



Perancangan Sistem Inspeksi Visual Penakar Volume Pada Botol Susu Bayi Berbasis *Machine Vision*

¹Aisyah Sausanina, ²Sonki Prasetya*, ³Vina Nanda Garjati³, dan Asep Yana³

¹Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author *E-mail address*: sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Botol susu bayi digunakan untuk memberikan susu formula atau ASI kepada bayi. Dalam produksi botol susu bayi, pentingnya penakaran volume yang akurat karena penakaran yang tidak tepat dapat memengaruhi persiapan formula susu bayi dan membahayakan kesehatan bayi, seperti berat badan berlebih dan hipernatremia. Untuk menghindari adanya penakar volume yang tidak akurat, diperlukan pengujian terhadap semua penakar volume pada botol. Penelitian ini akan berfokus untuk membuat pengujian yang dapat memastikan penakar volume memenuhi standar untuk dipasarkan dengan menggunakan metode eksperimen. Proses inspeksi dengan bantuan machine vision dapat membantu inspeksi visual secara otomatis menggunakan kamera digital dan teknik analisis citra. Hasil penelitian menghasilkan sistem inspeksi visual berbasis machine dengan menggunakan webcam Camtech CT50 untuk pengambilan citra, Raspberry Pi 4 Model B sebagai alat pemroses citra, dan monitor LCD TFT 5" untuk menampilkan hasilnya.

Kata-kata kunci: Botol Susu Bayi, Penakar Volume, Sistem Inspeksi Visual, Raspberry Pi

Abstract

Infant feeding bottles are used to deliver formula or breast milk to infants. In the production of infant feeding bottles, accurate volume markings are important because inaccurate markings can affect the preparation of infant formula and endanger infant health, such as overweight and hypernatremia. To avoid the presence of inaccurate volume markers, testing of all volume markers on bottles is required. This research will focus on creating a test that can ensure the volume markers meet the standards to be marketed. The machine vision assisted inspection process can help visual inspection automatically using digital cameras and image analysis techniques. The research results in a machine-based visual inspection system that uses a Camtech CT50 webcam for image capture, a Raspberry Pi 4 Model B as an image processing tool, and a 5" TFT LCD monitor to display the results.

Keywords: Infant Feeding Bottle, Volume Markers, Visual Inspection System, Raspberry Pi

1. PENDAHULUAN

Botol susu bayi digunakan untuk memberikan susu formula atau ASI dalam menyusui bayi. Dalam proses produksinya, penakar volume pada botol sangat penting. Penakar yang tidak akurat dapat menyebabkan penyajian susu formula yang tidak tepat lalu berdampak pada kesehatan bayi [1]. Dalam pemberiannya, susu formula harus sesuai dengan aturan yang tertera pada kemasan [2], [3], maka dari itu penakar volume harus sesuai standar yang digunakan. Penyajian yang berlebihan di antaranya dapat menyebabkan berat badan berlebih sampai hypernatremia [4]. Penyajian yang kurang dari anjuran juga dapat menyebabkan malnutrisi [5].

Studi yang dilakukan Universitas Western Sydney [6] telah ditemukan 56 botol yang setidaknya memiliki satu penanda volume tidak akurat atau pun hilang dari total 91 botol susu bayi dengan 28 merk berbeda, sehingga tidak memenuhi standar yang digunakan yaitu EN14350. Untuk menghindari kejadian tersebut maka dibutuhkan pengujian untuk penakar volume botol susu bayi agar memastikan bahwa botol memenuhi standar untuk dipasarkan.

Dengan mengacu pada saran dari penelitian sebelumnya [6] yang menunjukkan perlunya pengujian terhadap penakar volume, penggunaan proses inspeksi dengan teknologi *machine vision* menjadi pilihan yang sesuai. Cara tersebut dinilai dapat mengatasi beberapa masalah menyangkut *human error* dari inspeksi secara manual, antara lain operator kelelahan, ketidakseragaman, subjektivitas, dan sebagainya [7], [8].

Sebelumnya telah ditemukan beberapa penelitian yang menggunakan *computer vision* untuk mendeteksi objek dan melakukan pengukuran pada objek tersebut untuk diklasifikasikan sesuai kebutuhannya. Nashwan Adnan Othman *et al.* [9] melakukan penelitian untuk deteksi beberapa objek kemudian menghitung ukuran objek tersebut dengan memanfaatkan Raspberry Pi 3 dan kamera Pi. Daniel Octavian Melinte *et al.* [10] menggunakan *computer vision* pada sistem robot *pick and place* untuk memilah dan mengumpulkan ukuran sampah sesuai ukuran dan jaraknya. Pengukuran objek juga dilakukan oleh Sonki Prasetya [11], penelitian yang dilakukan bertujuan untuk membuat sistem pengereman kendaraan dengan mendeteksi objek dan mengidentifikasi jaraknya untuk memberikan indikator tindakan pengereman.

Penelitian ini bertujuan merancang sistem inspeksi visual berbasis *machine vision* dan melakukan analisa pemilihan komponen sistem untuk mendeteksi jarak antar penakar volume botol susu bayi yang tidak akurat dengan mempertimbangkan indikator untuk pemanfaatan proses produksi saat fabrikasi.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Menurut Sugiyono [12], penelitian eksperimen adalah “metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali”. Penelitian ini melibatkan pembuatan sistem inspeksi visual berbasis *machine vision* untuk proses inspeksi penakar volume pada botol susu bayi.

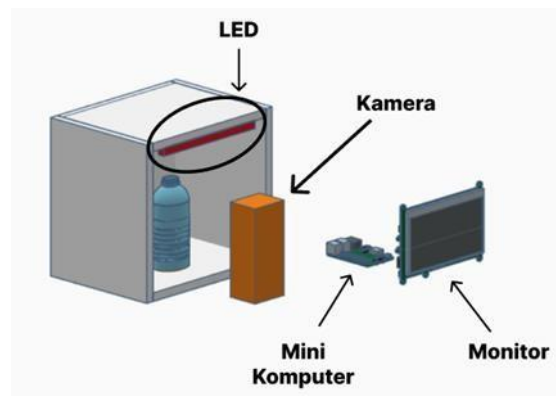
Pemilihan Komponen

Terdapat komponen utama yang digunakan pada penelitian, yaitu mini komputer, kamera, dan monitor [13]. Pemilihan komponen tersebut berdasarkan kriteria-kriteria pada Tabel 1 [13], [14]:

Tabel 1. Kriteria Pemilihan Komponen

Kriteria Pemilihan Kamera	Kriteria Pemilihan Mini Komputer	Kriteria Pemilihan Monitor
a. Resolusi yang baik	a. Kecepatan dan kinerja	a. Resolusi dengan gambar yang tajam
b. Kecepatan pemotretan (<i>frame rate</i>)	b. Koneksi dan komunikasi	b. Ukuran layar
c. Kamera dapat menangkap objek dalam jarak dekat (<i>Depth of Field</i>)	c. Kompabilitas perangkat lunak	c. Kualitas tampilan
d. Kamera dapat bekerja dalam kondisi cahaya rendah atau gelap	d. Bentuk dan ukuran	d. Koneksi dan kompabilitas
e. Bentuk yang kokoh dan tahan lama	e. Kualitas dan tahan lama	e. Tahan lama
f. Harga terjangkau	f. Harga terjangkau	f. Harga terjangkau

Perancangan yang Diusulkan



Gambar 1. Ilustrasi Usulan Sistem Inspeksi Visual



Berdasarkan komponen utama yang akan digunakan, maka dapat disarankan perancangan dari sistem yang akan dibuat pada Gambar 1. Tempat uji coba terbuat dari plastik kubus yang dilengkapi oleh LED, kamera untuk menangkap gambar akan diletakkan di depannya, dan monitor serta mini komputer diletakkan di sampingnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa dilakukan untuk mengevaluasi dan memilih komponen yang akan digunakan agar memastikan komponen yang dipilih telah memenuhi kriteria berdasarkan pemilihan kriteria pada metode penelitian. Pertama akan dilakukan analisa terhadap komponen yang dipilih, kemudian pembobotan dilakukan untuk memberi nilai pada komponen, dan divisualisasikan pada grafik radar. Analisa dilakukan pada ketiga komponen utama, sebagai berikut:

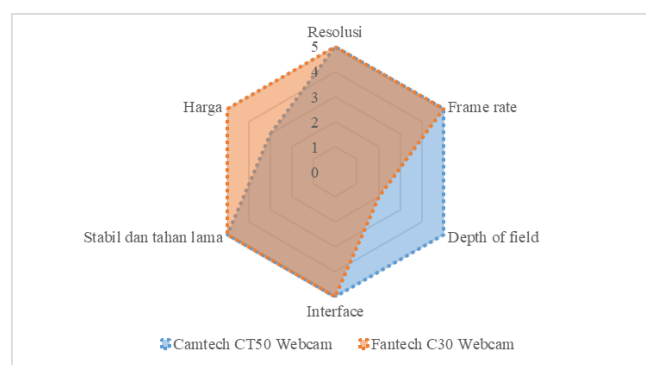
Analisa Pemilihan Kamera

Tabel 2. Hasil Analisis Pemilihan Kamera

Kriteria	Merk	
	Camtech CT50 Webcam	Fantech C30 Webcam
Gambar		
Resolusi	4 MP	4 MP
Frame rate	30 fps	30 fps
Depth of field	Auto focus; kamera dapat menangkap objek dalam jarak dekat dengan range	Fixed focus; Focus range ± 90 cm
Interface	USB	USB
Stabil dan tahan lama	Cukup kokoh	Cukup kokoh
Harga	Rp450.000,00	Rp315.000,00

Tabel 3. Hasil Pembobotan Pemilihan Kamera

No	Kriteria	Bobot	Kamera			
			1		2	
			Nilai* (1-5)	Nilai x bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x bobot (%)
1	Resolusi	20	5	20	5	20
2	Frame rate	20	5	20	5	20
3	Depth of field	20	5	20	2	8
4	Interface	10	5	10	5	10
5	Stabil dan tahan lama	15	5	15	5	15
6	Harga	15	3	9	5	15
Total		100		94		88





Gambar 2. Grafik Radar Pemilihan Kamera

Hasil dari pemilihan kamera didapatkan bahwa Camtech CT50 Webcam terpilih, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2 yang didapat dari hasil analisis pada Tabel 2 dan pembobotan pada Tabel 3. Camtech diwakili oleh warna biru memiliki area yang lebih besar dibanding dengan warna jingga atau Fantech.

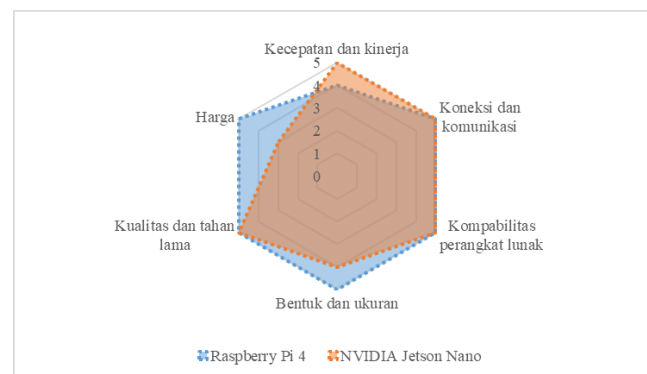
Analisa Pemilihan Mini Komputer

Penggunaan metode yang sama seperti analisa pemilihan kamera digunakan untuk mendapatkan hasil analisis pemilihan mini komputer dari Tabel 4 pada Gambar 3.

Tabel 4. Hasil Analisis Pemilihan Mini Komputer

Kriteria	Merk	
	Raspberry Pi 4 Model B	NVIDIA Jetson Nano Developer Kit
Gambar		
Kecepatan dan kinerja	Processor = Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz; RAM = 4GB	Processor = NVIDIA Maxwell 128 CUDA core, Quad-core ARM Cortex-A57 @ 1.43 GHz RAM = 4GB LPDDR4

Koneksi dan komunikasi	Koneksi = USB 2, USB 3, Gigabit Ethernet, Wireless, Bluetooth 5.0 Komunikasi = Micro-HDMI, USB 2, USB 3, MIPI DSI Display Port, MIPI CSI Camera Port.	Koneksi = Gigabit Ethernet, M.2 Key E Komunikasi = HDMI, USB 2, USB 3, Micro-USB, Display Port, MIPI CSI Camera Port
Kompabilitas perangkat lunak	Raspberry Pi OS, Ubuntu, Ubuntu MATE, Kali Linux, Arch Linux ARM, dll.	NVIDIA JetPack, Ubuntu, Linux for Tegra
Bentuk dan ukuran	PCB berukuran 85×56 mm, dengan <i>casing</i>	PCB berukuran 69.6×45 mm, tanpa <i>casing</i>
Kualitas dan tahan lama	Relatif bagus dan tahan lama	Relatif bagus dan tahan lama
Harga	Rp2.450.000	Rp3.849.000





Gambar 3. Grafik Radar Pemilihan Mini Komputer

Hasil dari pemilihan mini komputer didapatkan bahwa Raspberry Pi 4 Model B terpilih, hal ini dapat dilihat pada Gambar 3. Raspberry Pi 4 Model B diwakili oleh warna biru memiliki area yang lebih besar dibanding dengan warna jingga atau NVIDIA Jetson Nano.

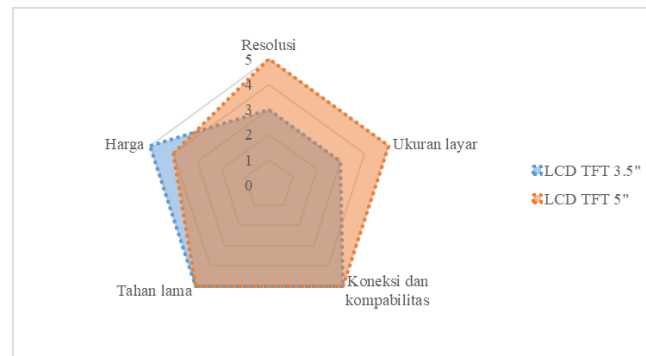
Analisa Pemilihan Monitor

Penggunaan metode yang sama seperti analisa pemilihan kamera digunakan untuk mendapatkan hasil analisis pemilihan monitor dari Tabel 5 pada Gambar 4.

Tabel 5. Hasil Analisis Pemilihan Monitor

Kriteria	Jenis	
	LCD TFT 3.5"	LCD TFT 5"
Gambar		
Resolusi	480 × 320	800 × 480
Ukuran layar	3.5 inch (56 × 86 mm)	5 inch (76 × 120 mm)

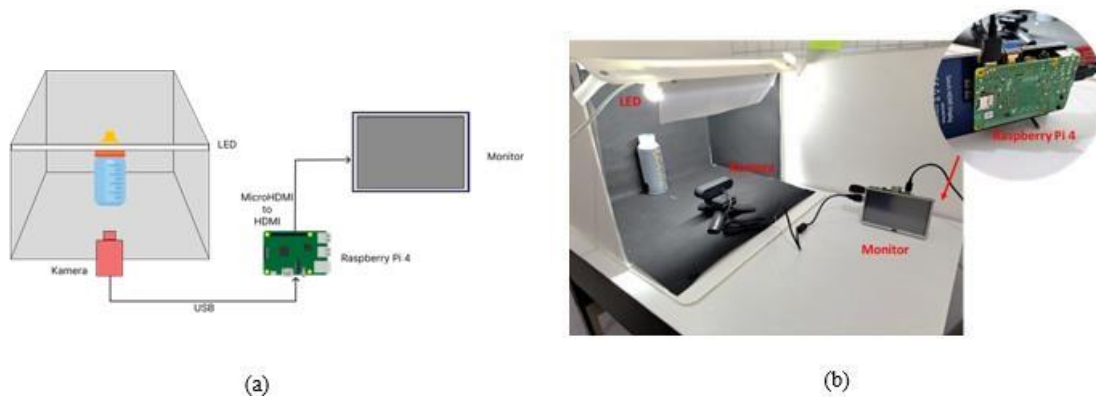
Koneksi dan kompatibilitas	Micro HDMI	Micro HDMI
Tahan lama	Ya	Ya
Harga	Rp299.000	Rp499.900



Gambar 4. Grafik Rada Pemilihan Monitor

Hasil dari pemilihan monitor didapatkan bahwa LCD TFT 5" terpilih, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4. LCD TFT 5" diwakili oleh warna jingga memiliki area yang lebih besar dibanding dengan warna biru atau LCD TFT 3.5".

Hasil Akhir Sistem Inspeksi Visual



Gambar 5. (a) Ilustrasi Sistem Inspeksi Visual; (b) Desain Akhir Sistem Inspeksi Visual

Setelah melakukan analisis untuk pemilihan komponen dan menetapkan komponen terpilih, kemudian sistem inspeksi dibangun menggunakan komponen tersebut. Sistem mempunyai kamera yang akan menangkap gambar dari objek atau sampel botol lalu mengirimnya ke Raspberry Pi untuk dilakukan pengenalan objek dan klasifikasi, dan akhirnya ditampilkan pada monitor, dapat dilihat pada Gambar 5.a dan 5.b.

4. KESIMPULAN

Penelitian perancangan yang dilakukan berhasil merancang dan membuat sistem inspeksi visual berbasis *machine vision*. Sistem menggunakan komponen sesuai dengan kriteria pemilihan yang ditentukan dan telah dilakukan analisis serta pembobotan untuk ditetapkan sebagai komponen terpilih, di antaranya Raspberry Pi 4 Model B, webcam Camtech CT50, dan monitor LCD TFT 5".

REFERENSI

- [1] M. J. Renfrew, P. Ansell, and K. L. Macleod, "Formula feed preparation: Helping reduce the risks; a systematic review," *Archives of Disease in Childhood*, vol. 88, no. 10, pp. 855–858, Oct. 01, 2003. doi: 10.1136/adc.88.10.855.
- [2] BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN REPUBLIK INDONESIA, *PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN TENTANG PENGAWASAN FORMULA PERTUMBUHAN*. BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN REPUBLIK INDONESIA, 2013.
- [3] BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN REPUBLIK INDONESIA, *PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN TENTANG PENGAWASAN FORMULA LANJUTAN*. BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN REPUBLIK INDONESIA, 2013.
- [4] J. Appleton, "Infant formula feeding and rapid weight gain: parents' infant feeding practice and sources of information, advice and support," University of Sydney, Sydney, 2020.
- [5] Alberta Health Services, "Nutrition Guideline Healthy Infants and Young Children Safe Preparation and Handling of Infant Formula." 2014.
- [6] K. Gribble, N. Berry, M. Kerac, and M. Challinor, "Volume marker inaccuracies: A cross-sectional survey of infant feeding bottles," *Matern Child Nutr*, vol. 13, no. 3, Jul. 2017, doi: 10.1111/mcn.12388.
- [7] S. A. Amrullah, "Perancangan Sistem Inspeksi Visual Berbasis Computer Vision untuk Penggolangan Buah Apel," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- [8] A. Satria Prabuwono, D. Kurniawan, and Y. Away, "PERANCANGAN SISTEM INSPEKSI VISUAL BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) PADA MODULAR AUTOMATION PRODUCTION SYSTEM (MAPS)," *Jurnal Teknik Gelagar*, vol. 18, no. 1, pp. 11–18, Apr. 2007.
- [9] N. A. OTHMAN, M. U. SALUR, M. KARAKOSE, and I. AYDIN, "An Embedded Real-Time Object Detection and Measurement of its Size," in *2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP)*, Malatya: IEEE, Sep. 2018, pp. 1–4. doi: 10.1109/IDAP.2018.8620812.
- [10] D. O. Melinte, D. Dumitriu, M. Mărgăritescu, and P.-N. Ancuța, "Deep Learning Computer Vision for Sorting and Size Determination of Municipal Waste," in *Proceedings of the International Conference of Mechatronics and Cyber-MixMechatronics - 2019*, G. I. Gheorghe, Ed., Bucharest: Springer, 2020, pp. 142–152. doi: 10.1007/978-3-030-26991-3_14.
- [11] S. Prasetya, "Camera Based Artificial Intelligence for A Smart Vehicle Braking System," *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, vol. 8, no. 8, pp. 4768–4772, Aug. 2020, doi: 10.30534/ijeter/2020/113882020.
- [12] Prof. Dr. Sugiyono, *METODE PENELITIAN KUANTITATIF KUALITATIF DAN R&D*. Bandung, 2013.
- [13] S. Anand and L. Priya, *A Guide for Machine Vision in Quality Control*. Chapman and Hall/CRC, 2019. doi: 10.1201/9781003002826.
- [14] J. Beyerer, F. P. León, and C. Frese, *Machine vision: Automated visual inspection: Theory, practice and applications*. Springer Berlin Heidelberg, 2015. doi: 10.1007/978-3-662-47794-6.