilan data menggunakan alat ukur antropometri lama dan baru. Dimensi antropometri yang dimaksud adalah tinggi badan tegak, panjang jangkauan, dan bahu ke lantai. Selebihnya untuk rata-rata waktu pengukuran dimensi lain tidak ditemukan perbedaan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa waktu pengukuran sebenarnya tidak jauh berbeda, namun karena ada penyetelan yang harus dilakukan pada alat ukur antropometri yang lama, akhirnya mempengaruhi waktu pengambilan data secara keseluruhan.

Perbandingan waktu pengambilan data menggunakan alat antropometri lama dan baru dilakukan untuk membuktikan apakah pengambilan data dengan alat antropometri baru lebih cepat (Tabel 10).

Tabel 10. Perbandingan waktu pengambilan data alat antropometri lama dan baru

Evaluasi Alat Berdasarkan Waktu Pengambilan Data	Alat Antropometri Lama		Alat Antropometri Baru	
	Posisi Berdiri	Posisi Duduk	Posisi Berdiri	Posisi Duduk
Jumlah Pengambilan Data	30	30	30	30
Total Waktu Pengambilan Data (s)	341,00	284,36	261,60	286,85
Total Waktu Setel Alat (s)	133,93	38,43	0,00	0,00
Total Waktu Keseluruhan (s)	474,93	322,79	261,60	286,85

Berdasarkan hasil perbandingan, dapat dilihat bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan data antropometri posisi berdiri menggunakan alat antropometri lama adalah 474,93 detik, sedangkan menggunakan alat antropometri baru hanya 261,60 detik. Dengan demikian diketahui bahwa terdapat percepatan durasi pengambilan data sebesar 32% apabila menggunakan alat antropometri baru.

Pada pengambilan data antropometri posisi duduk menggunakan alat antropometri lama, total waktu yang dibutuhkan adalah 322,79 detik, sedangkan menggunakan alat antropometri baru hanya memakan waktu 286,85 detik. Dengan demikian diketahui bahwa terdapat percepatan durasi pengambilan data sebesar 11%. Hal ini membuktikan bahwa pengambilan data antropometri dapat dilakukan lebih efisien dengan menggunakan alat antropometri baru karena pada alat antropometri baru tidak dibutuhkan waktu tambahan untuk penyetelan alat.

KESIMPULAN

Perancangan dan pembuatan alat antropometri dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pengukuran data antropometri yang lebih efisien. Jenis alat baru antropometri yang digunakan adalah alat ukur Gea HT721 beserta alat pendukung yang berukuran 104 cm x 6 cm x 3 cm dengan bobot 1300 gram. Alat antropometri baru bersifat portabel dan dapat menampilkan hasil pengukuran secara digital. Berdasarkan hasil pengujian, ditemukan rata-rata persen error pengukuran adalah 0,58%. Terbukti bahwa alat antropometri baru cukup presisi dan dapat digunakan untuk pengambilan data antropometri.

Berdasarkan uji statistik menggunakan *paired t-test*, didapati bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata hasil pengukuran dimensi tubuh menggunakan alat ukur antropometri baru dengan alat ukur antropometri lama, sehingga dapat disimpulkan alat antropometri baru memiliki hasil pengukuran yang sama dengan alat ukur lama. Berdasarkan perbandingan total

waktu pengambilan data menggunakan alat antropometri baru dengan alat antropometri lama, diketahui bahwa penggunaan alat antropometri baru dapat mengurangi waktu pengambilan data sebesar 32% untuk data antropometri posisi berdiri, dan 11% untuk data antropometri posisi duduk. Hal ini disebabkan karena penyetulan alat seperti yang harus dilakukan pada alat antropometri lama dapat dieliminasi dengan menggunakan alat yang baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, R. D., Nugraha, A. E., Sari, R. P., & Santoso, D. T. (2021). Perancangan alat bantu kerja dengan menggunakan metode antropometri dan material selection pada industri sepatu. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 15-24.
- AZoM (2021). *How 3D Sensing applications rely on VCSEL accuracy and performance*. Retrieved July 7, 2023 from <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=20877>
- Christiani, A, Kristina, H. J., Ishak, & Pratama, A. (2009). Pembuatan alat ukur antropometri. In *Proceeding National Conference on Applied Ergonomics (CAE)* (pp.36-41). Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada.
- Chuan, T. K., Hartono, M., & Kumar, N. (2010). Anthropometry of the Singaporean and Indonesian populations. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(4), 757-766. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ergon.2010.05.001>.
- Iridiastadi, H. & Yassierli (2014). *Ergonomi: Suatu Pengantar*. Penerbit PT Remaja Rosdakarya.
- Kasim, F. (2008). *Metodologi Penelitian Biomedis* (2nd ed.). Penerbit Danamartha Sejahtera Utama.
- Kopecky, M., Krejcovsky, L., & Svarc, M. (2014). *Anthropometric measuring tools and methodology for the measurement of anthropometric parameters*. Palacky University.
- Prabhaker, M., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C. & Keshri, A. (2019). Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(1), 67-72. https://doi.org/10.4103%2Faca.157_18
- Utama, I. C. (2020). *Sistem navigasi robot pembantu orang cacat pada mode serve* [skripsi], Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
- Widodo, L., Aritanti, S., & Kurniawan, F.A. (2018). Perancangan stasiun kerja ergonomis pada stasiun kerja printing CV. Karyamitra Lestari. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1), 29-34. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v6i1.3021>
- Widiyanto, A. M. (2013). *Statistika Terapan. Konsep dan aplikasi dalam penelitian bidang pendidikan, psikologi dan ilmu sosial lainnya*. Penerbit PT Elex Media Komputindo.
- Zetli, S., Fajrah, N. & Paramita, M. (2019). Perbandingan data antropometri berdasarkan suku di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 5(1), 23-34. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v5i1.1390>