

---

## Perancangan Alat Pengukur Tinggi Badan dan Berat Badan untuk Penentuan Kondisi Gizi Bayi

Achmad Ubaidillah<sup>1\*</sup>, Koko Joni<sup>1</sup>, Nasrul Afif<sup>1</sup>, S. Ida Kholida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura

Jl. Raya Telang No 02 Kamal Bangkalan Madura 69162 Jawa Timur

\*[ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id](mailto:ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v17i1.22360>

Submitted September, 16<sup>th</sup> 2023; Accepted February, 27<sup>th</sup> 2024; Published April 15<sup>th</sup>, 2024

---

### Abstrak

Gizi sangat penting bagi pertumbuhan bayi yang sehat dan normal. Penentuan gizi bayi biasanya dihitung dari dua parameter yaitu tinggi badan dan berat badan bayi. Kedua data tersebut kemudian dihitung secara manual untuk menentukan kondisi gizi bayi. Proses tersebut dinilai relatif kurang efisien. Penelitian sangat penting untuk mengatasi masalah tersebut, yaitu akan dibuat alat pengukur tinggi badan dan berat badan untuk penentu kondisi gizi bayi secara otomatis. Penelitian ini memanfaatkan kamera untuk mengukur tinggi badan dan sensor strain gauge untuk mengukur berat badan. Kedua alat tersebut diintegrasikan dalam sebuah box balita. Data hasil pengukuran kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega16 dan dikirim ke PC/laptop untuk proses evaluasi, penyimpanan dan penampilan kondisi balita secara otomatis pada server database. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan para orang tua dapat memonitoring gizi bayi setiap saat dengan mudah dan cepat. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, pengukuran tinggi badan dan berat badan untuk penentustatus gizi bayi menggunakan metode deteksi canny, memiliki rata-rata akurasi sebesar 97.32%.

**Kata Kunci** : tinggi badan, berat badan, penentuan gizi bayi, *image processing*, *microcontroller*

### Abstract

Nutrition is very important for the healthy and normal growth of babies. Determination of infant nutrition is usually calculated from two parameters, namely the baby's height and weight. Both data are then calculated manually to determine the nutritional condition of the baby. The process is considered relatively inefficient. Research is very important to overcome this problem, which will be made a measuring device for height and weight to determine the nutritional condition of babies automatically. This research uses a camera to measure height and a strain gauge sensor to measure weight. Both tools are integrated in a toddler box. The measurement data is then processed by the ATmega16 microcontroller and sent to a PC/laptop for evaluation, storage and appearance of the toddler's condition automatically on the database server. With this research, it is hoped that parents can monitor their baby's nutrition at any time easily and quickly. Based on experiments that have been carried out, measurement of height and weight for determining the nutritional status of infants using the canny detection method, has an average accuracy of 97.32%.

**.Key words** : height, weight, baby nutrition determination, *image processing*, *microcontroller*

---

## PENDAHULUAN

Gizi merupakan salah satu faktor yang mutlak dipergunakan dalam proses tumbuh kembang fisik, system saraf dan otak, serta tingkat intelektualitas dan kecerdasan bagi bayi (Giugliani, 2019; Donovan *et al.*, 2023). Dalam skala yang lebih luas, kekurangan gizi dapat menjadi ancaman bagi kesehatan dan kelangsungan hidup suatu bangsa (Béghin *et al.*, 2019; Castro *et al.*, 2022; Gerasimidis *et al.*, 2019). Akan tetapi, sebaliknya kelebihan gizi juga dapat menjadi penyebab resiko utama Penyakit Tidak Menular (PTM) yang juga merupakan salah satu penyebab utama kematian di Indonesia. Hal itulah yang menjadikan bahwa perlu dilakukan pemantauan terhadap gizi bayi sebagai parameter kondisi bayi (Tutt *et al.*, 2020; Toro-Campos *et al.*, 2020).

Pertumbuhan pada balita merupakan gejala kuantitatif. Pada konteks ini berlangsungnya perubahan ukuran dan jumlah sel, serta jaringan intraseluler pada tubuh anak (Judd *et al.*, 2020; Nemerimana *et al.*, 2021). Perubahan ini ditandai oleh meningkatnya berat badan dan tinggi badan, bertambahnya ukuran lingkaran kepala, muncul dan bertambahnya gigi dan geraham, menguatnya tulang dan membesarnya otot-

otot, bertambahnya organ-organ tubuh lainnya, seperti rambut, kuku, dan sebagainya (Demmelmair et al., 2022; Cheng et al., 2022).

Menilai status gizi anak dapat dilakukan melalui pemeriksaan secara klinis, riwayat asupan makanan, ukuran tubuh (antropometri) dan penunjang (laboratorium) (Kotowski et al., 2020; Kaldenbach et al., 2022). Pada saat ini sering kali dilakukan penentuan kondisi gizi melalui pengukuran antropometri (Cheng et al., 2020; Kouwenhoven et al., 2021). Salah satu bagian dari antropometri adalah dengan pengukuran Indeks Masa Tubuh (IMT) (Imdad et al., 2021; Altazan et al., 2019). Indeks tersebut diperoleh dengan membandingkan berat badan terhadap tinggi badan (Barrett & Thompson, 2022; Tongchom et al., 2020).

Mikrokontroler ATmega 16 termasuk salah satu jenis mikrokontroler dari keluarga atmega AVR yang dikemas dalam standar DIL (*Dual In Line*) 40 pin yang memiliki konfigurasi tersendiri (Wijaya et al., 2020). ATmega 16 mempunyai *throughput* mendekati 1 *Millions Instruction Per Second* (MIPS) per MHz, sehingga membuat konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah (Kapur, 2023). ATmega 16 memiliki memori flash 16k dan 32 jalur input output, serta dilengkapi ADC 8 kanal dengan resolusi 10-bit dan 4 kanal PWM (Latif & Megantoro, 2020). Mikrokontroler AVR ATmega 16 dilengkapi dengan built-in *USB ISP programmer*, bedanya dengan mikro pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah AVR tidak menggunakan oscillator eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal oscillator (Hidayat et al., 2019). Selain itu kelebihan dari AVR memiliki *power-on reset* (Ahfas et al., 2021).

Citra (*image*) atau gambar adalah salah satu komponen multimedia yang memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual (Maier et al., 2019). Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra memiliki informasi (Lee et al., 2020). Sebuah gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak daripada informasi tersebut disajikan dalam bentuk kata-kata (tekstual) (Chen et al., 2021). Jenis citra menurut sifatnya dibagi menjadi 2 yaitu citra analog dan citra digital (Wang et al., 2019). Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu dan citra yang berbentuk sinyal analog, seperti hasil pengambilan gambar oleh kamera atau citra tampilan di layar TV ataupun monitor (sinyal video), foto sinar-X yang tercetak di kertas foto, lukisan, hasil CT-scan. Sementara citra digital (diskrit) adalah citra yang dihasilkan dari citra analog (kontinu) melalui digitalisasi (Hossain & Chen, 2019). Umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar (atau lebar x panjang) (Singh et al., 2020). Menciptakan dan menampilkan warna pada citradigital merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru (*Red, Green, Blue - RGB*) (Amyar et al., 2020).

Penelitian Pinaryanto et al., (2021) menggunakan sensor strain gauge untuk mengukur berat badan dan transduser ultrasonik untuk mengukur tinggi badan. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa penggunaan transduser ultrasonik kurang maksimal. Penelitian (Akbar & Rachmat, 2018) menggunakan ultrasonik dan optocoupler sebagai sensor. Perkembangan teknologi sekarang ini pengukuran antropometri masih menggunakan alat manual, sehingga tidak efisien penggunaannya. Antropometri adalah metode pengukuran yang dapat menggambarkan distribusi lemak tubuh dan sebagai *predictor* terkait obesitas (Muis et al., 2022). Dalam penelitian ini diusulkan perancangan alat pengukur tinggi badan dan berat badan untuk penentu kondisi gizi balita yang memiliki presisi tinggi berbasis *image processing* dengan mikrokontroler ATmega 16 dan *strain gauge* (Willenberg et al., 2020).

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan pada *image processing* adalah deteksi tepi *canny*, untuk mendapatkan data tinggi badan bayi dengan memanfaatkan camera C270. Sedangkan untuk mendapatkan data berat badan bayi adalah menggunakan sensor *load cell* dan ATmega 16 sebagai mikrokontroler. Output dari sistem ini berupa *print out* status gizi bayi yang diperoleh dari perhitungan indeks massa tubuh (IMT) antara data tinggi badan dan berat badan yang disimpan ke *database* secara otomatis (Ubaidillah et al., 2022). Dalam masalah pengolahan citra, jenis citra berdasarkan intensitas pikselnya dibagi menjadi 3 yaitu citrawarna (RGB), citra grayscale, dan citra biner. Pada RGB, salah satu jenis citra berwarna adalah citra 8 bit yang memiliki kriteria setiap piksel dari citra warna diwakili oleh 8 bit dan jumlah warna maksimum 256 warna (Arad et al., 2020; Zhou et al., 2021). Citra grayscale adalah citra digital yang memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya, dengan kata lain nilai bagian Red=Green=Blue (Piao et al., 2020). Nilai tersebut

digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Citra grayscale memiliki warna hitam, keabuan, dan putih (Sun *et al.*, 2021). Tingkatan keabuan disini merupakan warna abu dengan berbertingkat dari hitam sampai mendekati putih (Li *et al.*, 2021). Adapun persamaan yang digunakan untuk menkonversi citra berwarna mejadi citra grays

$$I_{gray}(x,y) = \left( \frac{I_R(x,y) + I_G(x,y) + I_B(x,y)}{3} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan Igray adalah nilai pixel citra grayscale. IR adalah nilai pixel warna merah (red) IG adalah nilai pixel warna hijau (green)IB adalah nilai pixel warna biru (blue).

Sementara citra biner adalah citra digital yang mempunyai dua kemungkinan nilai piksel yaitu hitam dan putih (Liu *et al.*, 2019). Citra biner bisa disebut dengan citra B&W (*Black and White*) atau citra monokrom (Wang *et al.*, 2020). Citra biner sering kali muncul sebagai hasil dari proses pengolahan citra seperti segmentasi, pengambangan (*threshold*), morfologi, ataupun dithering. Adapun persamaan untuk menkonversi dari citra grayscale mejadi citra biner dapat dilihat pada persamaan 2 (Liu *et al.*, 2020) dengan Ibin adalah nilai piksel citra biner. Igray adalah nilai piksel citra grayscaleT adalah nilai threshold citra

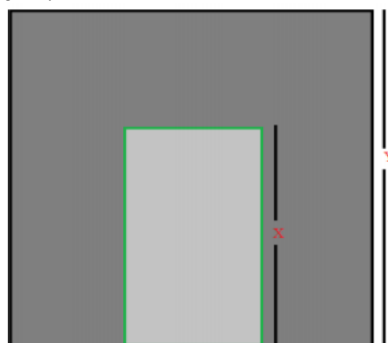
$$I_{bin}(x,y) = \begin{cases} 0, & I_{gray}(x,y) < T \\ 255, & I_{gray}(x,y) \geq T \end{cases} \dots\dots\dots(2)$$

Metode yang digunakan dalam penghitungan panjang objek adalah metode deteksi tepi (Rahmawati *et al.*, 2021). Tepi (*edge*) adalah batas antara dua daerah dengan derajat keabuan yang relative berbeda, atau bisa disebut tempat yang memiliki perubahan intensitas yang besar dalam jarak yang singkat. Tepi mencirikan batas-batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek dalam citra (Sekehravani *et al.*, 2020). Metode edge detection yang digunakan adalah deteksi tepi Canny dengan tingkat kesalahan minimum, sehingga menghasilkan deteksi citra tepian yang optimal. Metode Canny akan mendeteksi tepi dengan mencari nilai gradient maksimal lokal dari sebuah citra (Xu *et al.*, 2021). Untuk menghitung gradien dapat menggunakan persamaan 3 (Yu *et al.*, 2021) dengan sudut gradient dapat dihitung dengan persamaan 4.

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \dots\dots\dots(3)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{G_y}{G_x} \right) \dots\dots\dots(4)$$

Dengan G adalah nilai gradien maksimum, Gx adalah nilai gradien citra horizontal. Gy adalah nilai gradien citra vertikal. θ adalah nilai sudut gradien. Gradien tersebut dihitung menggunakan turunan dari Gaussian filter. Metode deteksi tepi Canny menggunakan dua threshold, yang berguna untuk mendeteksi tepian agar terlihat jelas (Wanto *et al.*, 2021). Metode Canny memiliki keunggulan yaitu lebih baik pada tepian citra yang kurang jelas, yang tidak dapat diperoleh dengan menggunakan metode lain (Kim *et al.*, 2020). Perhitungan tinggi badan bayi dilakukan dengan mengubah bentuk piksel menjadi tinggi dalam satuan sentimeter, seperti tampak pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Daerah *drawing* untuk perhitungan tinggi

Perhitungan tinggi badan sesuai dengan persamaan berikut ini:

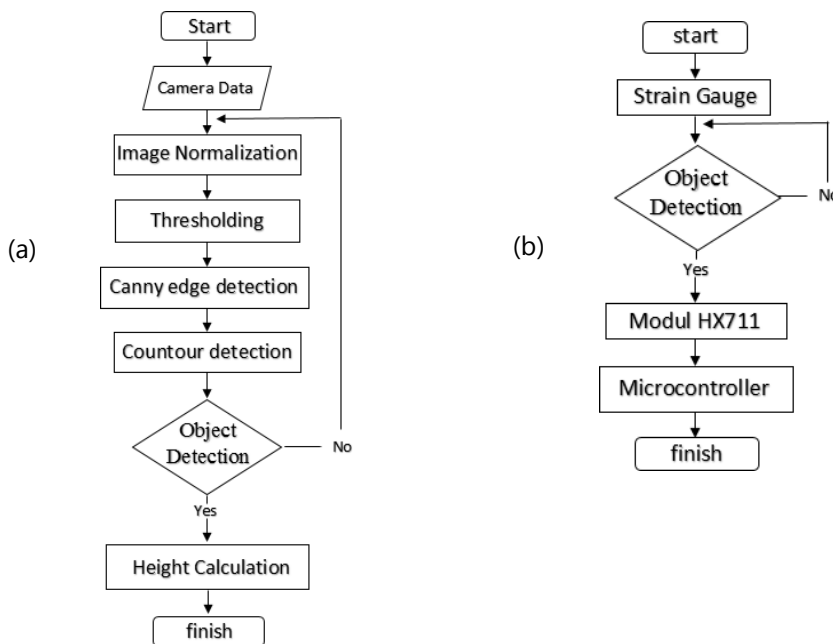
$$\frac{\text{Background}(Y)cm}{\text{Objek drawing}(X)cm} = \frac{\text{Pixel Background}(Y_1)}{\text{Pixel Objek drawing}(X_1)} \dots\dots\dots(5)$$

$$X(cm) = \frac{Y(cm) \times X_1}{Y_1} \dots\dots\dots(6)$$

$$\text{Prosentase kesalahan} = \left( \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{Prosentase keakuratan} = 1 - \left( \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

$Y_n$  adalah hasil alat ukur yang dirancang, sedangkan  $X_n$  adalah hasil alat acuan. Flow chart sistem pengukuran tinggi badan dan berat badan bayi ditunjukkan oleh Gambar 2a dan 2b di bawah ini.

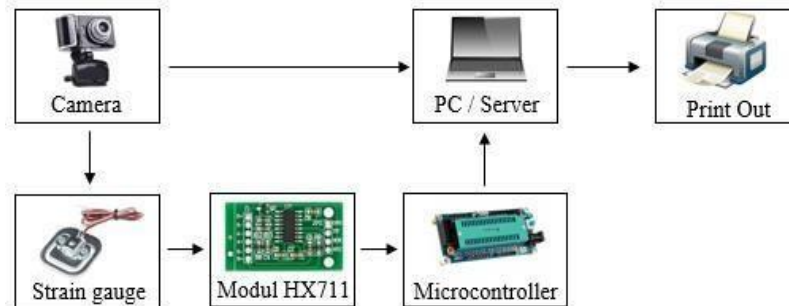


**Gambar 2.** (a) Flowchart sistem pengukuran tinggi badan; (b) Flowchart sistem pengukuran berat badan

Sistem yang akan dibuat pada penelitian ini merupakan sistem informasi tentang penentu status gizi bayi yang memanfaatkan nilai dari tinggi badan dan nilai berat badan yang akan di tampilkan di laptop atau komputer, dan akan di simpan di *database*. Penentuan status gizi dihitung dengan perhitungan IMT. Pendeteksian untuk tinggi badan obyek menggunakan kamera *webcam*, sedangkan untuk pendeteksian berat badan menggunakan sensor *load cell*, modul HX711 sebagai penguat sinyal pengeluaran sensor *load cell* dan ATmega 16 sebagai mikrokontroler. Kedua data tersebut diolah di personal komputer atau laptop untuk mendapatkan nilai gizi bayi. Adapun bagian-bagian dari perancangan sistem meliputi: perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

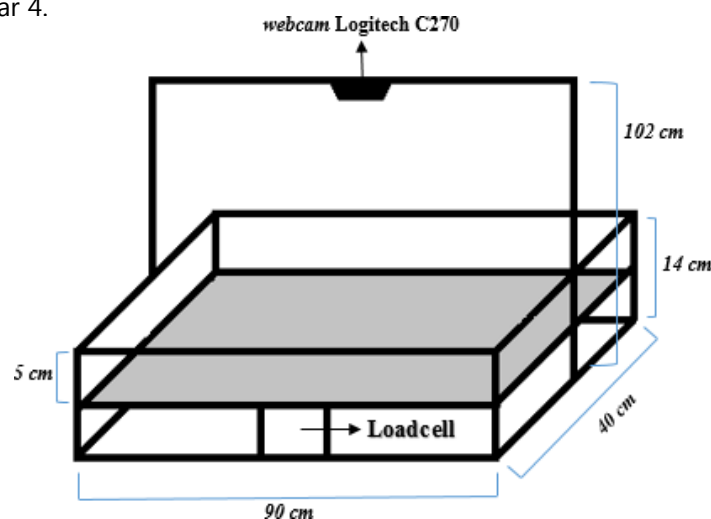
Pada implementasi besar nilai tinggi dan berat badan bayi yang diukur akan diproses oleh dua bagian utama dari alat yang terpisah. Perancangan perangkat keras pada sistem informasi penentu kondisi gizibayi ini menggunakan beberapa komponen, antara lain: ATmega 16, sensor *loadcell*, modul HX71, *webcam Logitech C270*, dan laptop. Tujuan penempatan kamera *webcam* di tengah *background* adalah untuk mendapatkan hasil yang presisi. Alat ukur tinggi dan berat badan yang di implementasikan memiliki spesifikasi jangkauan maksimal 40 kg untuk berat badan dan jangkauan maksimal 65 cm untuk panjang badan. Pada perangkat keras elektronik, alat pengukuran berat badan menggunakan dua sensor *load cell* dengan berat maximal 20 kg. kemudian dihubungkan pada modul HX711 untuk menguatkan sinyal keluaran dari *load cell* dan dikonversikan dari data analog menjadi data digital. Data hasil keluaran modul HX711 dikirim ke mikrokontroler ATmega 16 untuk pembacaan sinyal yang di keluaran oleh sensor *load*

*cell* sebagai nilai dari berat badan objek. Dan untuk alat pengukuran tinggi badan menggunakan *webcam* Logitech C270. Sebagai pengolahan data di proses dengan pengolahan citra (*image processing*) di komputer untuk mendeteksi tinggi badan. Setelah didapatkan kedua data tinggi badan dan berat badan, data tersebut diolah menggunakan rumus IMT untuk menentukan status gizi bayi. Hasilnya kemudian ditampilkan pada layar laptop PC dan disimpan pada *database* menggunakan SQL. Adapun blok diagram sederhana dari sistem perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Blok diagram sistem perangkat keras

Rancang bangun mekanik didesain seperti bentuk sebuah *box* bayi yang dapat mengukur tinggi badan dan berat badan secara bersamaan. Alat tersebut terbuat dari kayu harbot dan alasnya terdapat spon yang digunakan untuk penempatan bayi. Terdapat pipa paralon sebagai penyangga kamera yang terdapat di atas *box* bayi. Di depan *box* terdapat balok kecil yang terbuat dari akrilik sebagai tempat mikrokontroller ATmega 16. ATmega 16 berfungsi untuk memproses data. Ukuran *box* tersebut memiliki panjang 90 cm, lebar 40 cm, tinggi 14 cm, dan tinggi camera dari alas *box* adalah 120 cm. Dalam hal pengukuran, alat dapat mengukur panjang bayi 0 cm sampai 85 cm. Alat ini dapat digunakan untuk bayi pada rentang usia 0 tahun sampai 1 tahun. *Load cell* yang digunakan dipasang di bawah alas *box* pengukuran yang berfungsi untuk pengambilan data dari berat badan objek. *Webcam* dipasang di atas *box* pengukuran yang berfungsi untuk pengambilan data tinggi badan objek. Modul HX711 dihubungkan dengan ATmega 16 menggunakan empat kabel *jumper*. Sensor *load cell* dan modul HX711 membutuhkan tegangan supply 5V, GND, komunikasi DT dan SCK (*serial clock sync*). Skema umum mekanik alat ukur dapat dilihat pada Gambar 4.



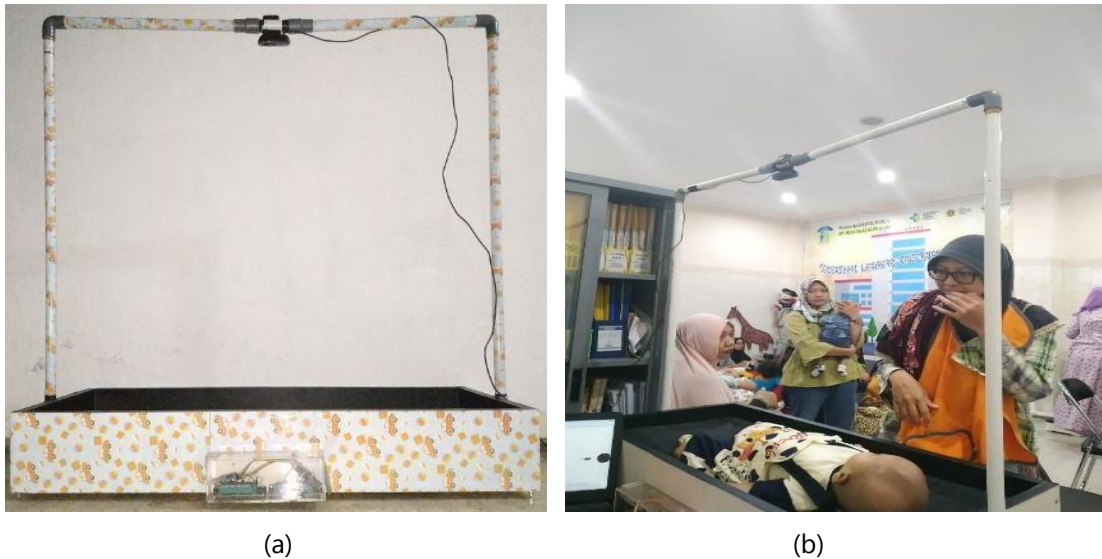
**Gambar 4.** Skema umum mekanik alat ukur

Perancangan perangkat lunak terbagi menjadi dua bagian yaitu, perancangan perangkat lunak untuk pengukuran tinggi badan dan berat badan. Perancangan kedua program dilakukan pada laptop PC, dimana sistem kerjanya seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4. Pengukuran berat badan dan pengukuran

tinggi badan menggunakan pemrograman bahasa C. Pengukuran tinggi dan berat badan diproses pada laptop PC dan hasilnya berupa *print out*, yang kemudian disimpan pada basis data.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perancangan dan pengujian terhadap semua rangkaian, maka diperoleh hasil berupa suatu rancang bangun alat pengukuran tinggi badan dan berat badan untuk penentu kondisi gizi bayi seperti pada Gambar 5a. Pengambilan data dilakukan di Puskesmas Alun-alun Kelurahan Bedilan Kabupaten Gresik, seperti contoh pada Gambar 5b. Sedangkan contoh tangkapan layar hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 5.** (a) Alat Pengukur ; (b) Praktek pengambilan data di Puskesmas Alun-alun Kelurahan Bedilan Kabupaten Gresik



**Gambar 6.** Contoh hasil percobaan pengukuran

Pengujian bertujuan untuk mengetahui keakuratan data yang diukur menggunakan alat yang dirancang terhadap alat yang ada pada alat acuan. Pengujian tinggi badan dapat diuji maksimal 70 cm. Tabel 1 adalah hasil pengukuran tinggi badan bayi berdasarkan alat ukur yang dirancang dengan alat ukur acuan.

**Tabel 1.** Perbandingan tinggi badan alat ukur yang dirancang dengan alat ukur acuan

No	Height on the manual tool	Height on the tool designed	Percentage of error (%)	Percentage of accuracy (%)
1	56 cm	57 cm	1.8 %	98.2 %
2	56 cm	58 cm	3.4 %	96.6 %
3	54 cm	56 cm	3.5 %	96.5 %
4	50 cm	52 cm	3.8 %	96.2 %
5	48 cm	50 cm	4 %	96 %
6	56 cm	57 cm	1.8 %	98.2 %
7	50 cm	52 cm	3.8 %	96.2 %
8	58 cm	60 cm	3.3 %	96.7 %
9	53 cm	55 cm	3.6 %	96.4 %
10	55 cm	56 cm	1.8 %	98.2 %
11	58 cm	59 cm	1.7 %	98.3 %
12	55 cm	56 cm	1.8 %	98.2 %
13	60 cm	62 cm	3.2 %	96.8 %
14	52 cm	54 cm	3.7 %	96.3 %
15	51 cm	53 cm	3.8 %	96.2 %
16	56 cm	58 cm	3.4%	96.6 %
17	61 cm	63 cm	3.2 %	96.8 %
18	58 cm	60 cm	3.3 %	96.7 %
19	53 cm	55 cm	3.6 %	96.4 %
20	50 cm	52 cm	3.8 %	96.2 %
21	47 cm	49 cm	4.1 %	95.9 %
22	60 cm	61 cm	1.7 %	98.3 %
23	59 cm	60 cm	1.6 %	98.4 %
24	56 cm	58 cm	3.4 %	96.6 %
25	50 cm	52 cm	3.8 %	96.2 %
	Rata-rata		3.08 %	96.92 %

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai tinggi badan berdasarkan alat ukur yang di rancang mendekati nilai alat ukur acuan. Nilai rata-rata persentase kesalahan sebesar 3.08 % dan otomatis rata-rata persentase keakuratan sebesar 96.92 %. Adanya persentase kesalahan diakibatkan pencahayaan yang kurang baik. Akan tetapi secara keseluruhan, persentase kesalahan dan persentase keakuratan alat pengukur tinggi badan ini relatif baik. Pengujian kedua adalah pengukur berat badan. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan data berat yang diukur menggunakan alat yang dirancang dengan data yang ada pada alat acuan. Pengujian berat badan dapat diuji maksimal 40 kg. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran berat badan berdasarkan alat ukur yang dirancang dengan alat ukur acuan. Hasil yang didapatkan juga relative baik dengan rata-rata persentase kesalahan sebesar 2.29 % dan nilai rata-rata persentase keakuratan 97.71%. Adanya persentase kesalahan terjadi karena kurang sempurnanya posisi sensor *load cell* yang digunakan.

**Tabel 2.** Perbandingan berat pada alat ukur yang dirancang dengan alat ukur acuan

No	Weight on the manual tool	Weight on the tool designed	Percentage of error (%)	Percentage of accuracy (%)
1	6.0 kg	6.2 kg	3.2 %	96.8 %
2	5.3 kg	5.5 kg	3.6 %	96.4 %
3	4.9 kg	4.9 kg	0 %	100 %
4	4.0 kg	4.2 kg	4.8 %	95.2 %
5	4.2 kg	4.2 kg	0 %	100 %
6	6.3 kg	6.3 kg	0 %	100 %
7	3.9 kg	3.9 kg	0 %	100 %
8	5.1 kg	5.2 kg	1.9 %	98.1 %

No	Weight on the manual tool	Weight on the tool designed	Percentage of error (%)	Percentage of accuracy (%)
9	4.6 kg	4.8 kg	4.1 %	95.9 %
10	4.5 kg	4.6 kg	2.1 %	97.9 %
11	7.0 kg	7.2 kg	2.8 %	97.2 %
12	5.9 kg	6.1 kg	3.3 %	96.7 %
13	7.0 kg	7.2 kg	2.8 %	97.2 %
14	5.3 kg	5.5 kg	3.6 %	96.4 %
15	5.7 kg	5.7 kg	0 %	100 %
16	4.8 kg	4.9 kg	2.0 %	98 %
17	8.0 kg	8.3 kg	3.6 %	96.4 %
18	5.7 kg	5.7 kg	0 %	100 %
19	4.5 kg	4.6 kg	2.2 %	97.8 %
20	5.3 kg	5.5 kg	3.6 %	96.4 %
21	4.8 kg	4.9 kg	2.0 %	98 %
22	6.8 kg	7.0 kg	2.9 %	97.1 %
23	4.9 kg	5.0 kg	2 %	98 %
24	5.5 kg	5.7 kg	3.5 %	96.5 %
25	6.0 kg	6.2 kg	3.2 %	96.8 %
	Rata-rata		2.29%	97.71%

Adapun hasil implementasi perhitungan status gizi bayi didapatkan dengan menekan tombol *space* pada *keyboard* untuk proses penyimpanan nilai tinggi badan dan berat badan untuk dilakukan proses perhitungan status gizi bayi. Hasil pengukuran status gizi bayi ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil pengukuran status gizi bayi

No Sample	Age	Gender	Height on the tool designed	Weight on the tool designed	Nutrition Status
1	4 bln	p	57 cm	6.2 kg	Normal
2	4 bln	L	58 cm	5.5 kg	Kurus
3	3 bln	L	56 cm	4.9 kg	Kurus
4	3 bln	P	52 cm	4.2 kg	Kurus
5	2 bln	L	50 cm	4.2 kg	Kurus
6	3 bln	P	57 cm	6.3 kg	Normal
7	2 bln	P	52 cm	3.9 kg	Kurus
8	5 bln	P	60 cm	5.2 kg	Kurus
9	2 bln	L	55 cm	4.8 kg	Kurus
10	3 bln	P	56 cm	4.6 kg	Kurus
11	4 bln	L	59 cm	7.2 kg	Normal
12	3 bln	P	56 cm	6.1 kg	Normal
13	5 bln	P	62 cm	7.2 kg	Normal
14	2 bln	P	54 cm	5.5 kg	Normal
15	2 bln	L	53 cm	5.7 kg	Normal
16	4 bln	P	58 cm	4.9 kg	Kurus
17	5 bln	L	63 cm	8.3 kg	Normal
18	5 bln	L	60 cm	5.7 kg	Kurus
19	3 bln	P	55 cm	4.6 kg	Kurus
20	2 bln	L	52 cm	5.5 kg	Normal



No Sample	Age	Gender	Height on the tool designed	Weight on the tool designed	Nutrition Status
21	1 bln	L	49 cm	4.9 kg	Normal
22	5 bln	P	61 cm	7.0 kg	Normal
23	5 bln	P	60 cm	5.0 kg	Kurus
24	4 bln	L	58 cm	5.7 kg	Kurus
25	2 bln	L	52 cm	6.2 kg	Normal

Tabel 3 adalah hasil pengambilan data tinggi badan dan berat bayi menggunakan alat yang sudah dirancang. Akurasi tinggi badan terukur adalah 96,92%, sedangkan akurasi berat badan terukur adalah 97,71%. Akurasi sebesar itu relatif sudah baik menyatakan data hasil pengukuran. Status nutrisi menyatakan kondisi bayi, apakah obesitas, normal atau kurus. Hasil status nutrisi berikutnya digunakan secara manual untuk memberikan masukan kepada orang tua dalam porsi pemberian asupan makan kepada bayi. Hasil ini lebih akurat daripada penelitian sebelumnya yang memiliki akurasi sekitar 96,43%. Penelitian sebelumnya menggunakan sensor optocoupler dan sensor ultrasonik dengan microcontroller Atmega 8535, sedangkan penelitian ini menggunakan sensor load cell dan image processing dengan microcontroller Atmega 16 (Kahfi *et al.*, 2015).

### KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa alat pengukur tinggi badan dan berat badan bayi yang sekaligus penentu status gizi bayi, berhasil beroperasi dengan relatif baik rata-rata persentase kesalahan pengukur tinggi badan sebesar 3.08% dan rata-rata persentase akurasi 96.92%. Sedangkan rata-rata persentase kesalahan pengukur berat badan sebesar 2.29% dan rata-rata persentase akurasi 97.71%. Adapun saran untuk kesempurnaan alat yang sejenis adalah dengan pemilihan *webcam* yang semakin baik, pengentasan masalah pencahayaan serta jumlah dan posisi *load cell* yang semakin baik lagi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahfas, A., Hadidjaja, D., Syahririni, S., & Jamaaluddin, J. (2021). Implementation of ultrasonic sensor as a chemical percol fluid level control based on Atmega 16. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1098(4), 042046. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/4/042046>
- Ahmat Abdul Muis, Dwiky Kurniawan, Fauzan Ahmad, & Tri Atmaja Pamungkas. (2022). Rancangan Meja Pengatur Ketinggian Otomatis Menggunakan Pendekatan Antropometri Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 1(2), 114– 122. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.26>
- Akbar, W. A., & Rachmat, H. H. (2018). Rancang Bangun Sistem Pengukur Massa Tubuh dan Panjang Badan Elektronik Terintegrasi untuk Evaluasi Gizi Balita. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(1), 125. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v6i1.125>
- Altazan, A. D., Gilmore, L. A., Guo, J., Rosenberg, D. M., Toupo, D., Gowins, A., Burton, J. H., Beyl, R. A., Chow, C. C., Hall, K. D., & Redman, L. M. (2019). Unintentional error in formula preparation and its simulated impact on infant weight and adiposity. *Pediatric Obesity*, 14(12), 2–7. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12564>
- Amyar, A., Modzelewski, R., Li, H., & Ruan, S. (2020). Multi-task deep learning based CT imaging analysis for COVID-19 pneumonia: Classification and segmentation. *Computers in Biology and Medicine*, 126(September), 104037. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.104037>
- Barrett, K. J., & Thompson, A. L. (2022). Infant eating behaviors and Milk feeding independently predict infant size. *American Journal of Human Biology*, 34(4), 1–12. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23678>

- Requillart, J. C., Marx, J., De Groot, N., Jaeger, J., Steenhout, P., & Turck, D. (2019). Growth, stool consistency and bone mineral content in healthy term infants fed sn-2-palmitate-enriched starter infant formula: A randomized, double-blind, multicentre clinical trial. *Clinical Nutrition*, 38(3), 1023–1030. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.05.015>
- Castro, T. G., Gerritsen, S., Teixeira, J. A., Pillai, A., Marchioni, D. M. L., Grant, C. C., Morton, S. M. B., & Wall, C. R. (2022). An index measuring adherence to New Zealand Infant Feeding Guidelines has convergent validity with maternal socio-demographic and health behaviours and with children's body size. *British Journal of Nutrition*, 127(7), 1073–1085. <https://doi.org/10.1017/S0007114521001720>
- Chen, H., Wang, Y., Guo, T., Xu, C., Deng, Y., Liu, Z., Ma, S., Xu, C., Xu, C., & Gao, W. (2021). Pre-trained image processing transformer. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 12294–12305. <https://doi.org/10.1109/CVPR46437.2021.01212>
- Cheng, H., Eames-Brown, R., Tutt, A., Laws, R., Blight, V., McKenzie, A., Rossiter, C., Campbell, K., Sim, K., Fowler, C., Seabury, R., & Denney-Wilson, E. (2020). Promoting healthy weight for all young children: a mixed methods study of child and family health nurses' perceptions of barriers and how to overcome them. *BMC Nursing*, 19(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12912-020-00477-z>
- Cheng, H., Rossiter, C., Size, D., & Denney-Wilson, E. (2022). Comprehensiveness of infant formula and bottle feeding resources: A review of information from Australian healthcare organisations. *Maternal and Child Nutrition*, 18(2). <https://doi.org/10.1111/mcn.13309>
- Cheng, H., Tutt, A., Llewellyn, C., Size, D., Jones, J., Taki, S., & Denney-Wilson, E. (2020). Content and quality of infant feeding smartphone apps: Five-year update on a systematic search and evaluation. *JMIR MHealth and UHealth*, 8(5). <https://doi.org/10.2196/17300>
- Demmelair, H., Fleddermann, M., & Koletzko, B. (2022). Infant Feeding Choices during the First Post-Natal Months and Anthropometry at Age Seven Years: Follow-Up of a Randomized Clinical Trial. *Nutrients*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/nu14193900>
- Donovan, S. M., Aghaeepour, N., Andres, A., Azad, M. B., Becker, M., Carlson, S. E., Järvinen, K. M., Lin, W., Lönnerdal, B., Slupsky, C. M., Steiber, A. L., & Raiten, D. J. (2023). Evidence for human milk as a biological system and recommendations for study design—a report from “Breastmilk Ecology: Genesis of Infant Nutrition (BEGIN)” Working Group 4. *American Journal of Clinical Nutrition*, 117(June 2022), S61–S86. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2022.12.021>
- Gerasimidis, K., Milani, S., Tester, A., Purcell, O., Woodley, C., Tsiountsioura, M., Koulieri, A., Zerva, O., Loizou, K., Rafeey, M., Kontogianni, M., & Wright, C. (2019). A multicentre development and evaluation of a dietetic referral score for nutritional risk in sick infants. *Clinical Nutrition*, 38(4), 1636–1642. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.017>
- Giugliani, E. R. J. (2019). Growth in exclusively breastfed infants. *Jornal de Pediatria*, 95, 79–84. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2018.11.007>
- Hidayat, M. R., Anugrah, T., & Munir, A. (2019). ATmega16 microcontroller-based automatic coffee brewing system using pour over V60 technique. *2019 16th International Conference on Quality in Research, QIR 2019 - International Symposium on Electrical and Computer Engineering, in ml*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/QIR.2019.8898285>
- Hossain, M. D., & Chen, D. (2019). Segmentation for Object-Based Image Analysis (OBIA): A review of algorithms and challenges from remote sensing perspective. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 150(February), 115–134. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.02.009>
- Imdad, A., Ehrlich, J. M., Catania, J., Tanner-Smith, E., Smith, A., Tsistinas, O., & Bhutta, Z. A. (2021). Effect of consumption of animal milk compared to infant formula for non-breastfed/mixed-fed infants 6-11

- months of age: A systematic review (protocol). *BMJ Open*, 11(2). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046370>
- Judd, A. L., Beck, K. L., McKinlay, C., Jackson, A., & Conlon, C. A. (2020). Validation of a Complementary Food Frequency Questionnaire to assess infant nutrient intake. *Maternal and Child Nutrition*, 16(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/mcn.12879>
- Kim, Y. W., Innila Rose, J., & Krishna, A. V. N. (2020). A Study on the Effect of Canny Edge Detection on Downscaled Images. *Pattern Recognition and Image Analysis*, 30(3), 372–381. <https://doi.org/10.1134/S1054661820030116>
- Kotowski, J., Fowler, C., Hourigan, C., & Orr, F. (2020). Bottle-feeding an infant feeding modality: An integrative literature review. *Maternal and Child Nutrition*, 16(2), 1–20. <https://doi.org/10.1111/mcn.12939>
- Kouwenhoven, S. M. P., Antl, N., Finken, M. J. J., Twisk, J. W. R., van der Beek, E. M., Abrahamse- Berkeveld, M., van de Heijning, B. J. M., van Goudoever, J. B., & Koletzko, B. V. (2021). Long-term effects of a modified, low-protein infant formula on growth and body composition: Follow-up of a randomized, double-blind, equivalence trial. *Clinical Nutrition*, 40(6), 3914–3921. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.04.034>
- Latif, A., & Megantoro, P. (2020). Traffic Light Regulatory System Based on Fuzzy Algorithm Using Microcontroller. *Journal of Physics: Conference Series*, 1464(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1464/1/012034>
- Lee, C. H., Liu, Z., Wu, L., & Luo, P. (2020). MaskGAN: Towards Diverse and Interactive Facial Image Manipulation. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 5548–5557. <https://doi.org/10.1109/CVPR42600.2020.00559>
- Li, G., Liu, Z., Member, S., Chen, M., Bai, Z., Lin, W., & Ling, H. (2021). *for RGB-D Salient Object Detection*. 30, 3528–3542.
- Liu, N., Zhang, N., & Han, J. (2020). Learning Selective Self-Mutual Attention for RGB-D Saliency Detection. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 13753–13762. <https://doi.org/10.1109/CVPR42600.2020.01377>
- Liu, S., Wang, Y., Yang, X., Lei, B., Liu, L., Li, S. X., Ni, D., & Wang, T. (2019). Deep Learning in Medical Ultrasound Analysis: A Review. *Engineering*, 5(2), 261–275. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2018.11.020>
- Maier, A., Syben, C., Lasser, T., & Riess, C. (2019). A gentle introduction to deep learning in medical image processing. *Zeitschrift Fur Medizinische Physik*, 29(2), 86–101. <https://doi.org/10.1016/j.zemedi.2018.12.003>
- Nemerimana, M., Karambizi, A. C., Umutonwase, S., Barnhart, D. A., Beck, K., Bihibindi, V. K., Wilson, K., Nshimiyiryo, A., Bradford, J., Havugarurema, S., Uwamahoro, A., Nsabyamahoro, E., & Kirk, C. M. (2021). Evaluation of an mHealth tool to improve nutritional assessment among infants under 6 months in paediatric development clinics in rural Rwanda: Quasi-experimental study. *Maternal and Child Nutrition*, 17(4), 1–12. <https://doi.org/10.1111/mcn.13201>
- Piao, Y., Rong, Z., Zhang, M., Ren, W., & Lu, H. (2020). A2dele: Adaptive and attentive depth distiller for efficient RGB-D salient object detection. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2, 9057–9066. <https://doi.org/10.1109/CVPR42600.2020.00908>

- Pinaryanto, K., Nugroho, R. A., & Basilius, Y. (2021). Classification of Toddler Nutrition Using C4.5 Decision Tree Method. *International Journal of Applied Sciences and Smart Technologies*, 03(01), 131–142. <https://doi.org/10.24071/ijasst.v3i1.3366>
- Rahmawati, S., Devita, R., Zain, R. H., Rianti, E., Lubis, N., & Wanto, A. (2021). Prewitt and Canny Methods on Inversion Image Edge Detection: An Evaluation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1933(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1933/1/012039>
- Sekehravani, E. A., Babulak, E., & Masoodi, M. (2020). Implementing canny edge detection algorithm for noisy image. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(4), 1404–1410. <https://doi.org/10.11591/eei.v9i4.1837>
- Toro-Campos, R., Algarín, C., Peirano, P., Peña, M., Murguía-Peniche, T., Wu, S. S., & Uauy, R. (2020). Effect of feeding mode on infant growth and cognitive function: Study protocol of the Chilean infant Nutrition randomized controlled Trial (ChiNuT). *BMC Pediatrics*, 20(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02087-9>
- Ubaidillah, A., Rochman, E. M. S., Fatah, D. A., & Rachmad, A. (2022). Classification of Corn Diseases using Random Forest, Neural Network, and Naive Bayes Methods. *Journal of Physics: Conference Series*, 2406(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2406/1/012023>
- Wang, A., Zhang, W., & Wei, X. (2019). A review on weed detection using ground-based machine vision and image processing techniques. *Computers and Electronics in Agriculture*, 158(February), 226–240. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.02.005>
- Wang, G., Zhang, T., Yang, Y., Cheng, J., Chang, J., Liang, X., & Hou, Z. (2020). *Cross-Modality Paired-Images Generation for RGB-Infrared Person Re-Identification*.
- Wanto, A., Rizki, S. D., Andini, S., Surmayanti, S., Ginantra, N. L. W. S. R., & Aspan, H. (2021). Combination of Sobel+Prewitt Edge Detection Method with Roberts+Canny on Passion Flower Image Identification. *Journal of Physics: Conference Series*, 1933(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1933/1/012037>
- Wijaya, N. H., Mujib, A. K., Santoso, A. B., & Supriyadi, K. (2020). Design and Development of Heart Rate per Minutes Based on Atmega16 Microcontroller with Alarm Warning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 835(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/835/1/012053>
- Willenberg, L. K., Dechent, P., Fuchs, G., Sauer, D. U., & Figgemeier, E. (2020). High-precision monitoring of volume change of commercial lithium-ion batteries by using strain gauges. *Sustainability (Switzerland)*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/su12020557>
- Xu, Z., Ji, X., Wang, M., & Sun, X. (2021). Edge detection algorithm of medical image based on Canny operator. *Journal of Physics: Conference Series*, 1955(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1955/1/012080>
- Yu, X., Wang, Z., Wang, Y., & Zhang, C. (2021). Edge Detection of Agricultural Products Based on Morphologically Improved Canny Algorithm. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6664970>
- Zhang, J., Fan, D. P., Dai, Y., Anwar, S., Saleh, F. S., Zhang, T., & Barnes, N. (2020). UC-Net: Uncertainty inspired RGB-D saliency detection via conditional variational autoencoders. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 8579–8588. <https://doi.org/10.1109/CVPR42600.2020.00861>
- Zhou, T., Fan, D. P., Cheng, M. M., Shen, J., & Shao, L. (2021). RGB-D salient object detection: A survey. *Computational Visual Media*, 7(1), 37–69. <https://doi.org/10.1007/s41095-020-0199-z>