



Buku Tugas Akhir

# **Rancang Bangun Instrumen Efek Kacang Brazil Dan Pengamatan Pergerakan Intruder**

**Bagas Fadilla Adiprabawa**

2015630007

Pembimbing:

Nico Saputro, Ph.D.

Dr. Christian Fredy Naa

Diajukan untuk memenuhi salah  
satu syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik

**Agustus 2021**

# Lembar Persetujuan Selesai



Tugas Akhir berjudul:

## Rancang Bangun Instrumen Efek Kacang Brazil Dan Pengamatan Pergerakan Intruder

oleh:

Bagas Fadilla Adiprabawa

NPM : 2015630007

ini telah diujikan pada Sidang Tugas Akhir 2 (IME 184500) di Program Studi Sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan serta dinyatakan SELESAI.

**TANDA PERSETUJUAN SELESAI,**

Bandung, Mei 2021

Ketua Program Studi Sarjana  
Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika

  
Dr. Ir. Ali Sadyoko, M.T.



Pembimbing Pertama,

Pembimbing Kedua,



Nico Saputro, Ph.D.



Dr. Christian Fredy Naa

## PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN TINDAKAN PLAGIAT

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

**BAGAS FADILLA ADIPRABAWA**

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

"RANCANG BANGUN INSTRUMEN EFEK KACANG BRAZIL DAN  
PENGAMATAN PERGERAKAN INTRUDER"

adalah hasil pekerjaan Saya. Seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka Saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada Saya.

Bandung, 15 April 2021



Bagas Fadilla Adiprabawa

NPM: 2015630007

## Abstrak

Efek Kacang Brazil (EKB) adalah suatu fenomena yang muncul dalam campuran material butiran yang berbeda ukuran. Dimana ketika digetarkan partikel yang lebih besar (*intruder*), yang diletakkan di bawah dan terlindungi oleh butiran yang lebih kecil (partikel butiran), akan perlahan bergerak ke atas sehingga pada akhirnya *intruder* akan berada di atas permukaan. Penelitian ini difokuskan pada perancangan sistem instrumentasi EKB yang mampu mengukur kecepatan rata-rata dengan memperhitungkan gerakan vertikal dan horizontal. Instrumen dirancang menggunakan speaker 10 inci sebagai sumber getaran, *granular bed* sebagai wadah *intruder*, partikel butiran, dan *intruder*. Pelacakan pergerakan *intruder* direkam dengan menggunakan *webcam* dan gambar yang dihasilkan setiap saatnya diproses dengan pengolahan citra. Percobaan yang dilakukan adalah pengambilan tiga posisi (kiri, tengah dan kanan) dengan variasi lima nilai frekuensi yaitu 20 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz dan 40 Hz. Pertama, pengambilan data kecepatan dilakukan untuk mengetahui jenis *intruder* mana yang lebih cepat sampai ke permukaan. Kedua, dilakukan perhitungan sudut kemiringan *intruder* untuk menunjukkan signifikansi gerakan horizontal dari *intruder* dengan cara dilakukan pengukuran sudut pergerakan *intruder*. Ketiga, dilakukan perhitungan kecepatan rata-rata untuk mengetahui signifikansi perhitungan kecepatan dengan memperhitungkan gerakan vertikal dan horizontal ( $\bar{v}$  Menggunakan  $\Delta s$ ), maka dilakukan perbandingan dengan perhitungan kecepatan yang hanya memperhitungkan gerakan vertikal saja ( $\bar{v}$  menggunakan  $\Delta y$ ). Jenis *intruder* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Polylactic Acid (PLA), yaitu PLA tengah koin, biru pejal dan PLA tengah PLA. Dari hasil perhitungan sudut, disimpulkan bahwa pergerakan *intruder* tidak sepenuhnya bergerak secara vertikal. Sehingga untuk pengukuran kecepatan rata-rata intruder harus memperhitungkan gerakan horizontal. Dari hasil Perbandingan kecepatan rata-rata dengan memperhitungkan gerakan horizontal terhadap pengukuran kecepatan vertikal saja memiliki perbedaan sebesar 0.0003-18.5%.

---

**Kata kunci:**

*Efek Kacang Brazil, Partikel Butiran, Intruder*

## Abstract

The Brazil nut effect (EKB) is a phenomenon that occurs in a mixture of different sized granular materials. Where when vibrated larger particles (*intruder*), which are placed under and surrounded by smaller particles (granular particles), will slowly move upwards so that eventually *intruder* will be on the surface. This research is focused on designing the EKB instrumentation system that is able to measure the average speed by taking into account the vertical and horizontal movements. The instrument is designed using a 10 inch speaker as the vibration source, *granular bed* as the *intruder* housing, granular particles, and *intruder*. The tracking movement of *intruder* is recorded using *webcam* and the resulting image is processed every time by image processing. The experiment carried out was taking three positions (left, center and right) with a variation of five frequency values, namely 20 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz and 40 Hz. First, speed data retrieval is carried out to find out which type of *intruder* reaches the surface faster. Second, the slope angle of *intruder* is calculated to show the significance of the horizontal movement of *intruder* by measuring the angle of movement of *intruder*. Third, the average speed calculation is carried out to determine the significance of the speed calculation by taking into account vertical and horizontal movements ( $\bar{v}$  Using  $\Delta s$ ), then a comparison is made with the calculation of speed which only takes into account vertical movements ( $\bar{v}$  using  $\Delta y$ ). The type of *intruder* that will be used in this research is Polylactic Acid (PLA), namely central PLA coin, solid blue and PLA middle PLA. From the results of the angle calculation, it is concluded that the movement of *intruder* does not completely move vertically. So for measuring the average speed of the intruder, horizontal movement must be taken into account. From the results of the comparison of the average speed by taking into account the horizontal movement to the measurement of the vertical speed alone, there is a difference of 0.0003-18.5%.

---

**Keywords:**

*Brazil Nut Effect, Grain Particles, Intruder*

# Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena dengan rahmat-Nya lah penyusunan ini dapat diselesaikan dengan baik. yang berjudul "Rancang Bangun Instrumen Efek Kacang Brazil Dan Pengamatan Pergerakan Intruder" disusun, sebagai syarat untuk mengikuti Sidang Proposal pada mata kuliah Tugas Akhir II (IME 184500-02) pada .

Oleh karena itu, Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Nico Saputro, Ph.D., dan Dr. Christian Fredy Naa. Selaku pembimbing skripsi penulis. Terima kasih atas bimbingan, waktu dan bantuan yang telah Bapak berikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini. Hal-hal yang telah Bapak ajarkan, tentunya akan selalu penulis ingat dan pgunakan dalam kehidupan penulis.
2. Kedua Orang Tua penulis, yaitu Papa dan Mama yang selalu mendukung penulis dalam hal apapun. Dengan doa dan dukungan moril serta materil yang diberikan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih Mama dan Papa semoga kelak penulis dapat membahagiakan dan membuat bangga kalian berdua. Selain itu, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada adik dan kakak penulis, yaitu Annisa Sarah Sabrina Griselda dan Ivan Wisnu Adipradana, yang selalu memberikan doa serta semangat dalam kondisi suka duka sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. For My Partner, Siti Hedyanti Elsani Yosrizal, sahabat penulis yang sabar, selalu mendoakan dan mendukung penulis sejak SMP. Terima kasih karena sudah selalu menemani dikala susah maupun senang dan rela meluangkan waktu serta tenaga untuk mendukung penulis menyelesaikan skripsi ini.

4. For My Support System, Khusnul Amimatori, Amanda Prilly, Viona, Tara, Quency, Alisa, Angel, Zahra, Dita, Nerissa, Alifa dan putri yang selalu ada, membantu dan mendukung sampai penulis menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman Mekatronika 2015, Marvin, Aldo, Jefri, Michael, Rafiandi, Pascal, Togap, Dom, Ajeng, Idham, Satria, Roi, Igna, Iyan, Cedric, Evans, Jonathan, Bertha, Kevin, Gozal dan Ivan yang selalu memberi motivasi dan mendukung penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan penelitian ini. Besar harapan penulis agar penelitian ini bermanfaat, khususnya bagi . Akhir kata, saya berharap Allah SWT akan membalas segala kebaikan dan bantuan kepada semua pihak yang telah membantu penulis. Terima kasih.

# Daftar Isi

Abstrak	ix
Abstract	xi
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Tabel	xix
Daftar Gambar	xxi
Daftar Simbol dan Variabel	xxiii
Daftar Singkatan	xxiv
<b>1 Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah. . . . .	3
1.3 Batasan Masalah dan Asumsi . . . . .	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir . . . . .	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir . . . . .	4
1.6 Metodologi Tugas Akhir . . . . .	4
1.7 Sistematika Penulisan . . . . .	4
<b>2 Tinjauan Pustaka</b>	<b>6</b>
2.1 Efek Kacang Brazil . . . . .	6
2.1.1 Parameter Penting Efek Kacang Brazil . . . . .	7



2.1.2	Prediksi Pergerakan <i>Intruder</i> Dalam <i>Granular Bed 2</i> Dimensi . . . . .	8
2.1.3	Mekanisme Efek Kacang Brazil . . . . .	9
2.2	Studi Literatur . . . . .	10
2.3	Jupyter Lab / Jupyter Notebook . . . . .	13
2.4	Python . . . . .	13
2.5	Piksel . . . . .	14
2.5.1	Splitting . . . . .	14
2.5.2	HSV . . . . .	15
2.6	Pengolahan Citra . . . . .	16
2.6.1	Range Thresholding . . . . .	17
2.6.2	Hough Circle Transform . . . . .	19
<b>3</b>	<b>Perancangan Sistem</b>	<b>25</b>
3.1	Spesifikasi Alat dan Bahan . . . . .	25
3.2	Pembuatan Dataset . . . . .	28
3.3	Pengolahan Citra . . . . .	28
3.4	Implementasi Algoritma . . . . .	28
3.5	Eksperimen Efek Kacang Brazil . . . . .	29
3.6	Diagram Alir Efek Kacang Brazil . . . . .	31
3.7	Hasil Desain Instrumentasi EKB . . . . .	33
3.8	Komponen Elektrik . . . . .	37
3.8.1	Speaker . . . . .	37
3.8.2	Amplifier . . . . .	38
<b>4</b>	<b>Analisis Sistem</b>	<b>39</b>
4.1	Hasil Rancangan Instrumentasi EKB . . . . .	39
4.2	Realisasi Sistem . . . . .	43
4.3	Hasil Pengujian Dataset . . . . .	46
4.4	Hasil dan Analisa Perbandingan <i>Rise Time</i> . . . . .	48
4.5	Analisis Sudut Kemiringan <i>Intruder</i> . . . . .	50
4.6	Hasil Dan Analisa Kecepatan Rata-rata <i>Intruder</i> . . . . .	51
<b>5</b>	<b>Simpulan dan Saran</b>	<b>56</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	56
5.2	Saran . . . . .	57
	<b>Daftar Pustaka</b>	<b>59</b>
	<b>Lampiran A Program Python</b>	<b>62</b>

A.1 <i>Program Final</i>	62
--------------------------	----



# Daftar Tabel

2.1	Tabel Rasio EKB . . . . .	10
2.2	<i>Studi Literatur Efek Kacang Brazil</i> . . . . .	10
3.1	Spesifikasi Instrumentasi Efek Kacang Brazil . . . . .	26
3.2	Spesifikasi Logitech C310 . . . . .	27
4.1	Analisis Perbandingan <i>Rise time Intruder</i> . . . . .	49
4.2	Sudut Kemiringan Pergerakan <i>Intruder</i> . . . . .	50
4.3	Kecepatan Rata-rata <i>Intruder</i> PLA Tengah Koin . . . . .	52
4.4	Kecepatan Rata-rata <i>Intruder</i> Biru Pejal . . . . .	53
4.5	Kecepatan Rata-rata <i>Intruder</i> PLA Tengah PLA . . . . .	54



# Daftar Gambar

1.1	Asteroid Itokawa . . . . .	2
2.1	<i>Ilustrasi Efek Kacang Brazil</i> . . . . .	7
2.2	Sebuah Butiran Maksimal Mempunyai 6 Titik Kontak yang Berbentuk <i>Hexagon</i> [5] . . . . .	8
2.3	Pergerakan <i>Intruder</i> Mempunyai 8 Arah . . . . .	8
2.4	Lapisan Partikel Butiran Terhadap <i>Intruder</i> . . . . .	9
2.5	<i>Tampilan Jupiterlab</i> . . . . .	13
2.6	Hasil Splitting <i>Channel</i> RGB (Blue) . . . . .	14
2.7	Hasil Splitting <i>Channel</i> RGB (Green) . . . . .	15
2.8	Hasil Splitting <i>Channel</i> RGB (Red) . . . . .	15
2.9	<i>HSV Cylinder</i> . . . . .	16
2.10	<i>RGB Cube</i> . . . . .	16
2.11	<i>Single Range Threshold</i> . . . . .	17
2.12	<i>Range Based Threshold</i> . . . . .	17
2.13	Contoh Hasil Range Thresholding dari Pengolahan Citra (PLA Koin) . . . . .	18
2.14	Contoh Hasil Range Thresholding dari Pengolahan Citra (Biru Pejal) . . . . .	18
2.15	Contoh Hasil Range Thresholding dari Pengolahan Citra (PLA) . . . . .	19
2.16	<i>Hough Circle Transform</i> . . . . .	19
2.17	<i>Non-Maximum Suppresion</i> . . . . .	21
2.18	<i>Non-Maximum Suppresion (Thin Edge)</i> . . . . .	22
2.19	<i>Thresholding (Hysteresis)</i> . . . . .	22
2.20	Contoh Hasil Hough Transform dari Pengolahan Citra (PLA Koin) . . . . .	23
2.21	Contoh Hasil Hough Transform dari Pengolahan Citra (Biru Pejal) . . . . .	23
2.22	Contoh Hasil Hough Transform dari Pengolahan Citra (PLA) . . . . .	24
3.1	Sketsa Spesifikasi Instrumentasi EKB . . . . .	26
3.2	Implementasi Algoritma . . . . .	29

3.3	Skema Kerja Sistem . . . . .	30
3.4	Diagram Alir EKB GUI . . . . .	31
3.5	Diagram Alir EKB Pembuatan Dataset . . . . .	32
3.6	Desain Alat Instrumentasi Efek Kacang Brazil . . . . .	33
3.7	<i>Granular Bed / Plexiglass</i> . . . . .	34
3.8	Holder Bed . . . . .	34
3.9	Partikel Butiran dari Potongan Lem Tembak . . . . .	35
3.10	Hasil Desain <i>Intruder</i> Pejal . . . . .	36
3.11	Hasil Desain <i>Intruder</i> Isi Tengah Kosong . . . . .	36
3.12	Hasil Desain Isi <i>Intruder</i> Tengah . . . . .	37
3.13	Speaker Tampak Atas . . . . .	37
3.14	Speaker Tampak Samping . . . . .	38
3.15	Amplifier . . . . .	38
4.1	Hasil Akhir Alat Instrumentasi Efek Kacang Brazil . . . . .	40
4.2	<i>Granular Bed / Plexiglass</i> . . . . .	41
4.3	Jenis <i>Intruder</i> . . . . .	41
4.4	Jenis <i>Intruder</i> . . . . .	42
4.5	Jenis <i>Intruder</i> . . . . .	42
4.6	Partikel Butiran . . . . .	43
4.7	User Interface Awal . . . . .	43
4.8	User Interface Pemilihan Warna Yang Akan Ditinjau . . . . .	44
4.9	User Interface Pada Saat Video Dijalankan . . . . .	45
4.10	User Interface Tab Chart . . . . .	46
4.11	Hasil Pengujian Dataset <i>Intruder</i> PLA Tengah Koin . . . . .	47
4.12	Hasil Pengujian Dataset <i>Intruder</i> Biru Pejal . . . . .	47
4.13	Hasil Pengujian Dataset <i>Intruder</i> PLA . . . . .	48

## Daftar Simbol dan Variabel

$\rho_1$	Massa Jenis <i>Intruder</i>
$\rho_s$	Massa Jenis Partikel Butiran
$d_1$	Diameter <i>Intruder</i> (cm)
$d_2$	Diameter Partikel Butiran (cm)
$\bar{v}$	Kecepatan Rata-rata
$\Delta s$	Perpindahan <i>intruder</i> (cm)
$\Delta x$	Perpindahan <i>intruder</i> pada Sumbu $x$ (cm)
$\Delta y$	Perpindahan <i>intruder</i> pada Sumbu $y$ (cm)
$\Delta t$	Merupakan selang waktu (s)
$G$	<i>Edge Gradient</i>
$\theta$	<i>Angle</i> / Sudut
$G_x$	Turunan Pertama Arah Horizontal
$G_y$	Turunan Pertama Arah Vertikal



## Daftar Singkatan

EKB	Efek Kacang Brazil
HSV	<i>Hue, Saturation and Value</i>
RGB	<i>Red, Green and Blue</i>
PLA	<i>Polylactic Acid</i>

# Bab 1

## Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah pada penelitian efek kacang Brazil dan latar belakang pembuatan instrumentasi tersebut. Bab 1 ini juga berisi identifikasi dan perumusan masalah yang diperoleh dari penelitian instrumentasi efek kacang Brazil, dipaparkan tujuan Tugas Akhir, batasan masalah dan asumsi yang digunakan dalam penelitian, manfaat Tugas Akhir, metodologi tugas akhir serta sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

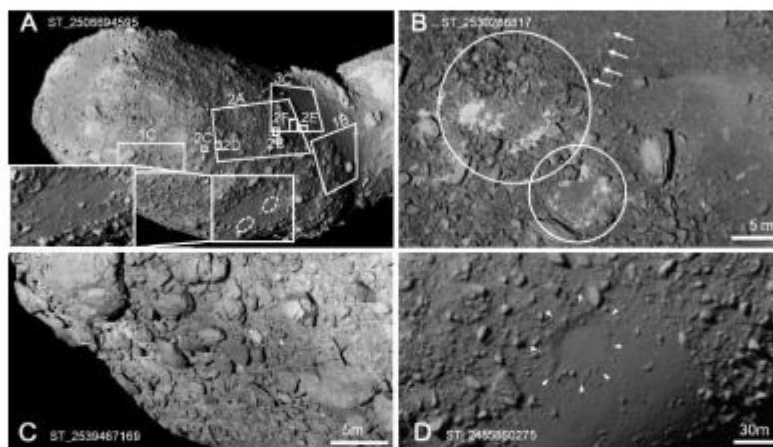
### 1.1 Latar Belakang Masalah

Efek kacang Brazil (EKB) adalah suatu fenomena yang muncul saat campuran material butiran yang berbeda ukuran. Dimana ketika digetarkan, partikel yang lebih besar (*intruder*) diletakkan di bawah dan terlingkupi oleh butiran yang lebih kecil (partikel butiran), akan perlahan bergerak ke atas. Sehingga pada akhirnya *intruder* akan berada di atas permukaan [1]. Parameter penting dalam EKB yaitu waktu apung (*rise time*) *intruder*, rasio massa jenis intruder dan partikel butiran, gesekan udara di antara sela-sela partikel butiran, gaya elektrostatis, disipasi energi, kedalaman awal intruder dalam granular bed, gesekan antara partikel butiran dan intruder, dan frekuensi vibrasi [2]. Dalam penelitian ini, difokuskan pada *rise time intruder* dan kecepatan rata-rata *intruder*.

Fenomena dari EKB ditemukan pada bidang manufaktur produk cemilan, bencana alam longsor dan penelitian tentang asteroid. Penemuan fenomena EKB berawal dari sebuah industri cemilan *mixed nut*. Dimana semua bahan dengan berbagai macam kacang sudah tercampur dengan rata di dalam kotak dan siap dipindahkan untuk tahap pengemasan. Tetapi karena terjadinya

getaran selama proses produksi di atas *conveyor belt*, kacang-kacang Brazil yang berukuran besar (*intruder*) naik ke atas permukaan.

Hasil penelitian tentang asteroid juga memperlihatkan efek kacang Brazil. Asteroid merupakan suatu objek angkasa yang berukuran lebih kecil dari planet, tetapi lebih besar dari meteorid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada struktur permukaan Asteroid terdapat bongkahan batuan berukuran besar di atas lapisan batuan yang berukuran lebih kecil. Penelitian dari bidang material granular ini muncul setelah tersedianya foto resolusi tinggi mengenai permukaan asteroid Itokawa yang diperoleh dalam misi Hayabusa seperti terlihat pada gambar 1.1 [3].



Gambar 1.1. Asteroid Itokawa

Berdasarkan studi literatur, metode simulasi dipergunakan untuk meneliti EKB. Rosato et.al [1] melakukan simulasi *molecular dynamic* dengan menggunakan metode Monte Carlo. Namun dalam penelitian ini, disipasi energi dan massa diabaikan dan tidak dianggap sebagai parameter penting dalam proses segregasi. Chung et.al [4] melakukan simulasi *molecular dynamic* menggunakan Maxwell-Boltzman Distribution. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa secara kualitatif, hasil simulasi konsisten dengan hasil eksperimen, tetapi tidak secara kuantitatif. Hal ini disebabkan karena diabaikannya gesekan antara partikel butiran dengan bagian bawah wadah.

Selain itu, penelitian berbasis eksperimen telah dilakukan oleh Viridi et.al, dilakukan Pemodelan Empiris Gerak Apung *intruder* dengan membuat sebuah instrumen EKB dengan frekuensi vibrasi yang diberikan adalah 20 Hz dan amplitudo tegangan 11.5 V, tetapi kekurangan dari penelitian ini adalah hanya menghitung gerak intruder secara vertikal sementara gerak horizontal diabaikan

[2]. Maka dari itu, dalam penelitian ini dirancang sistem pengukuran EKB yang berfokus pada *rise time intruder* dan kecepatan rata-rata *intruder* yang memperhitungkan gerakan vertikal dan horizontal. Selain itu, pada penelitian ini juga dirancang GUI yang mempermudah proses pengukuran.

## 1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan pada subbab 1.1, identifikasi masalah pada penelitian ini adalah pembuatan instrumentasi efek kacang Brazil yang terdiri dari perhitungan waktu apung *intruder* dari bawah ke atas, perhitungan sudut kemiringan *intruder* dan perhitungan kecepatan rata-rata *intruder* dengan pengolahan citra. Dari latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, perumusan masalah dalam penelitian efek kacang Brazil yang dibahas dalam proposal ini terdiri dari:

1. Bagaimana menghitung kecepatan rata-rata dengan memperhitungkan gerakan vertikal dan horizontal?
2. Seberapa signifikan perbedaan pengukuran kecepatan rata-rata yang memperhitungkan gerakan horizontal jika dibandingkan dengan hanya memperhitungkan gerakan vertikal saja?

## 1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

Dalam proses pembuatan Instrumentasi efek kacang Brazil, ruang lingkup tugas akhir ini memiliki batasan masalah dan asumsi antara lain:

1. Tugas Akhir ini tidak secara langsung mempelajari efek kacang Brazil.
2. Menggunakan aplikasi pembangkit sinyal dari handphone (*oscillator* agar lebih mudah dalam mengatur sinyal *output*).
3. Membuat partikel butiran dengan menggunakan isi lem tembak yang dipotong dengan asumsi massa butiran sama, agar *weight ratio* antara butiran dengan intruder menghasilkan efek kacang Brazil yang baik.

## 1.4 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, maka penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem instrumentasi EKB yang dapat mengukur kecepatan rata-rata untuk mendapatkan signifikansi perbedaan dari perhitungan gerakan vertikal dan horizontal dibandingkan dengan gerakan vertikal saja.

## 1.5 Manfaat Tugas Akhir

Hasil dari penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat membantu penelitian tentang EKB, menambah wawasan tentang fenomena EKB dan dapat dijadikan bahan untuk penelitian kedepannya di Teknik Mekatronika UNPAR.

## 1.6 Metodologi Tugas Akhir

Metodologi yang digunakan pada proposal Tugas Akhir II terdapat beberapa langkah. Langkah awal dalam pembuatan instrumentasi EKB adalah melakukan studi literatur dari penelitian yang sudah ada. Penulis mempelajari dari penelitian sebelumnya, terkait definisi EKB, secara khusus frekuensi yang tepat untuk menggerakkan *intruder* dan parameter penting EKB. Dengan informasi yang diperoleh dari studi literatur, dilakukan perancangan sistem instrumentasi EKB yang terdiri dari speaker, *granular bed*, *intruder*, partikel butiran dan *webcam*. Langkah tersebut dapat dilanjutkan dengan partikel butiran dan *intruder* diletakkan didalam *granular bed* yang tembus pandang. *Granular bed* tersebut ditempelkan diatas lapisan *acrylic* yang akan ditempatkan diatas speaker. Kemudian speaker berfungsi sebagai penggetar, untuk membangkitkan sinyal sinusoidal digunakan aplikasi pembangkit sinyal (*oscillator*) yang kemudian diperkuat dengan *amplifier* yang selanjutnya diberikan kepada speaker. Dalam penelitian ini, dilakukan pengambilan data kecepatan dilakukan untuk mengetahui jenis *intruder* mana yang lebih cepat sampai ke permukaan. Kemudian, dilakukan perhitungan sudut kemiringan *intruder*. Selanjutnya, dalam penelitian ini dilakukan perhitungan kecepatan rata-rata pergerakan vertikal dan horizontal dari *intruder*. Eksperimen dilakukan dengan lima nilai frekuensi yaitu 20 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz dan 40 Hz.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Laporan ini dibagi menjadi 5 bab, yakni sebagai berikut:

### 1. Bab 1 Pendahuluan

Bab Pendahuluan merupakan bab paling awal dari sebuah laporan tugas akhir, Dalam bab ini terdiri dari:

- (a) Latar belakang  
Latar belakang berisi tentang permasalahan diperlukan alat instrumen efek kacang Brazil

- (b) **Identifikasi dan Perumusan Masalah**  
Pada bagian ini berisi tentang identifikasi dan perumusan masalah yang terkait dengan perancangan alat instrumen efek kacang Brazil.
- (c) **Batasan masalah dan asumsi**  
Pada bagian ini dijabarkan batasan masalah beserta asumsi pada perancangan alat instrumen efek kacang Brazil
- (d) **Tujuan**  
Pada bagian ini berisi tentang tujuan dari perancangan alat instrumen efek kacang Brazil
- (e) **Manfaat**  
Pada bagian ini berisi tentang manfaat alat instrumen efek kacang Brazil
- (f) **Metodologi**  
Pada bagian ini berisi metodologi dalam perancangan perancangan alat instrumen efek kacang Brazil dalam bentuk tulisan.

## 2. **Bab 2 Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisi teori-teori terkait efek kacang Brazil yang digunakan untuk mendesain alat instrumen yang berhubungan dengan pemecahan masalah dan dibutuhkan dalam pengolahan data serta analisis. Teori-teori dasar ini diperoleh melalui proses telaah pustaka yang intensif pada sejumlah pustaka yang direkomendasikan oleh dosen pembimbing.

## 3. **Bab 3 Perancangan Sistem**

Dalam bab ini dipaparkan antara lain:

- (a) **Spesifikasi Instrumen efek kacang Brazil**
- (b) **Alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan**
- (c) **Hasil perancangan alat instrumen efek kacang Brazil**

## 4. **Bab 4 Hasil Dan Analisa.**

Dalam bab ini dipaparkan mengenai analisis hasil data berupa perhitungan kecepatan naik *intruder*, sudut kemiringan *intruder* dan kecepatan rata-rata *intruder* untuk setiap variasi frekuensi.

## 5. **Bab 5 Kesimpulan dan Saran.**

Dalam bab ini dipaparkan kesimpulan dari hasil kegiatan penelitian Tugas Akhir dan saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian Tugas Akhir ini.