

# PEMBUATAN SISTEM *INTERLOCK* OPERASIONAL CONVEYOR DAN *ELEVATOR* UNTUK EFISIENSI DISTRIBUSI *KERNEL* PRODUKSI MENUJU *BATCHING TANK*

Bagas Indrayatna<sup>1\*</sup>, Idad Syaeful Haq<sup>1</sup>, Lia Laila<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit Institut Teknologi Sains Bandung, Indonesia

**Abstrak.** *Batching tank* merupakan tangki penyimpanan sementara *kernel* dari stasiun *nut* dan *kernel* sebelum dikirim ke *Kernel Chrushing Plant*. *Kernel* dikirim dari *kernel silo* melalui *conveyor* dan *elevator* menuju ke *batching tank*. Masalah yang sering muncul yaitu kurang efisiennya distribusi *kernel* produksi yang diindikasikan dengan *kernel* tumpah di *boardesk batching tank* dan tidak maksimalnya pengisian *batching tank*. Kondisi ini disebabkan operator tidak dapat mengontrol volume *batching tank* saat pengisian karena *batching tank* tidak terjangkau oleh operator sebab berjarak 35 meter dan ketinggian 8 meter dari area kontrol operator. Ketidakefisienan mengakibatkan tidak terlaksanakannya budaya 5R (*Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin*) dan mempengaruhi perhitungan *kernel extraction rate*. Atas dasar itu, perlu dirancang sistem *interlock* pada motor penggerak *conveyor* maupun *elevator* umpan *kernel* dari *kernel silo* menuju *batching tank*. Penelitian bertujuan membuat sistem *interlock* pada *conveyor* dan *elevator* umpan *kernel* ketika volume *batching tank* telah penuh, mengetahui pengaruh pemasangan sistem pada operasional stasiun *nut* dan *kernel* terhadap kestabilan pengisian *batching tank*, dan mengetahui penghematan biaya yang dihasilkan dengan sistem ini. Metode penelitian menggunakan metode eksperimen dengan menyusun diagram *ishikawa* untuk mengetahui akar permasalahan. Sistem dibuat dengan menggunakan *limit switch* dan *interlocking* pada instalasi panel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah dipasang sistem *interlock*, pengiriman *kernel* produksi memiliki standar deviasi 3,1 ton dan rata-rata pengisian 43,705 ton dari target volume 45 ton. Hal ini menunjukkan fluktuasi pengisian *batching tank* rendah atau stabil, serta pengisian *batching tank* maksimal. Sistem bekerja dengan baik saat kondisi *batching tank* penuh, maka semua *conveyor* dan *elevator* berhenti otomatis. Penghematan biaya setelah dipasang mencapai Rp. 1.030.646,00 per tahun. Sistem ini akan berfungsi secara berkelanjutan sebab dibuat dengan bahan dan instalasi standar industri.

**Kata Kunci :** *Batching tank, Limit switch, Sistem Interlock, Pemberhentian Otomatis Konveyor dan Elevator*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Pabrik kelapa sawit merupakan unit pengolahan *upstream* yang mengolah tandan buah segar menjadi *crude palm oil* dan *palm kernel*. Dalam pengolahannya, terdapat beberapa stasiun yang vital dalam proses pengolahan tandan buah segar tersebut. Salah satu stasiun yang memegang peranan penting dalam menentukan produk dan kualitas *palm kernel* yaitu stasiun *nut* dan *kernel*. Stasiun ini akan mengolah *press cake* keluaran dari stasiun *press* untuk kemudian menghasilkan *fiber, shell, dan palm kernel*. *Fiber* dan *shell* nantinya akan digunakan untuk bahan bakar boiler serta dijual. Sedangkan, untuk *palm kernel* akan dikirim ke *Kernel Crushing Plant (KCP)* yang akan diolah menjadi *Palm Kernel Oil (PKO)*.

<sup>1\*</sup> Corresponding author: [bindrayatna@email.com](mailto:bindrayatna@email.com)

Di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Libo, palm *kernel* akan ditampung terlebih dahulu pada *batching tank* untuk kemudian dikirim ke *kernel* silo bin KCP Libo. Dalam pengiriman ke *batching tank*, palm *kernel* melalui *dry kernel conveyor* below silo drier, *dry kernel elevator* to *batching tank*, dan *dry kernel conveyor* to *batching tank*. Posisi *batching tank* berada pada 35 meter dari area stasiun *nut* dan *kernel* serta memiliki ketinggian 8 meter. Persoalan yang muncul yaitu dengan kondisi demikian, pengisian *kernel* menuju *batching tank* kurang terkontrol yang berakibat pada menumpuknya *kernel* yang berpotensi besar pada penumpahan pada area *boardesk* maupun bawah *batching tank*. Penumpukan ini akan berakibat pada kotornya lingkungan sekitar *boardesk* sehingga berpotensi terhadap timbulnya kondisi yang tidak sesuai dengan prinsip resik pada 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin). Berdasarkan persoalan diatas, perlu dibuat sistem kontrol pemberhentian otomatis motor penggerak motor listrik dengan *interlock* pada konveyor maupun *elevator* yang mengantarkan *kernel* dari *kernel* silo ke *batching tank*. Sehingga pengiriman dapat berjalan efektif dan efisien [1].

## 1.2 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem *interlock* untuk mematikan konveyor dan *elevator* saat kondisi *batching tank* penuh ?
2. Bagaimana dampak yang terjadi ketika sistem terpasang dalam distribusi *kernel* ke *batching tank* terhadap prinsip 5R ?
3. Bagaimana perbandingan harga pembuatan sistem dengan potensi penghematan biaya yang dihasilkan ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk :

1. Mengetahui perencanaan dan pembuatan sistem *interlock* distribusi *kernel* dari *kernel* silo ke *batching tank*.
2. Mengetahui pengaruh pemasangan sistem *interlock* terhadap kontrol produksi *kernel* dan proses distribusi yang efektif dan efisien dan mengetahui dampak pemasangan sistem dengan aplikasi prinsip 5R.
3. Mengetahui kebutuhan biaya untuk pembuatan sistem *interlock* distribusi *kernel* di *batching tank* dan penghematan biaya jika sistem tidak terpasang.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 *Batching tank*

*Batching tank* merupakan tangki terakhir pada rangkaian proses di stasiun *kernel* yang berfungsi untuk mengetahui jumlah *kernel* produksi dan menyimpan sementara yang akan dikirim ke KCP. Di PKS Libo, terdapat dua *batching tank* yang memiliki kapasitas 50 ton setiap tangkinya. *Kernel* produksi dari *kernel* silo akan melewati *dry kernel* below silo *conveyor*, *dry kernel elevator* to *batching tank*, dan *dry kernel conveyor* to *batching tank* [2].



Gambar 1. *Batching tank*

### 2.2 *Sounding*

*Sounding* adalah proses pengukuran dan perhitungan jumlah atau tonase produk dalam sebuah wadah dengan kalibrasi massa jenis produk yang diukur [3].

### 2.3 Sistem Kontrol

Sistem adalah seperangkat aturan, pengaturan hal-hal, atau sekelompok hal terkait yang bekerja menuju tujuan bersama. Kontrol adalah pengendalian atau pengaturan [4]

#### 2.3.1 Sistem Interlock

Sistem *interlock* pada bidang kelistrikan yaitu sistem yang berfungsi untuk penguncian dalam pada sebuah operasi mesin. *Interlock* listrik adalah *interlock* yang digunakan untuk membatasi aliran arus antara dua atau lebih perangkat [5].

#### 2.3.2 Limit switch

*Limit switch* merupakan sensor yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian berbasis struktur mekanik. *Limit switch* memiliki tiga buah terminal, yaitu: *central terminal*, *normally close (NC) terminal*, dan *normally open (NO) terminal* [6].



Gambar 4. *Limit switch* [6]

#### 2.3.3 Relay

*Relay* merupakan komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relai merupakan saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya [7].



Gambar 5. *Konstruksi Relay* [7]

### 2.4 Kendali Motor Tiga Fasa

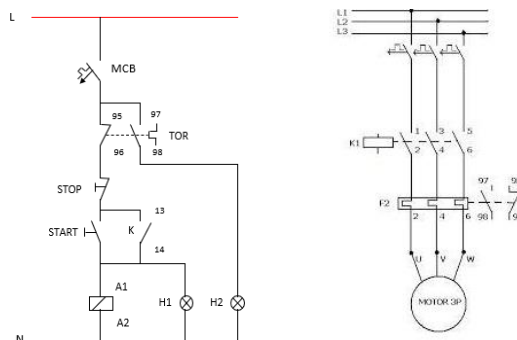
#### 2.4.1 Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (ac) bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator [8].

#### 2.4.2 Pengasutan Motor Tiga Fasa

##### 2.4.2.1 Pengasutan *Direct On Line* (DOL)

Pengasutan hubungan langsung dalam istilah asing disebut *direct on line* (DOL). Daya torsi yang dihasilkan pada saat pengasutan bisa menjadi 2–3 kali lipat daya torsi beban penuh. [8].



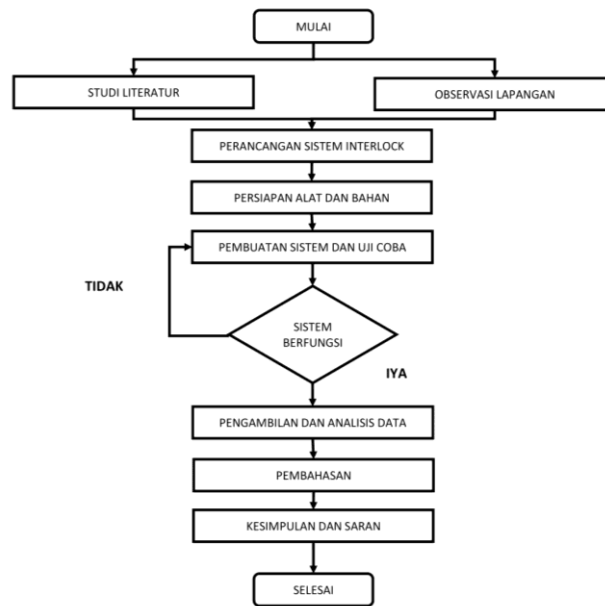
Gambar 7. *Rangkaian Motor Tiga Fasa DOL* [8]

## 2.5 Prinsip 5R

Prinsip 5R merupakan budaya untuk mengatur kondisi tempat kerja agar pekerja efektif dan efisien dalam bekerja. Penerapan 5R dapat membuat perusahaan atau institusi kerja dapat mengatur dan mengelola ruang kerja, sumber daya manusia (pekerja), waktu, kualitas, dan modal untuk menghasilkan produk dengan kegagalan yang lebih kecil, membuat tempat kerja yang sesuai, bersih, dan disiplin [9]. Prinsip 5 merupakan singkatan dari Ringkas, Rapi, Resik, Rawat dan Rajin..

## 3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dan metode kuantitatif. Adapun alur prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 8. Diagram Alur Prosedur Penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Penentuan Akar Penyebab Masalah

Dalam tahapan penentuan akar penyebab masalah, digunakan *tools* diagram Ishikawa [10]. Diagram ini akan mengelompokkan penyebab masalah pada beberapa kategori utama. Terdapat empat kategori utama yang digunakan di diagram Ishikawa, yaitu aspek manusia, aspek alat, aspek lingkungan, dan aspek metode.

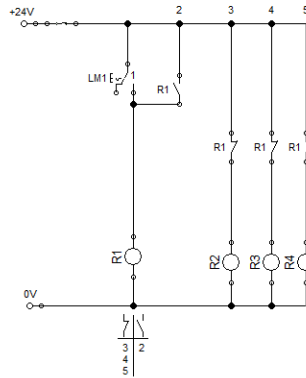


Gambar 9. Diagram Ishikawa

### 4.2 Pembuatan Sistem Interlock Pada Batching tank

#### 4.2.1 Perancangan Rangkaian Kontrol

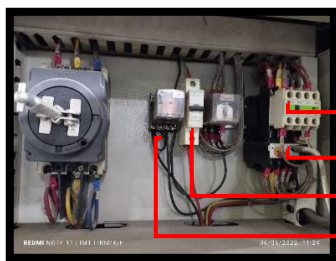
Dalam perancangan, rangkaian control menjadi hal yang pertama harus dibuat sebab sistem ini berbasis instalasi yang dikolaborasikan dengan sensor, dalam hal ini *limit switch*. Rangkaian dibuat melalui aplikasi *Fluidsim 4.2 Electrical Engineering* dan disimulasikan sebelum dilakukan instalasi.



**Gambar 9.** Rangkaian Kontrol Limit switch

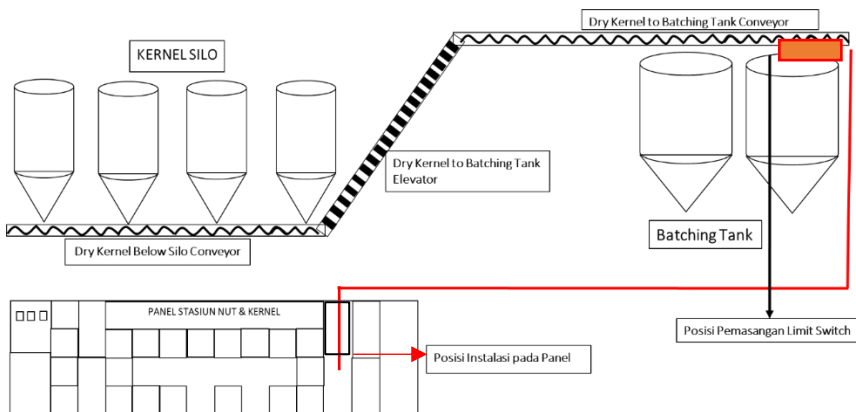
#### 4.2.2 Instalasi pada Panel

Setelah dilakukan pembuatan rangkaian control *interlock*, penarikan kabel dan proses instalasi komponen pada panel-panel kontrol konveyor dan *elevator* dapat dilakukan.



- *Kontaktor*
- *Thermal Over Load*
- *Miniatur Circuit Breaker*
- *Relay*

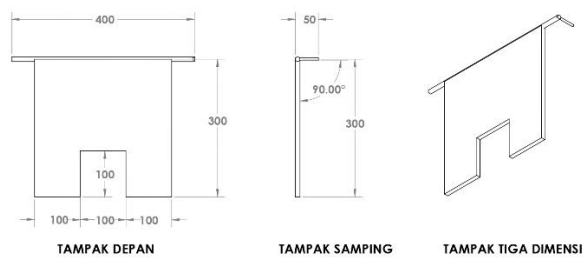
**Gambar 10.** Wiring Interlock pada Panel Dry Conveyor to Batching tank



**Gambar 11.** Posisi Instalasi Panel dari Titik Pemasangan Limit switch

#### 4.2.3 Pembuatan Bandul

Bandul *conveyor* dibuat dari bahan plate mild steel 4 mm dan besi beton polos 10 mm.



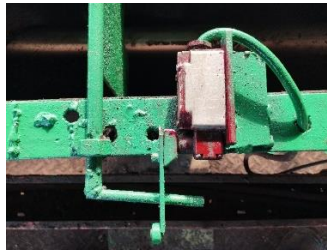
**Gambar 12.** Desain Bandul

#### 4.2.4 Pemasangan *Limit switch*

Pemasangan *limit switch* dilakukan pada sisi ujung body *conveyor* dengan dukungan menggunakan besi siku.



Gambar 13. Model Pemasangan Bandul dan *Limit switch*



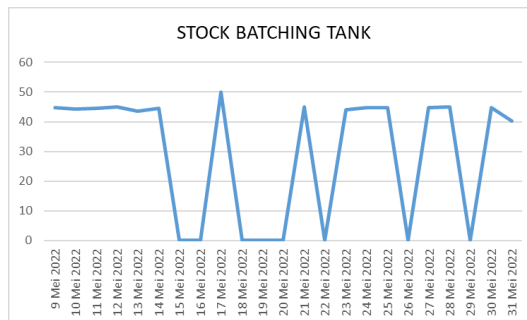
Gambar 14. Posisi Pemasangan Tuas *Limit switch*

Jika kondisi *batching tank* penuh, maka terjadi penumpukan di *conveyor* yang akan menggerakkan bandul pada ujung *conveyor*. Bandul ini telah tersambung dengan *limit switch* sehingga *limit switch* akan berubah dari normally close ke normally open yang secara langsung memutus seluruh arus yang masuk pada rangkaian control elektro motor ketiga *conveyor* sehingga seluruh *conveyor* dan *elevator* berhenti tanpa menekan push button off.

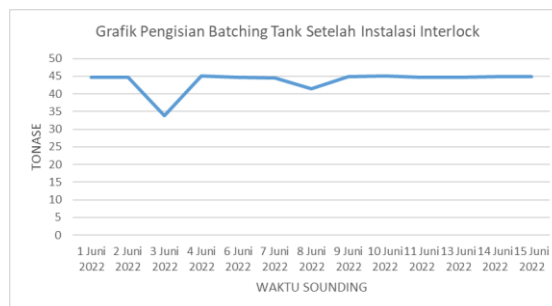
#### 4.3 Data Hasil Pengujian Sistem *Interlock*

##### 4.3.1 Data Hasil Sounding *Batching tank*

Pengambilan data sounding dilakukan mulai dari bulan Mei 2022 s/d Juni 2022.



Gambar 15. Grafik Sounding *Batching tank* Sebelum Dipasang *Interlock*

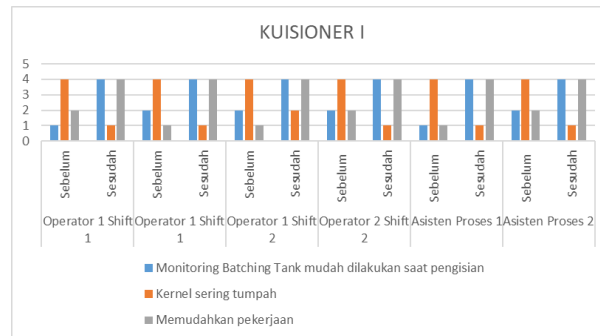


Gambar 16. Grafik Sounding *Batching tank* Sesudah Dipasang *Interlock*

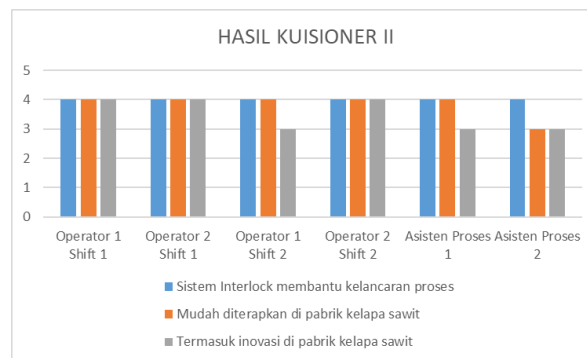
Rata-rata volume pengisian bulan Juni atau setelah dipasang alat yaitu 43,705 ton. Rata-rata volume yang dihasilkan pada pengisian bulan Mei atau saat belum dipasang alat yaitu 35,226 ton. Secara fluktuasi, volume *batching tank*, bulan Mei memiliki standar deviasi 18,76 ton sedangkan bulan Juni yang hanya 3,1 ton. Dengan demikian, pengisian bulan Mei mengalami naik turun yang tinggi. Fluktuasi ini disebabkan oleh pengiriman yang tidak efisien (belum dipasang alat sehingga kontrol volume manual dan berpotensi operator tidak mengecek volume) yang berakibat pada *kernel extraction rate* yang tidak tercapai.

#### 4.3.2 Hasil Kuisisioner

Kuisisioner adalah instrumen penelitian yang terdiri dari rangkaian pertanyaan yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi dari responden yang selanjutnya dikumpulkan dan diolah untuk mendapatkan data kuantitatif [11].



Gambar 17. Hasil Kuisisioner I



Gambar 18. Hasil Kuisisioner II

Dari 6 responden memberikan penilaian rata – rata 4 (75 – 100%). Secara umum, hasil pembuatan sistem *interlock* sudah cukup baik digunakan pada stasiun *nut* and *kernel* dan dapat dikembangkan lebih luas dengan penerapan sistem otomatis.

#### 4.4 Perbandingan Keuntungan Penggunaan Sistem *Interlock*

Dalam pembuatan alat ini, dibutuhkan biaya sebesar Rp.1.259.626,00. Jika dibandingkan dengan pengerjaan pembersihan akibat *kernel* tumpah pada *boardesk* dalam setahun yang membutuhkan dana Rp. 2.290.272,00, pembuatan sistem *interlock* akan lebih efektif dan menghemat pengeluaran cost lembur karyawan. Apabila dihitung secara kasar, dengan estimasi alat yang dibuat bertahan hingga setahun tanpa perbaikan serius, maka perusahaan akan save cost hingga Rp. 1.030.646,00.

#### 4.5 Dampak Sistem *Interlock* Terhadap Budaya 5R

Redtag 5R yang dipasang oleh tim penggerak budaya 5R pabrik kelapa sawit Libo. Tertulis pada redtag tersebut area melanggar budaya “resik” untuk klasifikasi sebagai alat kerja dengan keterangan “*kernel* di atas *batching tank* tumpah di lantai”. Dengan dipasangnya sistem *interlock* maka redtag ini dilepas sebab kondisi *boardesk batching tank* sudah bersih tanpa adanya *kernel* tumpah seperti sebelumnya.





**Gambar 19.** Boardesk Sebelum Dipasang Interlock



**Gambar 20.** Boardesk Setelah Dipasang Interlock

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil dan pembahasan pada bagian sebelumnya dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan sistem *interlock batching tank* ini mudah dan praktis. Langkah pembuatan sistem *interlock batching tank* yaitu 1) persiapan alat dan bahan, 2) Pembuatan bandul *limit switch*, 3) Pembuatan dudukan sensor *limit switch*, 4) Pemasangan wiring sistem *interlock*, dan 5) Uji coba.

2. Setelah adanya sistem *interlock batching tank* tidak pernah terjadi penumpukan *kernel* dan *kernel* tumpah serta dapat memberikan kemudahan operator dalam kontrol pengiriman *kernel* ke *batching tank*. Saat kondisi *kernel* pada *batching tank B* penuh, maka semua *conveyor* dan *elevator* akan berhenti secara otomatis. Dengan adanya alat ini, redtag dapat terpenuhi sehingga budaya 5R terutama resik bisa diterapkan.

3. Dengan sistem yang sederhana dan memakai bahan berstandar industri, sistem ini mampu digunakan secara berkelanjutan di pabrik kelapa sawit. Pembuatan alat ini, dibutuhkan biaya sebesar Rp.1.259.626,00. Dengan perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan sistem *interlock* terdapat *saving cost* sebesar Rp. 1.030.646,00.

## 6. Saran

Saran yang diajukan untuk pengembangan sistem *interlock* distribusi *kernel* ke *batching tank* selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Dapat dikembangkan pemberhentian motor listrik penggerak secara bertahap pada setiap *conveyor* dan *elevator* supaya tidak terjadi penumpukan pada *conveyor* dan *elevator*.
2. Dapat dilakukan kajian terhadap potensi kerusakan *conveyor* dan *elevator* ketika terjadi penumpukan *kernel* saat tidak beroperasi.



## Referensi

- [1] Idad Syaeful Haq, Deni Rachmat, Ari Pratama. 2021. Perancangan dan Pembuatan Indikator Volume Kernel di Kernel Storage Bin pada Stasiun Nut and Kernel. Pabrik Kelapa Sawit. eISSN 2686-3545. Jurnal Vokasi, Teknologi, dan Industri (JVTI) ITS. Vol. 3, No. 2, 2021: 25-35. DOI: <https://doi.org/10.36870/jvti.v3i2.241>
- [2] Sinarmas Agribusiness and Food. 2018. *Standar Operasional Prosedur Pengolahan Pabrik Kelapa Sawit*. SOP/SMART/MCMD/I/TM-PKS. Jakarta.
- [3] PT Ivo Mas Tunggal. 2018. *Panduan Perhitungan Volume Batching tank LIBM*. Pabrik Kelapa Sawit Libo. Siak..
- [4] Anda Suryani dan Eng.M.Makky. 2021. *Kontrol Otomatik. Mata Kuliah Kontrol Otomatik*. Universitas Andalas. Padang.
- [5] Omron Scientific Technologies. 2020. *Safety Interlock Switches and Monitoring Relays*. Omron. Canada
- [6] Omron. 2020. *Technical Explanation for Limit switches* dalam [https://www.ia.omron.com/data\\_pdf/guide/30/limitswitch\\_apparatus\\_tg\\_e\\_3\\_2.pdf](https://www.ia.omron.com/data_pdf/guide/30/limitswitch_apparatus_tg_e_3_2.pdf) diakses pada 18 Juli 2022 pukul 13.38 WIB.
- [7] Taruno, Djoko Laras Budiyo. 2016. *Unit Trainer Instalasi Listrik Tenaga*. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- [8] Anthony, Zuriman. 2020. *Bahan Ajar Motor Listrik*. Fakultas Teknik. Institut Teknologi Padang. Padang.
- [9] Mubarok, Rahmat. 2018. *Pelaksanaan Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin (5R) Bengkel Teknik Kendaraan Ringan Smk Muhammadiyah Pakem Dalam Mewujudkan Sekolah Berbasis Industri*. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [10] Ilham. 2020. *Root Cause Analysis adalah Cara Menganalisis Akar Masalah*. dalam <https://www.labmutu.com/2020/09/root-cause-analysis.html> diakses pada 19 Juli 2022 pukul 03.55 WIB.
- [11] Ilmiyan, Rizky. 2020. *Cara Membuat Kuesioner dalam Penelitian*. dalam <https://blog.ipbtraining.com/blog/cara-membuat-kuesioner-dalam-penelitian/> diakses pada 19 Juli 2022 pukul 04.05 WIB.