

Pengembangan Sistem Eksperimen untuk Pengamatan Fenomena Efek Kacang Brazil menggunakan Otomasi Periode Vibrasi dan Penangkapan Citra

Muhammad Iqbal Rahmadhan Putra^{1, a)} dan Sparisoma Viridi²

¹Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Biofisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Biofisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} miqbalrp@gmail.com (corresponding author)

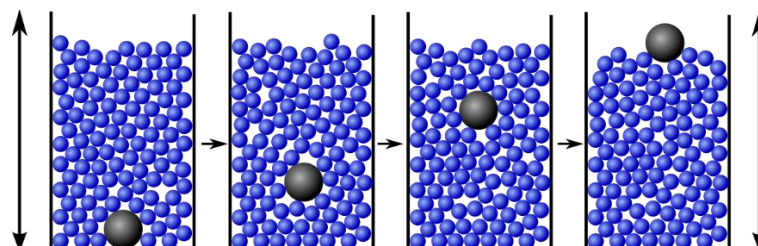
Abstrak

Sebuah sistem ekperimental telah dikembangkan untuk mempelajari fenomena Efek Kacang Brazil dengan peningkatan akurasi pada waktu periodik vibrasi menggunakan otomasi hidup-mati. Pada sistem ini digunakan beberapa komponen utama, yakni; (1) penggetar berupa speaker, (2) wadah dan sistem granular, (3) penguat daya, (4) pembangkit sinyal, (5) relay, (6) Arduino Uno, (7) servo, dan (8) kamera digital yang terhubung dengan servo. Komponen ke-(5) dan komponen ke-(7) merupakan komponen pengembangan yang berfungsi untuk melakukan otomasi hidup-mati pada vibrator serta menangkap citra kondisi sistem granular pada wadah yang terbuat dari akrilik. Lama waktu vibrator dalam keadaan hidup serta lama waktu dalam keadaan mati diunggah menggunakan Arduino. Citra kondisi sistem granular diambil selama vibrator dalam keadaan mati. Untuk menguji efektifitas sistem ini, maka telah dilakukan pengamatan terhadap pergerakan intruder tunggal dalam sistem granular dengan variasi frekuensi serta amplitudo vibrator.

Kata-kata kunci: efek kacang Brazil, granular, intruder, otomasi

PENDAHULUAN

Material granular merupakan material yang sering kita temukan di kehidupan sehari-hari, diantara contohnya adalah gula, garam, beras, dan pasir. Bahan granular terdiri dari butiran berdimensi kecil dalam jumlah yang besar, yang dapat bersifat padat, cairan, ataupun gas. Tiga sifat ini dapat muncul bersamaan dalam kondisi tertentu ^[1] ^[2]. Efek Kacang Brazil merupakan salah satu fenomena pada material granular dimana butiran yang lebih besar dapat naik mencapai permukaan sistem granular ketika sistem diberikan vibrasi ^[3]. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengamati efek kacang Brazil baik secara simulasi komputasi ^[4] maupun berbasis eksperimen riil ^[6].



Gambar 1. Fenomena Efek Kacang Brazil.

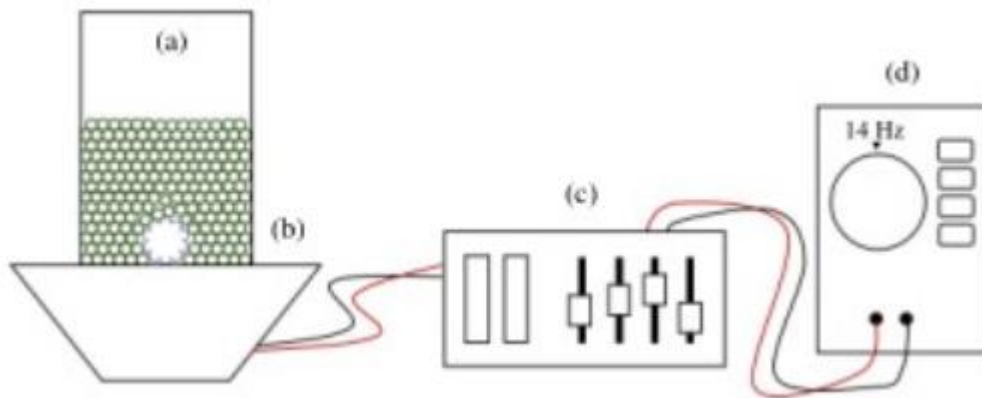
(sumber: Gsrzdl)

Terjadinya efek kacang Brasil dipengaruhi oleh nilai percepatan tak berdimensi (percepatan yang dinormalisasi) Γ yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\Gamma = \frac{A(2\pi f)^2}{g} \tag{1}$$

dengan A merupakan amplitudo, f merupakan frekuensi, dan g merupakan percepatan gravitasi. Dari penelitian didapatkan bahwa untuk sistem yang diberikan $\Gamma = 1$ akan membentuk konfigurasi efek kacang Brasil, sedangkan untuk $\Gamma = 3$ sistem akan membentuk *reverse Brazil nut effect* [3] untuk sistem tiga dimensi. Pada penelitian lain telah dilakukan percobaan untuk sistem berdimensi dua yang didapatkan bahwa efek Kacang Brasil dapat terjadi pada $\Gamma > 2$.

Pada penelitian berbasis eksperimen riil sebelumnya [5], digunakan set eksperimen seperti pada gambar 2. Set eksperimen ini terdiri dari (a) wadah akrilik beserta granular yang telah disusun, (b) penggetar berupa Woofer Curve 12 inci model 30H120SRW38B9, (c) penguat daya n EKO Power Amplifier model AB_22, dan (d) pembangkit sinyal GW Instek Audio Generator GAG-809. Dengan asumsi bahwa pengambilan data secara diskrit memberikan hasil yang konsisten dengan pengambilan data yang dilakukan secara kontinu, penelitian ini mengambil citra kondisi granular pada wadah tiap 3 detik menggunakan kamera ponsel dengan terlebih dahulu memberhentikan getaran yang diberikan penggetar. Untuk mencegah munculnya efek listrik statis akibat gesekan permukaan butiran dan dengan dinding wadah, maka percobaan dibatasi hingga maksimum 60 detik jika *intruder* belum mencapai permukaan.



Gambar 2. Set eksperimen pada penelitian sebelumnya [5]

Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa dibutuhkan step kondisi yang banyak sehingga perlu dilakukan pengulangan berkali-kali dalam menghentikan getaran dan pengambilan citra. Selain itu dibutuhkan juga konsistensi dalam lama waktu getaran tiap step serta konsistensi posisi kamera terhadap sistem yang diamati. Oleh karena itu, penelitian kali ini bertujuan untuk meminimalkan galat yang mungkin disebabkan oleh hal-hal yang disebutkan di atas dengan merancang prosedur otomasi pengamatan efek kacang Brasil dalam penghentian getaran dan pengambilan citra.

METODOLOGI

Desain Sistem

Berdasarkan kebutuhan di atas, maka dirancang sistem tambahan dari set eksperimen sebelumnya yang dapat melakukan otomasi pada vibrasi dan pengambilan citra. Desain sistem ini kami menggunakan Arduino Uno sebagai komponen utama untuk menggerakkan motor servo dan mengendalikan relay.

1. **Arduino Uno.** Arduino Uno merupakan *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol reset.

Untuk menggunakan *board* ini dapat dengan mengunggah program yang dibutuhkan dengan perangkat lunak Arduino IDE.



Gambar 3. Arduino Uno ^[7]

2. **Motor servo.** Motor servo merupakan sebuah motor DC dengan sistem *closed feedback* yakni posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo terdiri dari sebuah motor, potensiometer, rangkaian internal gear, dan rangkaian kontrol.



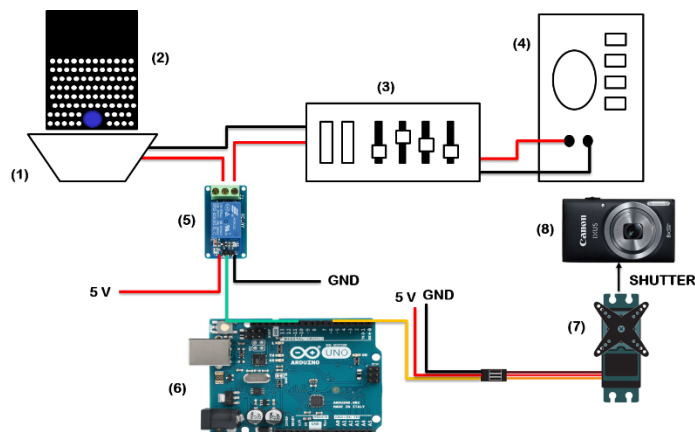
Gambar 4. Motor servo ^[8]

3. **Relay.** Relay memiliki fungsi sebagai saklar elektronik yang bekerja apabila diberi input *high* dari mikrokontroler.

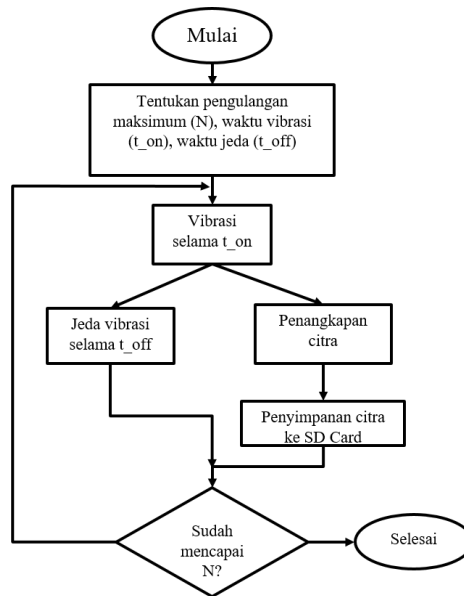


Gambar 5. Relay ^[9]

Sebagai perangkat yang berfungsi pengambilan citra digunakan kamera digital CANON IXUS 185 20 MP yang digunakan motor servo pada *shutter* untuk mengambil citra secara otomatis. Secara umum, set eksperimen yang dirancang adalah seperti pada gambar 6 dan diagram alir kerja sistem otomatis yang diunggah ke Arduino Uno adalah seperti pada gambar 7.



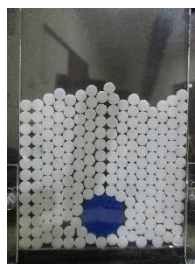
Gambar 6. Skematik sistem otomasi secara keseluruhan; (1) penggetar, (2) wadah dan sistem granular, (3) penguat daya, (4) pembangkit sinyal, (5) relay, (6) Arduino Uno, (7) servo, dan (8) kamera digital yang terhubung dengan servo



Gambar 7. Diagram alir kerja sistem otomasi

Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan kondisi awal seperti pada gambar 8. Sistem granular tersebut terdiri dari *granular bed* dengan diameter 0,68 berjumlah 196 dan satu *intruder* berukuran 2,5 cm. Sistem tersebut diberikan getaran dengan frekuensi 15 Hz dan amplitudo 0,75 cm, sehingga sistem tersebut memiliki nilai percepatan tak berdimensi $\Gamma = 6.798$. Sistem ini digetarkan selama 3 detik lalu didiamkan selama 3 detik untuk dilakukan pengambilan citra. Proses ini dilakukan sebanyak 30 kali iterasi atau sampai *intruder* telah mencapai permukaan.

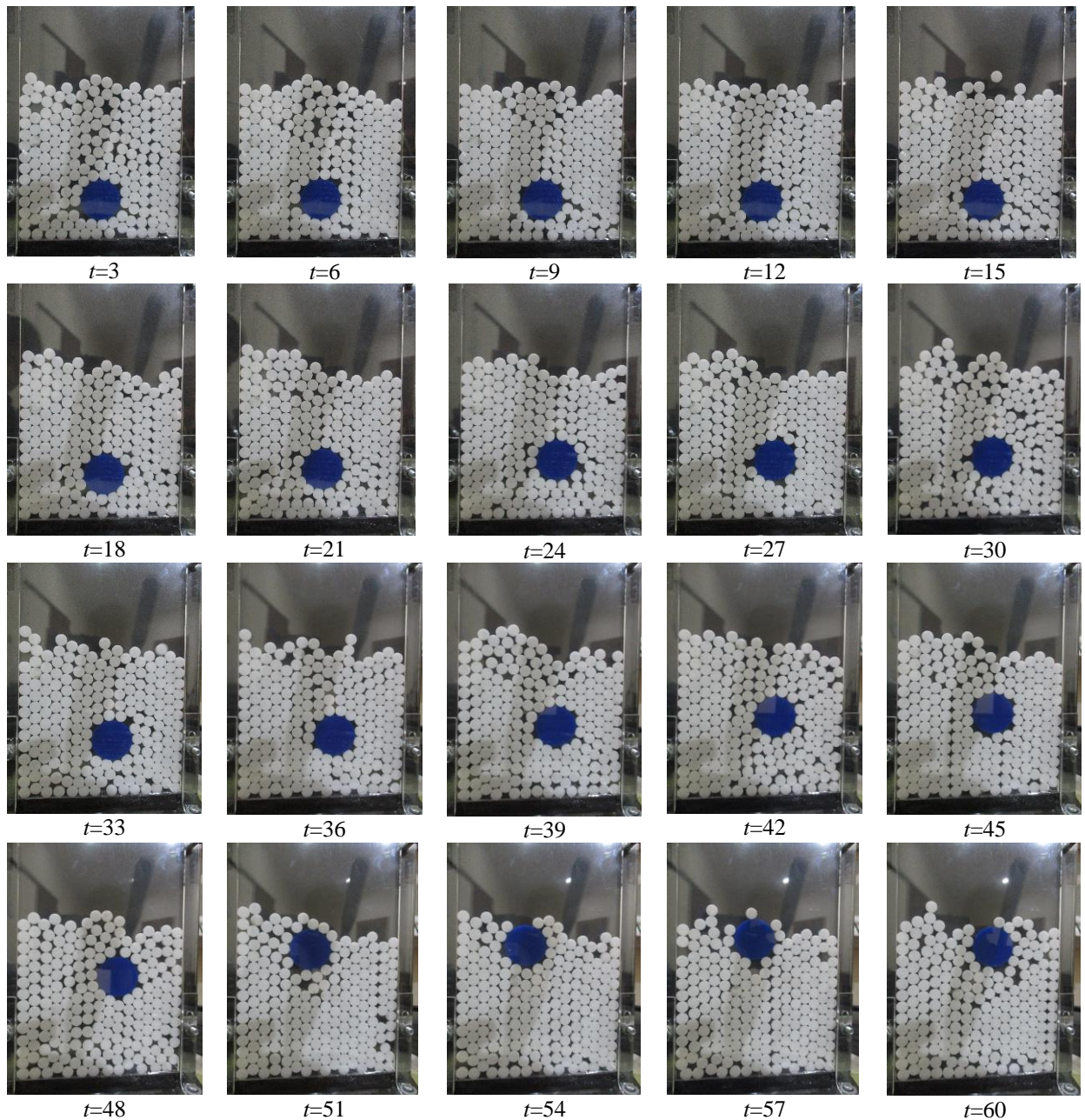


Gambar 8. Kondisi awal sistem (t=0)

Hipotesis dari penelitian ini berdasarkan nilai Γ yang lebih dari 2 pada sistem dua dimensi, maka efek kacang Brasil dapat teramati serta sistem otomasi berjalan dengan baik.

HASIL PENGAMBILAN DATA

Hasil pengambilan citra dari sistem granular setelah dilakukan sebanyak 20 kali iterasi dalam 60 detik disajikan dalam rangkaian gambar berikut:



Gambar 9. Hasil pengambilan citra kondisi sistem tiap waktu

Dari rangkaian gambar di atas dapat diketahui bahwa sistem granular yang diamati mengalami efek kacang Brasil setelah digetarkan selama 60 detik. Hal ini dapat dilihat dengan pergerakan intruder yang mengalami kenaikan secara vertikal di tiap waktunya.

KESIMPULAN

Dari percobaan yang dilakukan dapat diketahui bahwa sistem otomatis yang dirancang untuk memberikan getaran serta pengambilan gambar dapat bekerja dengan baik serta dapat teramati adanya efek kacang Brasil. Secara kualitatif, data yang dihasilkan memiliki konsistensi terhadap lama getar yang akurat dan posisi sistem granular relatif terhadap kamera yang juga konsisten. Hal ini memungkinkan untuk dilakukannya pengolahan lebih lanjut seperti digitasi sistem dengan lebih efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini.

REFERENSI

1. Liao, Chun-Chung, Shu-San Hsiao, dan Chi-Sou Wu. "*Combined effects of internal friction and bed height on the Brazil-nut problem in a shaker.*" Powder Technology 253 (2014): 561-567.
2. Ain, T. N., et al. "*The evolution of potential energy and contactopy two dimension granular materials in the case of compaction inhibited Brazil-nut effect.*" Journal of Physics: Conference Series. Vol. 739. No. 1. IOP Publishing, (2016).
3. Ciamarra, Massimo Pica, et al. "*Granular species segregation under vertical tapping: Effects of size, density, friction, and shaking amplitude.*" Physical review letters 96.5 (2006): 058001.
4. Kesuma, Teja, Dimas Praja Purwa Aji, dan Sparisoma Viridi. "*Influence of Contactopy on Two-Dimensional Brazil-Nut Effect.*" IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 31. No. 1. IOP Publishing, (2016).
5. P. M. Widartiningsih, "Dinamika *Intruder* dalam Sistem Butiran Dua-Dimensi Berstruktur Awal *Hexagonal Close Packed* (HCP)", tesis Magister Fisika, Institut Teknologi Bandung, Bandung. (2018).
6. Wibowo, H. A. C., et al. "*Experimental study of granular convection in (real) two-dimension Brazil-nut effect.*" Journal of Physics: Conference Series. Vol. 739. No. 1. IOP Publishing, (2016).
7. https://www.sparkfun.com/pages/arduino_uno_comparison, diakses pada 25 Desember 2018
8. <https://fit.labs.telkomuniversity.ac.id>, diakses pada 25 Desember 2018
9. <https://www.botshop.co.za/product/5v-relay-module-with-status-led-diode-and-transistor-trigger/>, diakses pada 25 Desember 2018
10. Yachai, Tanapon, Itthichai Preechawuttipong, dan Pawarut Jongchansitto. "*Experimental investigations of density-induced segregation in binary granular mixtures under vertical vibrations.*" IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 297. No. 1. IOP Publishing, (2018).