

RANCANG BANGUN SISTEM PENCAHAYAAN STROBO BERBASIS SENSOR HALL EFFECT UNTUK MENCIPTAKAN EFEK ANIMASI PADA 3D ZOETROPE

Muhamad Aldi

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP,
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Cikutra, Bandung 40124

Abstrak

Animasi pada 3D zoetrope terbentuk melalui sinkronisasi antara pergerakan objek dan pencahayaan strobo yang berkedip pada waktu tertentu, sehingga diperlukan sistem pemacu yang mampu mendeteksi posisi rotasi platform secara akurat. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pencahayaan strobo berbasis sensor Hall Effect untuk menciptakan efek animasi pada 3D zoetrope. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem elektronik, perakitan perangkat, serta pengujian kinerja sistem. Sistem yang dirancang terdiri dari adaptor, sensor Hall Effect, magnet Neodymium, lampu LED, motor penggerak, dan platform 3D zoetrope berdiameter 35 cm dengan 12 frame. Sensor Hall Effect mendeteksi posisi rotasi platform melalui magnet yang dipasang pada bagian bawah platform dan menghasilkan sinyal pemacu untuk menyalakan LED strobo. Hasil pengujian menunjukkan sensor berhasil mendeteksi magnet secara konsisten pada setiap putaran, sedangkan LED strobo menghasilkan kedipan cahaya dengan respons cepat. Sinkronisasi terbaik diperoleh pada kecepatan 150 RPM dengan frekuensi strobo 30 Hz, yang menghasilkan animasi paling stabil. Sistem ini berpotensi digunakan sebagai media simulasi praktikum pada pembelajaran optik, elektronika, dan sistem kendali.

Kata kunci: efek animasi; pencahayaan strobo; sensor Hall Effect; sinkronisasi; zoetrope 3D

Abstract

Design and Development of a Hall Effect Sensor-Based Strobe Lighting System for Creating Animation Effects on a 3D Zoetrope. Animation on a 3D zoetrope is formed through synchronization between object movement and stroboscopic lighting that flashes at a specific time, so a triggering system capable of accurately detecting the platform's rotational position is required. This study aims to design and build a Hall Effect sensor-based strobe lighting system to create animation effects on a 3D zoetrope. The method consisted of a literature study, system requirement analysis, electronic system design, device assembly, and system performance testing. The system consists of an adaptor, a Hall Effect sensor, a Neodymium magnet, an LED lamp, a driving motor, and a 35 cm diameter 3D zoetrope platform with 12 frames. The Hall Effect sensor detects the platform's rotational position through a magnet mounted underneath the platform and generates a trigger signal to activate the strobe LED. Test results show that the sensor consistently detected the magnet at every rotation, while the strobe LED produced light flashes with a fast response. The best synchronization was obtained at a rotational speed of 150 RPM with a strobe frequency of 30 Hz, producing the most stable animation. The system has the potential to be used as a practicum simulation medium for learning optics, electronics, and control systems.

Keywords: 3D zoetrope; animation effect; Hall Effect sensor; strobe lighting; synchronization

Seluruh komponen berhasil dirangkai sesuai skema perancangan pada Gambar 1. Sensor Hall Effect ditempatkan pada posisi tetap sehingga mampu mendeteksi keberadaan magnet yang dipasang pada bagian bawah platform; setiap kali magnet melewati sensor, dihasilkan sinyal pemicu yang menyalakan LED strobo melalui MOSFET, karena keluaran sensor

tidak mampu menangani arus beban LED secara langsung.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor Hall Effect dan LED strobo

Kondisi Magnet / Sensor	Keluaran Sensor / LED
Magnet tidak terdeteksi	Sensor LOW – LED padam
Magnet terdeteksi	Sensor HIGH – LED menyala

Sensor memberikan respons yang konsisten terhadap keberadaan magnet, sedangkan LED strobo mampu menyala dan padam dengan cepat mengikuti sinyal pemicu tersebut, sehingga objek pada platform dapat teramati seolah-olah diam pada posisi tertentu meskipun sebenarnya sedang berputar.

Tabel 2. Hubungan kecepatan putaran, frekuensi strobo, dan kualitas animasi

RPM	f Strobo (Hz)	Hasil Pengamatan
50	10	Animasi belum terlihat
100	20	Animasi mulai terlihat
150	30	Animasi stabil
200	40	Animasi kurang stabil
250	50	Animasi blur, tidak stabil



Gambar 3. Purwarupa 3D zoetrope pada pengujian sinkronisasi strobo

Berdasarkan Tabel 2, frekuensi strobo berbanding lurus dengan kecepatan putaran platform sesuai Persamaan (1). Pada kecepatan 50 RPM animasi belum terbentuk karena pergerakan objek masih terlalu lambat sehingga efek *persistence of vision* belum optimal. Kualitas animasi terbaik diperoleh pada 150 RPM dengan frekuensi strobo 30 Hz, karena pada kondisi tersebut kedipan LED selalu terjadi ketika magnet berada pada posisi yang sama terhadap sensor sehingga setiap objek teramati pada fase rotasi yang tetap. Pada kecepatan 200–250 RPM, animasi kembali menurun kualitasnya karena objek bergerak terlalu cepat sehingga sinkronisasi visual tidak lagi mampu memberikan efek animasi yang jelas. Temuan ini sejalan dengan prinsip sinkronisasi fase pada sistem berputar yang dikemukakan oleh Jeong dkk. (2026), yang menekankan pentingnya kesesuaian fase antara gerakan dan pencahayaan pada pencitraan stroboskopik.

Dibandingkan dengan pendekatan berbasis sensor inersial pada penelitian Cassinelli dan Saakes (2023), penggunaan sensor Hall Effect dan magnet pada setiap frame memberikan referensi posisi absolut sehingga perubahan kecepatan putaran tidak menyebabkan pergeseran fase animasi selama sensor masih mampu mendeteksi magnet dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa sensor Hall Effect dapat digunakan sebagai alternatif sistem sinkronisasi yang sederhana dan tanpa kontak mekanis pada pengembangan 3D zoetrope.

4. Kesimpulan

Sistem pencahayaan strobo berbasis sensor Hall Effect berhasil dirancang dan direalisasikan untuk menciptakan efek animasi pada 3D zoetrope. Sensor Hall Effect mampu mendeteksi keberadaan magnet secara konsisten pada setiap putaran platform dan menghasilkan sinyal pemicu yang menyalakan LED strobo pada posisi rotasi yang sama di setiap siklus, sehingga sinkronisasi antara gerakan dan pencahayaan dapat tercapai. Kualitas animasi paling stabil diperoleh pada kecepatan putaran 150 RPM dengan frekuensi strobo 30 Hz, sedangkan kecepatan yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi menurunkan kualitas animasi yang dihasilkan. Dengan demikian, sistem ini berpotensi dimanfaatkan sebagai media simulasi praktikum pada pembelajaran optika, elektronika, dan sistem kendali.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung atas bimbingan dan dukungan fasilitas selama pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ahn, S.-Y., Kim, O.-Y., & Hong, S.-D. (2023). Research on the design of a three-dimensional zoetrope for <The Birth of Life, Water> using rotation and light afterimages. *Journal of Korean Society of Exhibition Design Studies*, 40, 27–36.
- Cassinelli, A., & Saakes, D. (2023). The Zoetop: a kinesthetic aware zoetrope. In *SIGGRAPH Asia 2023 Emerging Technologies* (pp. 1–2). New York: ACM.
- Egea, J., Fernández Somoza, G., Pereira-Vivas, L., & Dalmau, J. (2023). Zoótopo: vigencia de una máquina para pensar a través del movimiento. *Arte, Individuo y Sociedad*, Avance en línea, 1–17.
- Jeong, S. H., Kong, Y., Lee, S., & Park, G. (2026). Non-contact condition monitoring of rotating machinery via phase-synchronized stroboscopic imaging. *Structural Health Monitoring*.
- Kushner, S. A., Dietz, P. H., & Jacobson, A. (2022). Interactive 3D zoetrope with a strobing flashlight. In *Adjunct Proceedings of the 35th Annual ACM*

Symposium on User Interface Software and Technology (pp. 1–3). New York: ACM.

- Mao, Y., Wang, X., Sun, Q., Chen, X., Li, Y., & Zhang, H. (2022). Stroboscopic lighting with intensity synchronized to rotation velocity alleviates motion sickness gastrointestinal symptoms and motor disorders in rats. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 16.
- Nwabueze, T. D., Zamoski, R., Gomez, M., & Schmitz, T. (2025). Displacement measurement using various Hall effect sensor-magnet configurations. *Manufacturing Letters*, 44, 261–268.
- Qu, K., Pang, P., & Hua, W. (2024). High-precision rotor position fitting method of permanent magnet synchronous machine based on Hall-effect sensors. *Energies*, 17(22), 5625.
- Ruggeri, J., Ausserlechner, U., Köck, H., & Dowling, K. M. (2025). Inverted pyramid 3-axis silicon Hall-effect magnetic sensor with offset cancellation. *Microsystems & Nanoengineering*, 11, 26.
- Shin, D.-Y. (2024). Study of inkjet droplet visualization using an ultra-short and ultra-bright strobe. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers - B*, 48(5), 313–320.