



## **PERANCANGAN PENDETEKSI BERAT PADA KONVEYOR PENGANGKUT KACANG HIJAU DENGAN METODE VALUE ENGINEERING (VE)**

**Puji Warastri<sup>1</sup>, Eko Ari Wibowo<sup>2\*</sup>, Widyastuti<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gombong  
Jalan Yos Sudarso No 461 Gombong, Kebumen, 54411, Indonesia

\*Corresponding author : [ekoariwibowo@unimugo.ac.id](mailto:ekoariwibowo@unimugo.ac.id)

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pendeteksi berat pada konveyor pengangkut kacang hijau menggunakan metode *Value Engineering* dengan referensi sistem *Weight Feeder* pada konveyor pengangkut menggunakan kontrol PID. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengukuran dan mendeteksi kelebihan berat yang penyebab kerusakan komponen pada saat proses pemindahan objek. Metode *value engineering* diterapkan untuk menganalisis fungsi sistem yang ada, mengidentifikasi biaya, dan mengevaluasi alternatif desain yang lebih ekonomis tanpa mengorbankan kualitas. Hasil dari usulan desain menunjukkan bahwa penerapan sistem pendeteksi berat menggunakan sistem *Weight Feeder* pada konveyor dapat meningkatkan akurasi pengukuran hingga 99,5% pada kasus proses pemindahan material semen. Berdasarkan sistem yang diterapkan pada konveyor tersebut, konsep yang sama dapat diterapkan untuk penggunaan konveyor pengangkut kacang hijau. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan implementasi sistem tersebut pada konveyor yang digunakan untuk mengangkut kacang hijau.

**Kata kunci: Konveyor, Pendeteksi Berat, Kacang Hijau**

### **ABSTRACT**

*This research aims to design a weight detection system on a mung bean transport conveyor using the Value Engineering method with reference to the Weight Feeder system on the transport conveyor using PID control. This system is designed to improve measurement efficiency and detect excess weight that causes component damage during the object transfer process. The value engineering method is applied to analyse existing system functions, identify costs, and evaluate more economical design alternatives without sacrificing quality. The results of the proposed design show that the implementation of a weight detection system using the Weight Feeder system on the conveyor can increase the measurement accuracy to 99.5% in the case of the cement material transfer process. Based on the system implemented on the conveyor, the same concept can be applied for the use of green bean transport conveyor. Therefore, this research recommends the implementation of the system on conveyors used to transport green beans.*

**Keywords: Conveyor, Weight Detection, Green Beans**

## PENDAHULUAN

Kacang hijau merupakan komoditas strategis yang terus meningkat permintaannya sebagai bahan pangan, pakan, dan industri di Indonesia. Meskipun produksinya cukup tinggi, permintaan yang meningkat setiap tahun mendorong kebutuhan akan peningkatan produksi, terutama di Provinsi Jawa Tengah [1]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Tengah, produksi kacang hijau pada tahun 2019 mencapai 99.989 ton dengan luas panen 84.486 hektar, dan produktivitas rata-rata 11,84 kuintal per hektar [2]. Produksi tersebut terus meningkat sejak tahun 2013 hingga 2020 rata-rata sebesar 16%, dengan puncak produksi pada tahun 2020 sebesar 1140.243 ton [3]. Permintaan kacang hijau lokal di Kabupaten Kebumen yang sangat tinggi setiap musimnya, baik untuk konsumsi domestik maupun di ekspor keluar negeri. Kebutuhan domestik umumnya digunakan untuk bahan baku toge, bahan kue, olahan bubur dan sejenisnya, kebutuhan ekspor digunakan untuk diolah dalam bentuk makanan kaleng dan konsumsi sehari – hari.

Kebutuhan pasar yang semakin meningkat tidak memungkinkan proses pengangkutan barang dengan sistem bungkam muat secara manual. Sehingga dibutuhkan teknologi yang mampu mempercepat dan mempermudah proses pemindahan barang yaitu menggunakan konveyor [4]. Namun, masalah kelebihan muatan yang terjadi menyebabkan konveyor tersebut rentan rusak pada bantalan (*bearing*) yang sering kali dapat dideteksi dan dievaluasi secara visual. Beberapa penyebab umum yang dapat diidentifikasi melalui pemeriksaan visual termasuk kerusakan akibat kelebihan beban, suhu yang terlalu tinggi, kesalahan dalam pemasangan, adanya kontaminasi dan pelumasan yang tidak tepat [5]. Selain itu, pemantauan berkala dan otomatis diperlukan untuk mencegah kerusakan pada motor induksi akibat kelebihan beban tiga fasa dan vibrasi berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan serius atau kebakaran [6]. Bentuk kerusakan yang terjadi akibat kelebihan muatan, yaitu : mesin penggerak mudah terbakar dan *bearing roll* yang cepat rusak dan lainnya [5], [6].

## TINJAUAN PUSTAKA

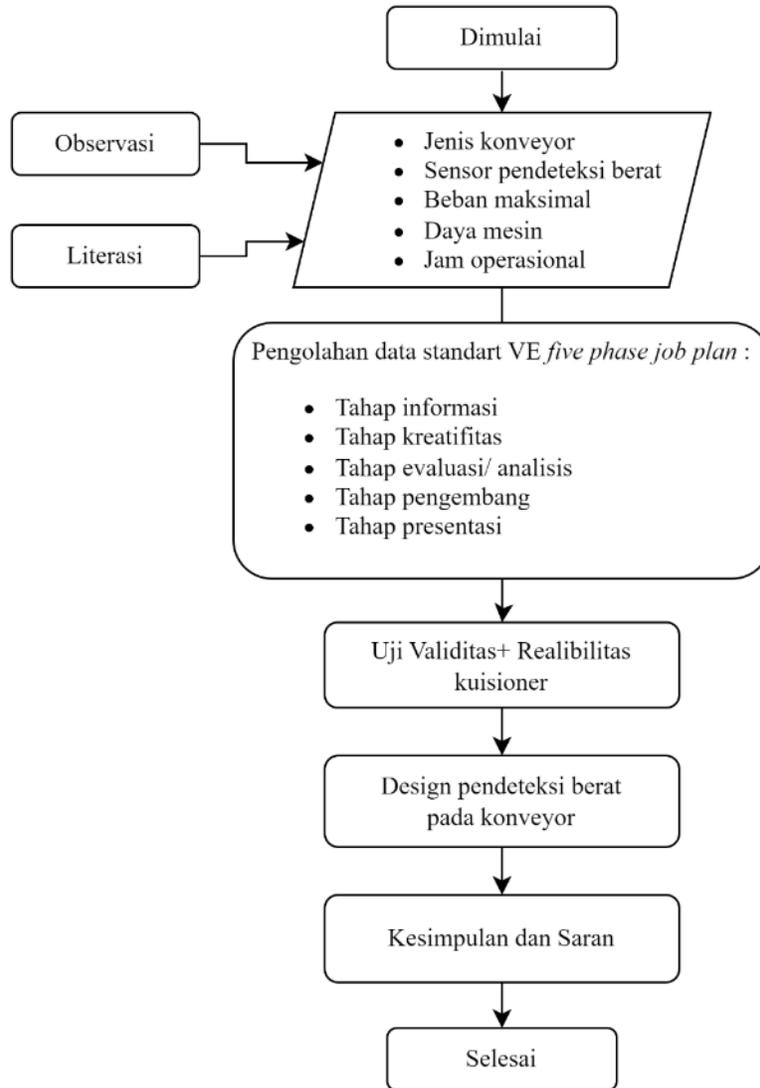
Konveyor sabuk dirancang untuk memindahkan material secara efisien dengan kapasitas hingga 2000 ton/jam, sehingga cocok untuk kebutuhan industri dengan volume besar. Namun, sistem ini sering mengalami kendala operasional, seperti kelebihan muatan dan kerusakan pada komponen kritis [4]. Upaya meningkatkan kinerja konveyor dengan pemanfaatan sensor proximity dan *Programmable Logic Control* (PLC) pada mesin sanding kayu, yang mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi operasional dalam proses industri [7]. Pendekatan ini menunjukkan potensi besar dalam penerapan teknologi sensor untuk berbagai aplikasi industri, termasuk deteksi berat pada konveyor.

Metode *Value Engineering* (VE) adalah pendekatan sistematis untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas desain produk atau alat dengan mempertimbangkan fungsi dan biaya [8]. Penerapan VE dalam merancang mesin peleleh plastik, menghasilkan desain yang optimal, ekonomis, dan mudah dimodifikasi [9]. Studi lain penerapan VE dalam redesain kompor ergonomis dengan konversi bahan bakar, yang meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna [10]. Penelitian lain pada perancangan alat pendingin tubuh di PT. PAL Indonesia menunjukkan bahwa VE dapat meningkatkan kenyamanan pekerja dan produktivitas pengelasan di ruang terbatas sehingga menciptakan desain yang optimal, efisien, dan sesuai kebutuhan pengguna [11].

Secara keseluruhan, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan metode VE dalam berbagai sektor dapat menghasilkan inovasi desain yang lebih efisien dan fungsional. Dengan demikian, pendekatan VE dalam perancangan pendeteksi berat pada konveyor pengangkut kacang hijau diharapkan dapat memberikan solusi optimal untuk meningkatkan kinerja sistem transportasi material dalam skala industri.

## METODE PENELITIAN

Jenis data yang diambil terdiri dari data jenis konveyor, sensor pendeteksi berat, beban maksimal, daya mesin dan jam operasional. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian pada perancangan sistem pendeteksi berat pada konveyor pengangkut kacang hijau.



**Gambar 1 Diagram Alir Penelitian pada Perancangan Sistem Pendeteksi Berat**

Penelitian diawali dengan pengumpulan data melalui observasi lapangan dan studi literatur untuk memperkuat teori yang diperlukan. Berdasarkan data yang diperoleh dilakukan pendekatan dengan metode VE yang terdiri dari lima tahap, yaitu : tahap informasi, kreatifitasm evaluasi atau analisis, pengembangan dan presentasi. Setalah itu dilanjutkan dengan pengujian kelayakan desain sistem pendeteksi berat pada konveyor. Akhir dari penelitian ini yaitu berupak usulan sistem pendeteksi berat untuk diadopsi pada konveyor pengangkut kacang hijau.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap Informasi

Tahap ini dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan karakteristik sistem pendeteksi berat pada konveyor pengangkut kacang hijau menggunakan kuesioner yang dibagikan kepada responden yang terdiri dari pemilik dan pekerja. Tabel 1 menunjukkan jumlah pekerja di setiap Gudang Kacang Hijau Kutoarjo.

**Tabel 1 Gudang Kacang Hijau Kutoarjo**

NO	Nama Gudang	Jumlah Pekerja* (orang)
1	Gudang SRG Kutoarjo	6 orang
2	Gudang Pak Edi Kutoarjo	8 orang
3	Gudang Pak Ageng Kutoarjo	10 orang
Total		24 orang

Proses perhitungan ukuran sampel dilakukan dengan rumus berikut :

$$n = \frac{N}{1+(N(a^2))} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

n = Ukuran sampel

N = Ukuran populasi (jumlah pekerja)

e = Nilai kritis atau nilai batas toleransi ketidakakuratan akibat kesalahan dalam pengambilan sampel dari populasi.

$$n = \frac{24}{1 + 24 \times (0,1)^2}$$

$$n = 19,354 \text{ orang}$$

$$n \approx 20 \text{ orang}$$

Jadi, jumlah responden atau ukuran populasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebanyak 20 orang.

### Usulan Desain 1

Usulan desain pertama untuk sistem pendeteksi berat pada pengangkut kacang hijau menggunakan konsep sistem *Weigh Feeder* yang digunakan pada konveyor pengangkut material bahan baku semen [12]. Tabel 2 menunjukkan spesifikasi teknis sistem *Weigh Feeder* tersebut.

**Tabel 2 Spesifikasi Teknis Sistem Pendeteksi Berat Konsep *Weigh Feeder***

Need	Komponen	Spesifikasi Komponen
Kecepatan	<i>Belt Weigh Feeder Model 496 – Belt Weigh Feeder</i>	Kapasitas Pengumpanan 1.000 ton per jam (TPH)
Akurasi	<i>PID Controller</i>	Akurasi pengukuran hingga $\pm 99,5\%$ dari kapasitas penuh (Tingkat eror mencapai 0,5%)

Keandalan	<i>Motor DC</i>	Dirancang untuk kondisi industri yang keras, termasuk suhu tinggi, kelembaban, debu, dan bahan korosif. (Sumber : Habibi et al., 2020)
-----------	-----------------	---

### Usulan Desain 2

Usulan desain kedua untuk sistem pendeteksi berat pada pengangkut kacang hijau menggunakan konsep sistem *Weight Scale* yang digunakan pada konveyor pengangkut mengangkut bijih atau ore pertambangan [13]. Tabel 3 menunjukkan spesifikasi teknis sistem *Weigh Scale* tersebut.

**Tabel 4. 1 Spesifikasi Teknis Sistem Pendeteksi Berat Konsep *Weight Scale***

<i>Need</i>	Komponen	Spesifikasi Komponen
Kecepatan	<i>Load cell Pancake</i> <i>Load Cell (Disk</i> <i>Load Cell)</i>	Kapasitas pengumpanan 750 ton per jam (TPH)
Akurasi	<i>Integrator</i>	Mampu mengubah inputan menjadi output hingga tingkat error mencapai 1 %
Kecepatan	Speed sensor ( <i>promixity sensor</i> ) <i>Inductive Proximity</i> <i>Sensor PR18-5DN</i>	Kecepatan maksimum di mana sensor dapat mendeteksi perubahan dalam objek yang bergerak
Akurasi	<i>Tachometer</i>	Akurasi yang tinggi dalam deteksi posisi objek dalam jarak dekat (5 mm).
Keandalan	<i>Weight Scale</i>	Digunakan pada sistem penimbangan dinamis atau konveyor di mana objek bergerak teratur dan dalam lingkungan yang kotor atau berdebu.

(Sumber : Lukman et al., 2023)

### Usulan Desain 3

Usulan desain ketiga untuk sistem pendeteksi berat pada pengangkut kacang hijau menggunakan sensor ultrasonik dan sensor *load cell* digunakan pada konveyor pemisah barang [14]. Tabel 4 menunjukkan spesifikasi teknis sistem konveyor dengan sensor ultrasonik dan *load cell*.

**Tabel 4 Spesifikasi Teknis Sistem Pendeteksi Berat Menggunakan Sensor *Ultrasonik* dan Sensor *Load Cell***

<i>Need</i>	Komponen	Spesifikasi Komponen
Kecepatan	<i>Load cell Pancake</i> <i>Load Cell (Disk Load</i> <i>Cell)</i>	Kecepatan pemisah barang hingga 650 kwintal per jam (TPH)
Akurasi	Modul HX711	Tingkat eror mencapai 1,5%
Keandalan	<i>Motor driver L298N</i>	Digunakan untuk aplikasi pengujian dan pengukuran gaya multi-arah.
Kecepatan	Sensor <i>Ultrasonic HC-</i> <i>SR04</i>	Jarak deteksi hingga 4 meter dan waktu respon cepat
Akurasi	Motor servo	Memiliki deviasi hingga $\pm 3$ mm dari jarak sebenarnya.
Keandalan	<i>Arduino Uno</i>	Digunakan dalam berbagai proyek elektronik dan otomasi yang memerlukan deteksi jarak yang andal.

(Sumber : Indah et al., 2022)

## Tahap Analisis

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui desain sistem pendeteksi berat pada konveyor kacang hijau menggunakan tahap analisis fungsi yang terdiri dari kecepatan, akurasi, keandalan kemudian analisis *cost* untuk mengurangi biaya produksi. Nilai fungsi ditentukan dengan membandingkan kecepatan, akurasi, dan keandalan antara desain 1, 2, dan 3. Kategori perbandingan menggunakan skala likert : sama, lebih baik, atau jauh lebih baik [15]. Penilaian dilakukan melalui diskusi kelompok terfokus (FGD) dengan 20 peserta. Hasil penelitian adalah sebagai berikut:

## Penilaian Fungsi

Penilaian fungsi berdasarkan kriteria kecepatan, akurasi, dan keandalan dijelaskan pada Tabel 5, 6, dan 7 (kecepatan, akurasi, dan keandalan) sebagai berikut :

- a) Hasil perbandingan fungsi menunjukkan bahwa desain 1 dan 2 memiliki nilai total 5 poin (2 dan 3), desain 2 dan 3 memperoleh 3,5 poin (0,5 dan 3), dan desain 2 dan 3 mendapatkan 0,66 poin (0,33 dan 0,33). Berdasarkan hasil ini, desain A memperoleh nilai fungsi tertinggi, yaitu 5 poin, untuk kriteria "sangat lebih cepat" seperti yang tertera pada tabel berikut.:

**Tabel 5 Hasil Penelitian Kriteria Kecepatan**

Desain	1	2	3	Nilai total
1	X	2	3	5
2	0,5	X	3	3,5
3	0,33	0,33	X	0,66

Keterangan :

- 1 : Sama Cepat  
2 : Lebih Cepat  
3 : Sangat Lebih Cepat

- b) Berdasarkan perbandingan fungsi, desain 1 dibandingkan dengan desain 2 menghasilkan nilai 2 dan 3, dengan total nilai 5 poin. Dalam perbandingan antara desain 2 dan desain 3, nilai yang diperoleh adalah 0,5 dan 2, memberikan total nilai 1 poin. Sedangkan dalam perbandingan desain 2 dan desain 3, nilai yang didapat adalah 0,33 dan 0,5, dengan total nilai 0,83 poin. Dengan informasi ini, desain 1 memiliki nilai fungsi tertinggi yaitu 5 poin, dengan kriteria "sangat lebih akurat," sebagaimana ditunjukkan dalam tabel 6 berikut.

**Tabel 6 Hasil Penilaian Kriteria Akurasi**

Desain	1	2	3	Nilai total
1	X	2	3	5
2	0,5	X	2	2,5
3	0,33	0,5	X	0,83

Keterangan :

- 1 : Sama Akurat  
2 : Lebih Akurat  
3 : Sangat Lebih Akurat

### Penilaian Keandalan

Penilaian keandalan berdasarkan waktu pemakaian menunjukkan perbandingan antara desain 1 dan desain 2 menghasilkan nilai 2 dan 2 dengan total nilai 4 poin. Perbandingan antara desain 2 dan desain 3 memberikan nilai 0,5 dan 2, dengan total nilai 2,5 poin. Sedangkan perbandingan antara desain 2 dan desain 3 menghasilkan nilai 0,5 dan 0,5 dengan total nilai 1 poin. Berdasarkan informasi ini, desain 1 memiliki nilai keandalan terbaik, yaitu 4 poin, dengan kriteria "sangat lebih handal," seperti yang terlihat pada tabel 7 berikut.

**Tabel 7 Hasil Penilaian kriteria Keandalan**

Desain	1	2	3	Nilai total
1	X	2	2	4
2	0,5	X	02	2,5
3	0,5	0,5	X	1

Keterangan :

- 1 : Handal
- 2 : Lebih Handal
- 3 : Sangat Lebih Handal

### Penilaian Cost

Penilaian biaya berdasarkan harga instalasi per produk adalah sebagai berikut : Perbandingan antara desain 1 dan desain 2 memberikan nilai 2 dan 0,5, sehingga total nilai adalah 2 poin. Perbandingan antara desain 2 dan desain 3 menghasilkan nilai 2 dan 2 dengan total nilai 4 poin. Sementara itu, perbandingan antara desain 2 dan desain 3 memperoleh nilai 0,5 dan 0,33 dengan total nilai 1 poin. Berdasarkan hasil ini, desain 3 memiliki biaya terendah, yaitu 1 poin, dengan kriteria "ekonomis," seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut.

**Tabel 7 Hasil Penilaian Cost**

Desain	1	2	3	Nilai total
1	X	2	0,5	2,5
2	2	X	3	5
3	0,5	0,33	X	0,83

Keterangan :

- 1 : Ekonomis
- 2 : Lebih Mahal
- 3 : Sangat Lebih Mahal

### Tahap Pengembangan

Tahapan ini untuk menentukan hasil instalasi produk dengan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{f(\text{fungsi})}{(\text{cost})} \dots \dots \dots (6)$$

Hasil penentuan nilai produk yaitu sebagai berikut:

N1	N2	N3
$\frac{5 + 5 + 4}{2,5} = 5,6$	$\frac{3,5 + 2,5 + 2,5}{5} = 1,7$	$\frac{0,66 + 0,83 + 1}{0,83} = 2,6$

### Tahap Persentasi

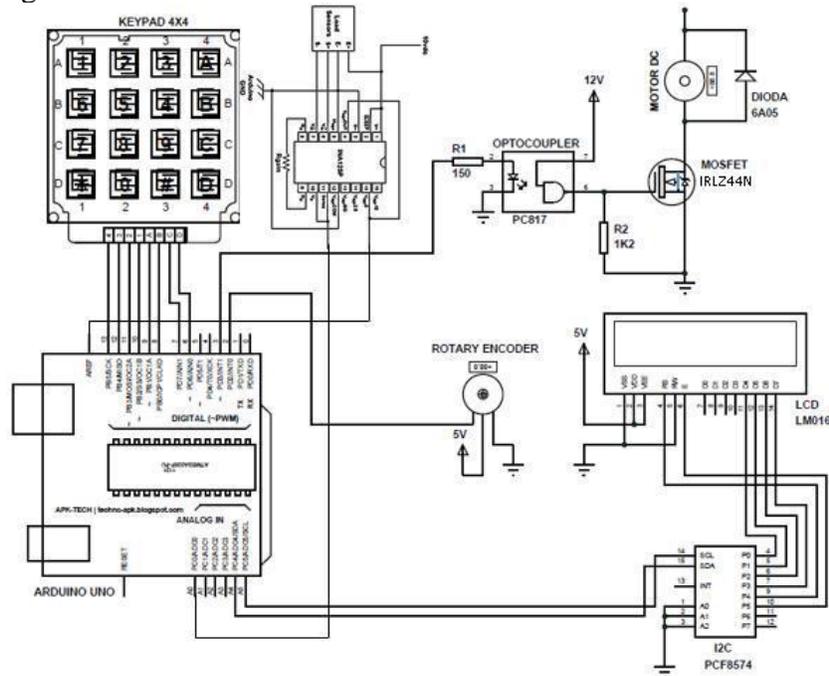
Berdasarkan hasil perhitungan diatas hasil yang mempunyai nilai paling tinggi adalah usulan desain 1 dengan nilai 5,6. Dengan demikian kemasan desain yang terpilih adalah usulan desain 1 yaitu Sistem Pendeteksi Berat Konsep *Weigh Feeder*.

#### a) Desain 3D weigh feeder



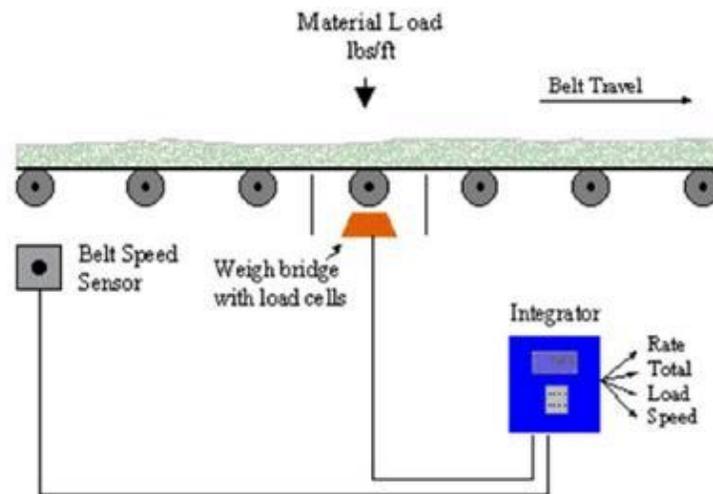
**Gambar 2 3D Weigh Feeder Keseluruhan**  
(Sumber : Habibi et al., 2020)

#### b) Desain rangkaian seluruh sistem



**Gambar 4. 1 Rangkaian seluruh system**  
(Sumber : Habibi et al., 2020)

c) Desain skema *weigh feeder*



Gambar 4. 2 Cara kerja *weight feeder*  
(Sumber : Habibi et al., 2020)

Cara kerja *weight feeder* pada konveyor di pabrik semen adalah sebagai berikut: load cell mengukur berat material di atas konveyor, sementara sensor kecepatan mendeteksi kecepatan konveyor. Data berat dan kecepatan ini dikirim ke sistem kontrol (PID controller) yang secara otomatis mengatur kecepatan konveyor untuk memastikan jumlah material yang sesuai masuk ke proses produksi, menjaga laju aliran material tetap konstan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Hasil identifikasi karakteristik desain sistem pendeteksi berat pada konveyor pengangkut kacang hijau sesuai kriteria yaitu Kecepatan, Akurasi, Keandalan.
- 2) Parameter sistem pendeteksi berat pada konveyor pengangkut kacang hijau yang terpilih adalah usulan desain 1 karena memiliki nilai cost tertinggi yaitu 5,6 dengan parameter desain menggunakan konsep sistem *weigh feeder* yang didalamnya memiliki komponen seperti *PID Controller* yang memiliki akurasi pengukuran hingga  $\pm 99,5$  (Tingkat eror mencapai 0,5%) dan *Motor DC* sebagai sistem penggerakannya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Suhartini, I. Aminudin, and E. Elpawati, "STRATEGI PENGEMBANGAN KACANG HIJAU KABUPATEN DEMAK JAWA TENGAH," *SHARIA AGRIBUSINESS JOURNAL*, vol. 3, no. 1, pp. 25–49, 2023, doi: 10.15408/saj.v3i1.32888.
- [2] BPS, "Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Kacang Tanah dan Kacang Hijau Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah," Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah.
- [3] BPS, *Statistik Pertanian Hortikultura Provinsi Jawa Tengah 2020-2022*, vol. I. 2023.
- [4] J. Sahat, D. Satrijo, and O. Kurdi, "PERANCANGAN ULANG KONVEYOR SABUK DENGAN KAPASITAS 2000 TON/JAM," *Jurnal Teknik Mesin S-1*, vol. 12, no. 4, pp. 7–11, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.measurement.2022.111869.
- [5] B. Zulpani, A. Lumbangaol, H. Hasballah, and S. Purba, "ANALISA KERUSAKAN BEARING 222 16EK SKF PADA UNIT WASHING STATION DI DEPARTEMEN WOODYARD PT. TOBA PULP LESTARI," *JURNAL TEKNOLOGI MESIN UDA*, vol. 2, no. 2, pp. 1–5, 2021.

- [6] R. A. Kusuma and R. Setiawan, “ANALISA PENYEBAB TERBAKARNYA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI MATLAB,” *JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO*, vol. 7, no. 2, pp. 55–64, Sep. 2022.
- [7] D. Aribowo, D. Desmira, R. Ekawati, and N. Rahmah, “SISTEM PERANCANGAN CONVEYOR MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY PR18-8DN PADA WOOD SANDING MACHINE,” *EDSUAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, vol. 8, no. 1, pp. 67–81, Jul. 2021, doi: 10.47668/edusaintek.v8i1.146.
- [8] A. Hartanto, R. Ginting, and A. Ishak, “Integration of Value Engineering for Design for Assembly in Product Design: A Comprehensive of Literature Review,” *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 26, no. 2, pp. 145–151, Jul. 2024, doi: 10.32734/jsti.v26i2.15268.
- [9] M. Hastarina, A. Ansyori Masruri, and S. Adi Saputra, “Perancangan Mesin Peleleh Biji Plastik Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Plastik dengan Penerapan Metode Value Engineering Design of Plastic Injection Molding as an Alternative to Plastic Waste Treatment by Using Value Engineering Method,” 2019.
- [10] M. A. Hamami, S. Satriardi, and A. A. Puji, “Redesign Kompor Ergonomis Menggunakan Konversi Bahan Bakar Dengan Metode Value Engineering,” *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 19, no. 2, pp. 231–246, Oct. 2020, doi: 10.20961/performa.19.2.44217.
- [11] R. Rohmat and K. Aman Makh Rudy, “Perancangan Alat Pendingin Tubuh Dengan Pendekatan Value Engineering Untuk Meningkatkan Produktivitas Pengelasan Di Ruang Terbatas (Studi Kasus: PT. PAL Indonesia),” *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, vol. 4, no. 3, pp. 397–403, 2023.
- [12] I. I. A. Habibi, S. Siswoko, and R. I. Putri, “KONTROL KECEPATAN WEIGH FEEDER PADA SISTEM KONVEYOR MENGGUNAKAN METODE PID,” *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, vol. 3, no. 1, p. 99, Nov. 2020, doi: 10.33795/elkolind.v3i1.72.
- [13] A. Lukman and M. Rahmawaty, “Studi Kinerja Weight Scale pada Pengaliran Ore (Bijih) di PT. Freeport Indonesia,” *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, vol. 10, no. 2, pp. 156–163, Jul. 2023, doi: 10.33795/elkolind.v10i2.2440.
- [14] I. P. Indah and W. Wildian, “Prototipe Konveyor Sistem Pemisah Barang Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Sensor Load Cell,” *Jurnal Fisika Unand*, vol. 11, no. 2, pp. 153–159, Apr. 2022, doi: 10.25077/jfu.11.2.153-159.2022.
- [15] E. A. Wibowo, M. N. W. Hidayah, E. S. Ma’arif, S. Sundari, and I. S. Ma’arif, “Optimasi Penentuan Material Alat Pemetong Ring Gelas Plastik AMDK: Sebuah Analisis Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP),” *Jurnal Serambi Engineering*, vol. IX, no. 3, pp. 9541–9549, 2024.