

# OTOMATISASI SMART FIBER HOPPER DENGAN RETRIEVAL CONVEYOR BERDASARKAN KONTROL TEKANAN BOILER TANK

Septian Ramajodi<sup>1\*</sup>, Novelita Wahyu Mondamina<sup>1</sup>, Deni Rachmat<sup>1</sup>

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

**Abstrak.** *Smart fiber hopper* merupakan suatu bak penampung bahan bakar sementara dari boiler sebelum didistribusikan kembali. Umpan bahan bakar boiler yang berasal dari fiber cyclone, LTDS 1 dan 2 masuk ke fiber shell conveyor, lalu ke fuel distributing conveyor masuk ke boiler dan ke fuel excess conveyor, lalu ke smart fiber hopper. Masalah yang sering muncul pada distribusi bahan bakar boiler yaitu pendistribusian bahan bakar yang tidak stabil sehingga ketika pemberian umpan kurang membuat tekanan boiler turun, ketika pemberian umpan berlebih membuat sumbatan pada conveyor sehingga dapat membuat PKS menjadi stop proses sementara. Atas dasar itu perlu dirancang sistem otomatisasi pada smart fiber hopper yang membuat sistem distribusi bahan bakar boiler secara otomatis tanpa memerlukan bantuan operator. Penelitian ini bertujuan mengurangi Man Power pada pendistribusian bahan bakar boiler dengan menghubungkan motor listrik smart fiber hopper dengan motor listrik retrieval conveyor lalu mengatur jeda antara tuangan pertama dan seterusnya menggunakan TDR. Mengetahui pengaruh dari otomatisasi pada smart fiber hopper, mengetahui penghematan biaya yang dihasilkan dengan otomatisasi ini. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menyusun diagram sebab-akibat untuk mengetahui akar permasalahan. Sistem ini dibuat dengan menghubungkan motor listrik dari retrieval conveyor dengan motoran smart fiber hopper dan memberi timer untuk mengatur pengumpanan bahan bakar agar konstan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem distribusi bahan bakar boiler sudah full otomatis dilihat dari data tekanan boiler sebelum dan sesudah pemasangan alat yang memiliki selisih besar. Sistem bekerja ketika tekanan boiler <27,9 barg maka alat bekerja secara otomatis, dan ketika tekanan boiler >28,1 barg sistem berhenti. Standar deviasi yang pada awalnya 1,9 menjadi 0,3 menunjukkan alat berfungsi sebagaimana rancangan awal. Penghematan biaya pada perusahaan setelah menggunakan sistem otomatisasi ini sebesar Rp. 151.472.920.

**Kata Kunci :** *Smart Fiber Hopper, Retrieval Conveyor, Otomatisasi, Tekanan Boiler*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Proses produksi *Crude Palm Oil* (CPO) umumnya terdiri dari stasiun utama dan stasiun pendukung. Fungsi dari stasiun utama adalah, penerimaan buah, rebusan, pemipilan, pencacahan, pengempaan, pemurnian, pemisahan biji dan kernel. Sementara, stasiun pendukung berfungsi sebagai pembangkit tenaga PKS, laboratorium, pengolahan air, penimbunan produk, dan bengkel.<sup>[1]</sup> Stasiun boiler yang merupakan salah satu stasiun pendukung yang penting pada PKS. Dikarenakan kontrol bahan bakar dari smart fiber hopper masih manual sehingga timbul persoalan yang sering terjadi seperti *over feeding* yang menyebabkan sumbatan pada conveyor atau chute fiber shell conveyor sehingga motor listrik penggerak pada conveyor mengalami trip ( aliran listrik ke motor conveyor terputus), ketika tidak ada pasokan bahan bakar maka tekanan pada boiler turun yang menyebabkan steam flow juga turun, sehingga boiler akan diberhentikan dalam beroperasi. Penelitian ini berfokus pada otomasi pada smart hopper dengan menghubungkan retrieval conveyor dengan smart fiber hopper sehingga pemberian bahan bakar boiler menjadi konstan.

### 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana cara membuat rangkaian kontrol distribusi bahan bakar boiler secara otomatis?

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

2. Bagaimana performa dari rangkaian kontrol distribusi bahan bakar *boiler* secara otomatis efektif terhadap operasional *boiler*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

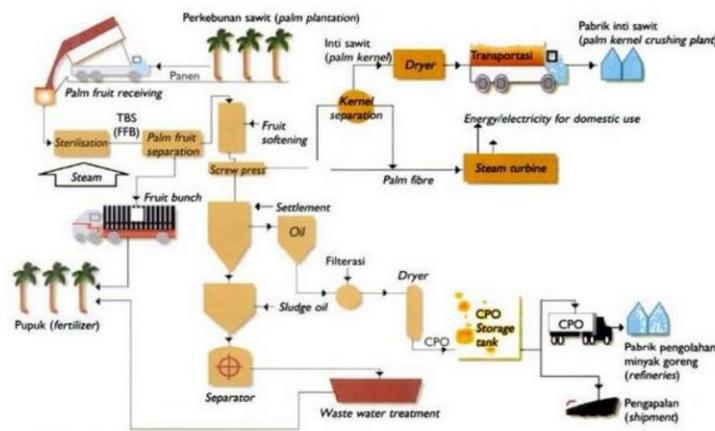
Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk :

1. Mengetahui perencanaan dan pembuatan sistem otomatisasi pada *smart fiber hopper* dengan *retrieval conveyor* berdasarkan kontrol tekanan *boiler*.
2. Mengetahui pengaruh pemasangan sistem otomatisasi terhadap tekanan *boiler*, sebelum dan sesudah pemasangan sistem.
3. Mengetahui kebutuhan biaya pembuatan sistem otomatisasi dan penghematan biaya yang dihasilkan.
4. Mengetahui permasalahan sebelum dan setelah pemasangan sistem pada stasiun *boiler*.
5. Mengetahui apakah sistem otomatisasi ini dapat mengurangi penggunaan tenaga manusia pada stasiun *boiler*.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Pabrik Kelapa Sawit

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan pabrik yang mengolah Tandan Buah Segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil (CPO)*. Pengolahan kelapa sawit merupakan proses untuk memperoleh minyak dan kernel dari buah kelapa sawit, melalui proses perbusan, pemipilan, pelumatan, pengempaan, pemisahan, pengeringan, dan penimbunan. Pengolahan kelapa sawit yang dilakukan secara mekanis dan fisika dapat berperan dengan baik jika tersedia bahan baku yang sesuai dan kinerja pabrik yang baik. [2] Pengolahan TBS menjadi CPO umumnya terdiri dari stasiun utama dan stasiun pendukung, stasiun utama terdiri dari *fruit reception, sterilizer, thresher, digester & press, clarifier, nut & kernel*. Sementara, stasiun pendukung terdiri dari *Water Treatment Plant (WTP), Boiler, engine room*. [2]



Gambar 1. Alur Pabrik Kelapa Sawit. [1]

### 2.2 Bahan Bakar Boiler

Bahan bakar diperlukan pada proses pengoperasian *boiler*, pada umumnya bahan bakar *boiler* dibagi menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu gas, cair, dan padat. Pada pabrik kelapa sawit bahan bakar yang dimanfaatkan berupa produk samping berupa cangkang dan serabut. tujuan Bersama. [3]

#### 2.2.1 Sistem Cangkang dan Fiber

Cangkang dan *fiber* merupakan limbah dari hasil pengolahan kelapa sawit menjadi CPO (*Crude Palm Oil*) yang kemudian digunakan menjadi produk samping dan produk jual pada PKS. Cangkang dan *fiber* dimanfaatkan menjadi bahan bakar Boiler sehingga masuk kedalam renewable energy (energy terbagukan)

dan tidak akan habis secara alami sehingga menjadi *sustainability energy* (energi berkelanjutan). Berikut penjelasan mengenai cangkang dan *fiber* kelapa sawit. [4]

### 1. Cangkang

Cangkang kelapa sawit merupakan produk yang dihasilkan dari *nut* kelapa sawit yang dipecah pada *ripple mill* yang dipisahkan pada LTDS 1 dan 2 dengan ciri-ciri seperti batok kelapa kecil berwarna coklat dan keras, dari 1 ton TBS didapat 5,7% cangkang kelapa sawit atau 57 kilogram cangkang kelapa sawit. Dari hasil pengolahan per ton cangkang mempunyai nilai kalor 4.560,41 kkal/kg.

### 2. Fiber

*Fiber* merupakan serat kelapa sawit yang didapat dari pencacahan *press cake* yang kemudian dipisahkan antara *fiber* dan *nut* pada *depericarper* dengan ciri-ciri seperti serabut kelapa kecil, pendek dan berwarna kuning kecoklatan. Dari 1 ton TBS didapat 12,5% *fiber* kelapa sawit atau 125 kilogram *fiber* kelapa sawit. Dari hasil pengolahan per ton *fiber* sawit memiliki nilai kalor 2.981,57 kkal/kg. Cangkang dan *fiber* memiliki unsur kimia sebagai berikut:

**Tabel 1.** Unsur *Fiber* dan *Shell*. [4]

<b>Nama Unsur</b>	<b>Fiber 12,5% to TBS</b>	<b>Shell 5,7% to TBS</b>
Karbon (C)	40,15%	61,34%
Hidrogen (H <sub>2</sub> )	4,25%	3,25%
Oksigen (O <sub>2</sub> )	30,12%	31,16%
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	22,29%	2,45%
Abu	3,19%	1,8%

## 2.3 Conveyor

Conveyor merupakan suatu pesawat pemindah yang berfungsi sebagai fasilitas transport untuk mendistribusikan barang atau beban dari satu tempat ke tempat lainnya. [5]

Conveyor mempunyai berbagai jenis bergantung dengan kebutuhan dan karakteristik dari bahan yang diangkat, pada PKS umumnya digunakan beberapa jenis conveyor, seperti scraper conveyor, screw conveyor dan bucket conveyor.

### 2.3.1 Scrapper Conveyor

*Scraper conveyor* merupakan *conveyor* yang menggunakan *chain* dengan sistem kerja yang sederhana, *conveyor* ini digunakan pada PKS karena dapat bekerja pada kemiringan yang curam hingga 45° dan dapat mengangkat beban hingga 360 ton/jam. [5]

### 2.3.2 Screw Conveyor

*Screw conveyor* merupakan jenis pesawat pemindah dengan prinsip kerja menggunakan ulir, *screw conveyor* digunakan pada PKS untuk material jenis curah seperti *press cake*, *nut*, *kernel*, *sludge* dan lainnya. [5]

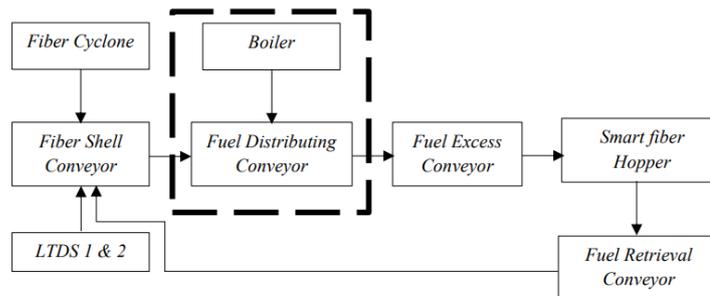
### 2.3.3 Bucket Conveyor

*Bucket conveyor* merupakan salah satu dari jenis *chain conveyor*. Karakteristik dari *bucket conveyor* seperti, *bucket* yang terbuat dari baja dan digerakkan oleh rantai, *bucket conveyor* memiliki kelemahan seperti ukuran partikel yang diangkat terbatas 2-3 inci seperti *kernel*, cangkang dan brondolan. [6]

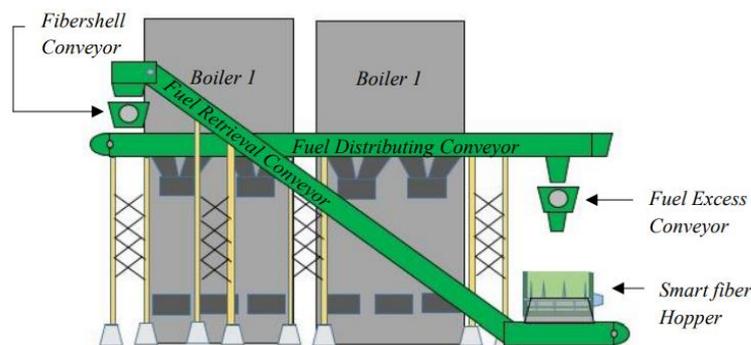
## 2.4 Stasiun Boiler

*Boiler* adalah bejana tertutup tempat dilakukannya pemanasan air atau cairan lainnya dan menghasilkan *steam*, uap, *superheated steam* atau kombinasinya. Pembakaran dilakukan pada tekanan rendah atau vakum dengan pembakaran bahan bakar, listrik atau energi matahari. Istilah *boiler* mencakup unit pembakaran yang memiliki sistem pembakaran terpisah dari proses pemanasan atau penguapan air atau cairan lain. [7]

*Boiler* merupakan suatu bejana bertekanan yang digunakan untuk memanaskan air untuk menghasilkan uap panas bertekanan (*steam*). Tekanan kerja maksimal pada *boiler* di Sako mill berkisar 465 Psi/ 32 barg dan *steam flow* yang diperlukan berkisar 42 ton/jam. Salah satu faktor penting dalam mencapai tekanan dan *steam flow* adalah bahan bakar. Pengaturan jumlah volume bahan bakar yang masuk ke *boiler* diperlukan agar tidak terjadi *over feeding* atau *under feeding*. Alur proses bahan bakar *boiler* berawal dari *fiber* dari stasiun *nut and kernel* masuk ke *fiber shell conveyor* selanjutnya bahan bakar masuk ke *fuel distribution conveyor* untuk didistribusikan ke *boiler*, bahan bakar yang tidak terdistribusi masuk ke *smart fiber hopper*, dari *fuel excess conveyor* jatuh ke *smart fiber hopper* kemudian operator secara manual menggiring bahan bakar masuk ke *fuel retrieval conveyor*, dari *fuel retrieval conveyor* masuk ke *fiber shell conveyor* dan begitu seterusnya bahan bakar *boiler* terdistribusi.



**Gambar 2.** Alur Bahan Bakar Boiler



**Gambar 3.** Sketsa Distribusi Bahan Bakar Boiler

Stasiun *boiler* merupakan stasiun yang sangat penting di PKS karena stasiun tersebut merupakan tempat produksi *steam* yang berguna untuk operasional pabrik, *steam* (uap panas bertekanan) dihasilkan dari proses perebusan air pada keadaan tertutup untuk menghasilkan *saturated steam*. *Steam* yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan turbin uap untuk menghasilkan energi listrik, selain itu *steam* juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan uap panas selama proses.

#### 2.4.1 Fiber Shell Conveyor

*Fiber shell conveyor* merupakan *conveyor* yang berfungsi untuk membawa hasil hisapan *fan* berupa *fiber* dan cangkang yang terhisap dari LTDS 1 dan 2 serta *fiber cyclone* menuju *fuel distribution conveyor* yang akan digunakan sebagai bahan bakar boiler.

#### 2.4.2 Fuel Distribution Conveyor

*Fuel Distribution Conveyor* adalah *conveyor* yang berfungsi untuk membawa bahan bakar boiler berupa *fiber* dan cangkang dari *fiber shell conveyor*, terdapat 2 (dua) output pada *fuel distribution conveyor*, output pertama bahan bakar masuk ke boiler, untuk kelebihan atau bahan bakar yang tidak masuk ke boiler, maka akan diteruskan hingga *fuel excess conveyor*.

#### 2.4.3 Fuel Excess Conveyor

*Fuel Excess Conveyor* merupakan *screw conveyor* yang digunakan sebagai penghantar bahan bakar dari *fuel distribution conveyor* menuju *smart fiber hopper*, pada *fuel excess conveyor* terdapat 2 (dua) keluaran, keluaran yang pertama bahan bakar langsung jatuh ke *smart fiber hopper*, keluaran kedua bahan bakar

jatuh ke bak *fiber*. Kondisi pertama dilakukan ketika bahan bakar pada *smart fiber hopper* tidak penuh atau melimpah, kondisi kedua dilakukan dengan menutup *chute fuel excess conveyor* pertama dan membuka *chute* kedua supaya *fiber* jatuh ke bak *fiber*, hal ini dilakukan ketika bahan bakar di *smart fiber hopper* penuh atau melimpah.

#### 2.4.4 Smart Fiber Hopper

*Smart fiber hopper* merupakan sebuah unit yang terdiri dari *scraper conveyor* dan *autofeeder* yang berfungsi sebagai tempat penampungan bahan bakar *boiler* sementara.

#### 2.4.5 Fuel Retrieval Conveyor

*Fuel Retrieval Conveyor* adalah *conveyor* yang berfungsi untuk mendistribusikan bahan bakar *boiler* dari *smart fiber Hopper* menuju *fiber shell conveyor*, dengan kemiringan 45°.

### 2.5 Motor Listrik

Motor listrik merupakan suatu perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, yang biasanya sebagai penggerak dari *conveyor*, *pump*, *fan*, *blower* dan lainnya. [8]

Motor listrik mempunyai 2 bagian yaitu bagian diam dan bergerak. Diantara kedua bagian itu dipisahkan oleh celah udara dan membentuk rangkaian magnetik dimana fluksi dihasilkan oleh aliran arus melalui kumparan atau belitan yang terletak didalam kedua bagian tersebut. [8]

Bagian diam pada motor listrik disebut stator, untuk bagian yang bergerak disebut rotor. Stator yaitu suatu kumparan pada motor yang berfungsi sebagai penerima tegangan, tegangan yang diberikan pada stator akan menghasilkan arus sehingga menimbulkan medan magnet yang berputar, medan magnet tersebut akan menginduksi pada rotor sehingga rotor berputar. Berikut mekanisme kerja dari motor listrik secara umum:

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
2. Kawat yang dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran atau *loop*, kedua sisi *loop* pada sudut kanan medan magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar atau torsi untuk memutar kumparan.

### 2.6 Sistem Kontrol Otomatis

Sistem kontrol otomatis (*automation control system*) merupakan suatu perangkat alat mekanik atau elektronik yang mengatur sistem atau perangkat lain dengan kontrol berulang (*loop control*), sehingga sistem dapat berjalan secara otomatis sehingga proses dari sistem memiliki keluaran yang konstan. [9]

### 2.7 UT35A

UT35A merupakan *digital indicating controller* dengan sistem kontrol seperti *Progammable Logic Control* (PLC) yang berfokus pada sensor temperatur dan tekanan dengan prinsip kerja seperti PLC, ketika UT35A menerima sinyal masukan proses maka secara otomatis dengan instruksi logika sinyal masuk tersebut akan diolah sesuai program yang tersimpan dalam memori untuk menghasilkan sinyal keluaran untuk menggerakkan aktuator atau peralatan lainnya. [10]



Gambar 4. UT35A. [10]

## 2.8 Time Delay Relay

*Time Delay Relay* (TDR) atau *timer* merupakan suatu komponen kelistrikan yang berfungsi untuk menunda waktu yang bisa diatur sesuai dengan range dari TDR tersebut, prinsip kerja dari TDR sama seperti *relay* tapi diberi *timer* yang terdiri dari dua komponen utama yaitu *electromagnet (coil)* dan mekanikal (*switch*), ketika arus kecil masuk ke *coil* maka akan membuat *coil* menjadi magnet dan akan menggerakkan saklar dengan menggunakan pengaturan waktu seperti potensio (berdasarkan tahanan) maka TDR dapat menjadi timer. [11]



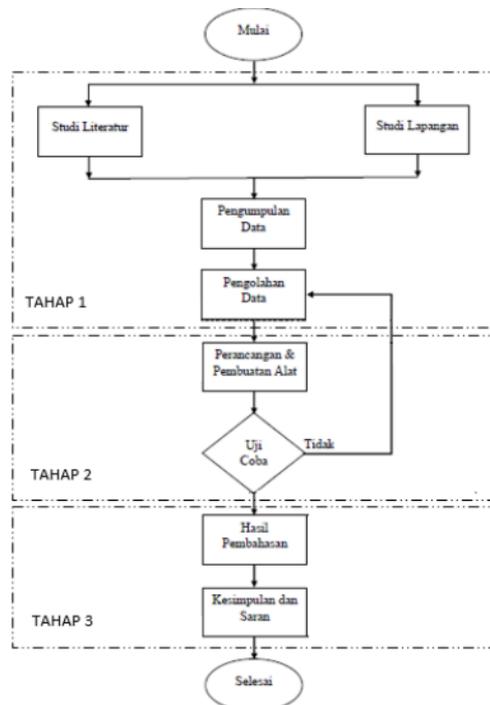
Gambar 5. Time Delay Relay. [11]

## 2.9 Otomatisasi

Menurut KBBI digital, otomatisasi adalah pergantian tenaga manusia dengan tenaga mesin yang secara otomatis melakukan dan mengatur pekerjaan sehingga tidak memerlukan lagi pengawasan manusia.

## 3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif, dimana sumber data berdasarkan sampel dan pengolahan data menggunakan metode statistic (standar deviasi), dibawah ini merupakan diagram alir dari rancangan penelitian yang telah dilakukan.



Gambar 6. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu tahap I merupakan tahap pengolahan data, tahap II merupakan tahap rancang bangun alat, dan tahap III merupakan tahapan kesimpulan saran dari alat yang telah dibuat.

### 3.1 Tahap 1

Tahap satu dalam penelitian merupakan tahapan yang dilakukan sebelum dilakukan perancangan dan pembuatan alat yang terdiri dari studi Pustaka dan lapangan dengan pengumpulan dan pengolahan data.

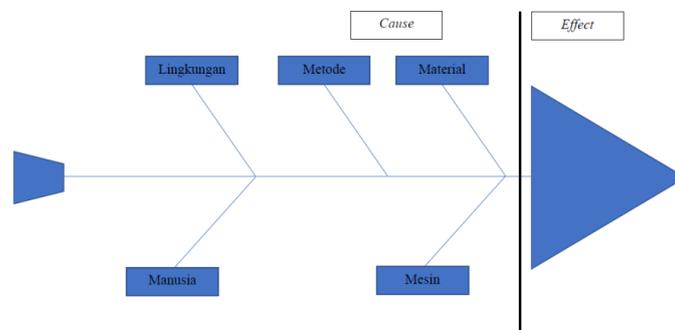
### 3.1.1 Studi Pustaka dan Lapangan

Studi pendahuluan dilakukan dengan meneliti lebih lanjut apa yang menjadi permasalahan. Studi pendahuluan terdiri dari studi literatur dan pengamatan langsung di lapangan.

Studi pustaka penelitian dengan menyesuaikan topik yang diangkat dalam penelitian dan berdasarkan referensi atau literatur yang telah ada sebelumnya sebagai landasan-landasan ilmiah dalam penelitian. Penelitian ini menggunakan Teknik pengolahan data secara statistik untuk melihat kesalahan pada suatu objek penelitian. Standar deviasi digunakan untuk mengetahui sebaran data sebelum dan sesudah pemasangan, apakah mendekati dengan tekanan kerja pada *retrieval conveyor*.

Bersamaan dengan studi literatur dilakukan peninjauan langsung dengan studi lapangan mendapatkan gambaran keadaan pabrik, apakah topik yang akan diteliti sesuai dengan kondisi pabrik. Peninjauan langsung juga dilakukan untuk melihat kondisi peralatan yang sebenarnya, terutama *smart fiber hopper*, sebelum melakukan perancangan.

Dari hasil studi yang dilakukan dapat disimpulkan menggunakan *fishbone diagram* seperti dibawah ini:



Gambar 7. Fishbone Diagram

### 3.1.2 Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

#### 1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data skunder dan primer agar perancangan dapat dilakukan sesuai dengan hasil tinjauan langsung yang dilakukan dan dengan mempertimbangkan data yang diperoleh.

#### 2. Pengolahan Data

Data yang dikumpulkan kemudian diolah dan disimpulkan untuk mendapatkan informasi alat yang digunakan, spesifikasi alat dan cara kerja alat yang akan dipasangkan metode yang digunakan seperti pengumpulan data, pemeriksaan data, pengorganisasian data, verifikasi data, Analisa data dan penyajian data.

## 3.2 Tahap 2

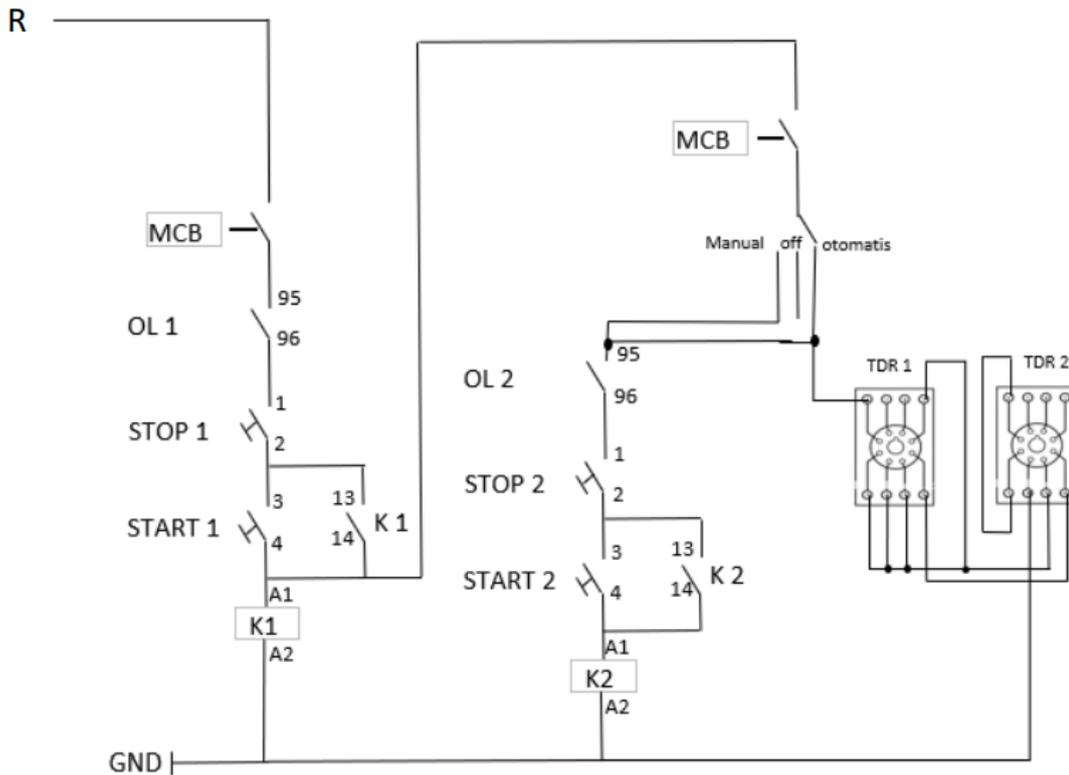
Tahap II meliputi perancangan dan pembuatan alat dari hasil analisa data yang dilakukan.

### 3.2.1 Perancangan dan Pembuatan Alat

Sistem *Autoconnect Smart Fiber Hopper* merupakan rancangan yang mengotomatiskan sistem distribusi bahan bakar *boiler* yang memperkecil *human error* pada pengoperasian *boiler* dan mengurangi kejadian *boiler trip* dikarenakan *underfeeding*.

#### 1. Perancangan Rangkaian Kontrol

Rancangan rangkaian kontrol untuk otomatisasi *smart fiber hopper* dibuat pada excel, pada gambar dibawah menunjukkan komponen seperti, Kontaktor 1 (*retrieval conveyor*), Kontaktor 2 (*smart fiber hopper*) dan *Time Delay Relay* (TDR).

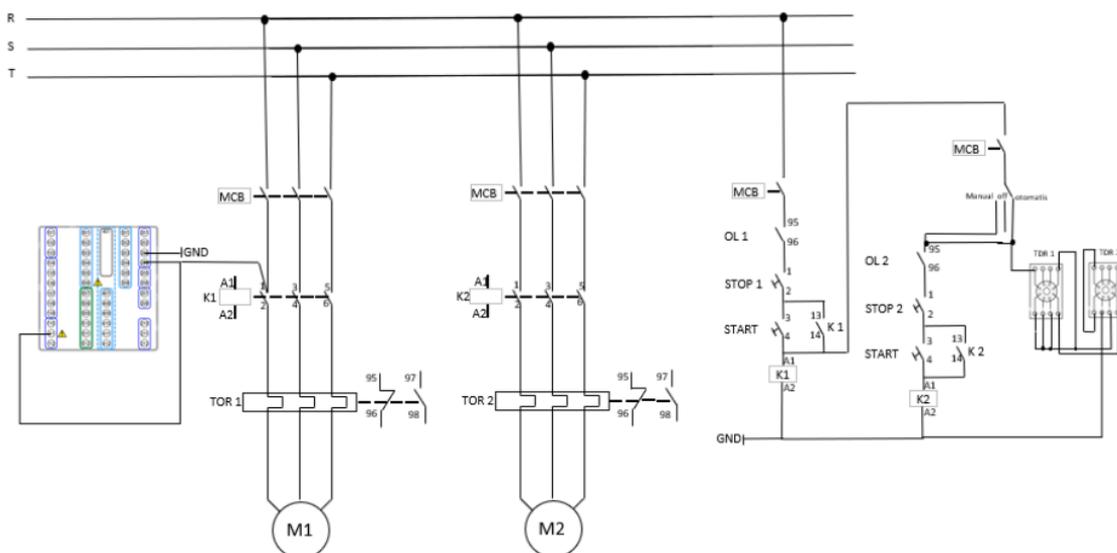


**Gambar 8.** Rangkaian Kontrol Sistem Otomatisasi

Rangkaian kontrol diatas merupakan rangkaian koneksi dari motor listrik *retrieval conveyor* (K1), dan *smart fiber hopper* (K2). Pertama MCB pada kedua motor listrik dinyalakan, lalu tekan tombol *start 1*, maka K1 (13,14) otomatis NC, sehingga arus dapat mengalir ke K2, pada *smart fiber hopper* terdapat *selector switch*, pada keadaan manual maka tombol *start* dan *stop* dikendalikan oleh operator, pada keadaan otomatis, tombol *start* ditekan, arus pada motor listrik diatur oleh TDR 1 untuk jeda tuangan 27 detik dan TDR 2 untuk memberi tuangan 3 detik.

## 2. Rangkaian Sistem Otomatisasi *Smart Fiber Hopper*

Pada gambar dibawah ini, terdapat UT35A sebagai pengatur kerja dari motor listrik *retrieval conveyor*, ketika *retrieval conveyor* bekerja maka *smart fiber hopper* akan bekerja.



**Gambar 9.** Rangkaian Sistem Otomatisasi *Smart Fiber Hopper*

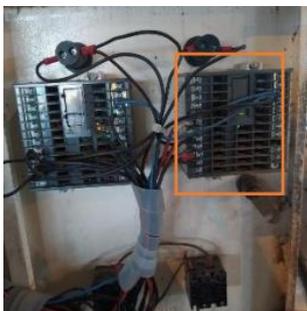
Pada gambar rangkaian di atas terdapat UT35A, sebagai pengontrol kerja dari motor listrik *retrieval conveyor*, port 111 pada kiri bawah merupakan sumber tegangan 100 – 240 VAC, dihubungkan dengan port 204 yang merupakan *input* positif dari *relay* NO pada UT35A, kemudian dihubungkan dengan kontaktor dari *retrieval conveyor*, port 203 merupakan *input* negatif yang dihubungkan ke *ground*. UT35A diatur pada batas bawah 27,9 lalu batas atas 28,1. M1 merupakan motor listrik dari *retrieval conveyor*, motor listrik akan bekerja ketika tekanan *boiler* < 27,9 barg, pada gambar diatas motor listrik *retrieval conveyor* dihubungkan dengan motor listrik *smart fiber hopper*, sehingga ketika motor listrik *retrieval conveyor* bekerja, maka motor listrik *smart fiber hopper* akan bekerja, untuk mengendalikan tuangan bahan bakar, maka diberi *timer*. Motor akan berhenti ketika tekanan *boiler* mencapai > 28,1 barg.

A. Penjelasan Sistem Otomatisasi Smart Fiber Hopper

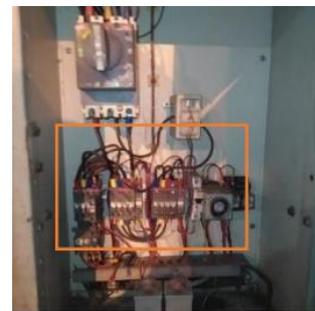
- 1) UT35A diatur NO (Normally Open) ketika tekanan boiler < 27,9 barg, dan NC (Normally Close) ketika tekanan boiler > 28,1 barg.
- 2) UT35A dihubungkan dengan motor listrik retrieval conveyor.
- 3) Motor listrik retrieval conveyor dihubungkan dengan motor listrik smart fiber hopper.
- 4) Kendali otomatis pada smart fiber hopper diberi 2 timer, untuk mengatur motor listrik smart fiber hopper, 3 detik motor listrik bergerak, 27 detik motor listrik tidak bergerak.
- 5) Ketika tekanan boiler < 27,9 barg maka retrieval conveyor akan bergerak.
- 6) Ketika retrieval conveyor bergerak maka smart fiber hopper akan bergerak.
- 7) Pergerakan smart fiber hopper konstan, dengan waktu bergerak 3 detik dan tidak bergerak 27 detik.
- 8) Tekanan boiler > 28 barg, maka retrieval conveyor mati.
- 9) Ketika retrieval conveyor mati otomatis smart fiber hopper mati.

3. Pembuatan Alat

A. Pasang *controller* ke-*retrieval conveyor*



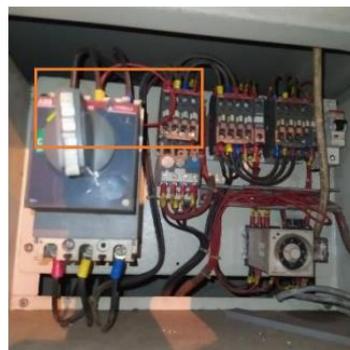
**Gambar 10.** Port UT35A



**Gambar 11.** Panel Retrieval Conveyor

Pada UT35A diambil port 203 dan 204 yang merupakan rangkaian pengontrol yang menggunakan fungsi *relay* NO.

B. *Retrieval* dihubungkan dengan *smart fiber hopper*



**Gambar 12.** Panel Smart Fiber Hopper

Arus R diambil kemudian dihubungkan dengan *smart fiber hopper* guna mengatur mati-hidup *smart fiber hopper* secara otomatis.

C. Kontrol *on-off smart fiber hopper* diberi *timer*



**Gambar 13.** TDR *Smart Fiber Hopper*

Pemberian *timer* berfungsi untuk mengatur waktu tuang dan jeda pada *smart fiber hopper*, sehingga tuangannya berpola dan meminimalisir *over/under feeding* bahan bakar pada *boiler*.

4. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan setelah pemasangan alat untuk mencari nilai *error* pada alat, pengujian alat dengan metode *trial-error*, pengujian dilakukan 3 kali dilakukan dengan asisten elektrik dan operator *boiler*, sehingga didapat waktu tuang 3 detik dan jeda 27 detik

### 3.3 Tahap 3

Tahap III meliputi analisis dan pembahasan setelah dilakukan uji coba pada alat.

#### 3.3.1 Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan dilakukan seperti Analisa deskriptif data yang diambil dari sebelum pemasangan alat dan analisis regresi data yang diambil setelah proses pemasangan alat. Analisis yang dilakukan seperti analisis tekanan *boiler* sebelum dan sesudah, standar deviasi pada tekanan *boiler* sebelum pemasangan alat dan sesudah, perhitungan biaya penghematan pabrik, dan kuesioner.

#### 3.3.2 Kesimpulan dan Saran

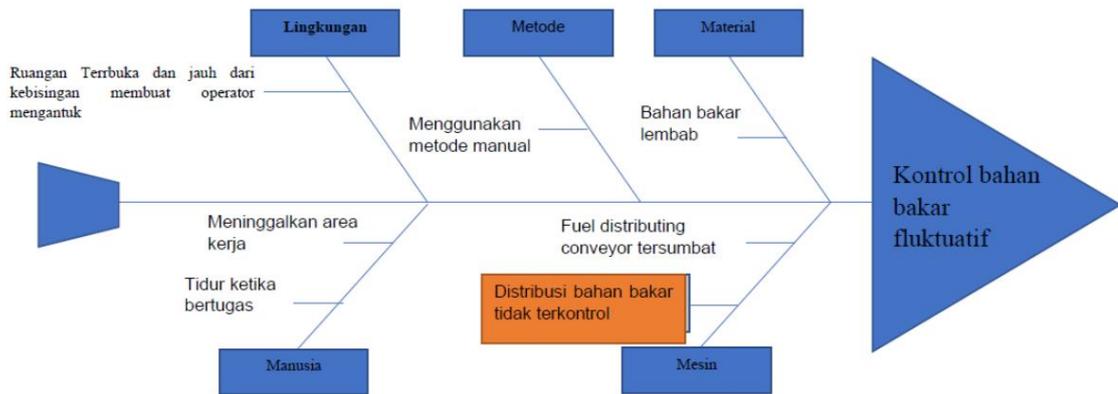
Kesimpulan dan saran bertujuan untuk memberikan hasil dari penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan pertama dalam melakukan penelitian, dengan cara merumuskan masalah yang akan diteliti, karena tahapan ini merupakan yang paling penting dalam menentukan jalannya penelitian, tanpa perumusan masalah maka peneliti akan kehilangan arah dalam melakukan penelitian.

Identifikasi masalah menggunakan diagram Ishikawa untuk mengidentifikasi dan mengorganisasikan penyebab-penyebab yang mungkin akan timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya. Pada umumnya diagram ishikawa memperhatikan 5 aspek sebagai point utama yaitu mesin (alat), metode, material, manusia dan lingkungan.



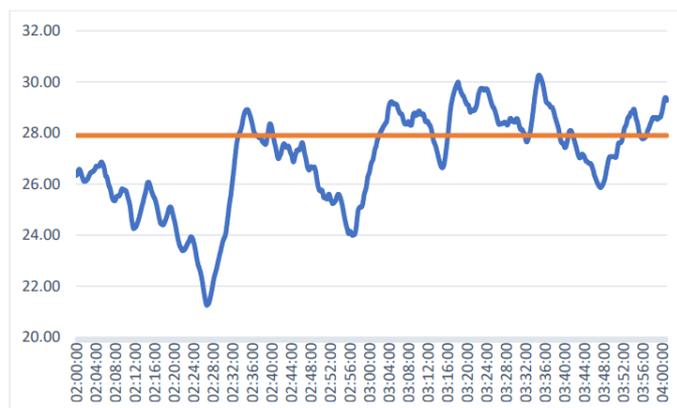
**Gambar 14.** Fishbone Diagram pada St. Boiler

## 4.2 Pengolahan Data Tekanan Boiler

Pengambilan data dilakukan dari tanggal 01 April 2022 – 31 Mei 2022, diambil dari paperless pada Boiler. Dengan menggunakan standar deviasi. Standar deviasi digunakan untuk mengetahui efektifitas dari pemasangan alat otomatisasi pada distribusi bahan bakar Boiler. Data yang diambil adalah data tekanan dengan data yang dibandingkan pada tanggal 28 april 2022 dan 28 mei 2022 pada jam 02.00 WIB, pengambilan tanggal 28 pada bulan april dan mei dilakukan secara acak, untuk data jam 02.00 WIB untuk perbandingan data agar lebih presentative, dikarenakan pada jam 02.00 WIB operator dalam keadaan mengantuk.

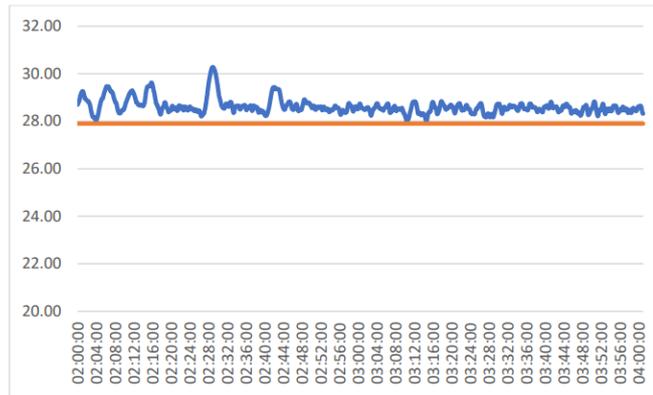
### 4.2.1 Standar Deviasi Sebelum dan Sesudah Pemasangan Alat

Data tekanan boiler merupakan data pengukuran tekanan boiler dari pengukuran analog menggunakan *pressure gauge* kemudian data analog dikondisikan dengan *transmitter* untuk dirubah menjadi digital, sehingga dapat terbaca melalui *paper less* pada panel boiler. Salah satu tujuan dari pengambilan data tekanan pada boiler adalah untuk mengetahui penggunaan bahan bakar dari boiler. Berikut grafik tekanan boiler sebelum dan sesudah otomatisasi distribusi bahan bakar.



**Gambar 15.** Tekanan Boiler Sebelum Pemasangan

Dari gambar grafik diatas, grafik warna biru merupakan grafik tekanan boiler dan grafik warna orange merupakan, tekanan kerja dari *retrieval*. Dapat dilihat pada pukul 02:28:00 WIB tekanan boiler berada dibawah 30 barg. Dapat disimpulkan sebelum pemasangan alat, tekanan boiler bersifat fluktuatif. Karena pada jam tersebut operator dalam keadaan tidak stabil (mengantuk). Ketika tekanan berada < 26 barg bersifat basah dan dapat merusak sudu dari tubin uap. Sehingga terjadi masalah pada pabrik yang menyebabkan target pabrik tidak tercapai. Tekanan boiler tidak akan > 30 barg, karena boiler memiliki *safety valve* yang akan terbuka jika tekanan melebihi tekanan pengaturan.



**Gambar 16.** Tekanan *Boiler* Setelah Pemasangan Sistem

Dari gambar grafik diatas, grafik warna biru merupakan grafik tekanan *boiler* dan grafik warna *orange* merupakan, tekanan kerja dari *retrieval*. Dapat dilihat grafik tersebut konstan berada diantara tekanan 28 – 30 barg. Yang membuktikan bahwa sistem ini bekerja dengan semestinya dan sesuai dengan perencanaan. Untuk membandingkan dan melihat ketidak pastian data dari kedua grafik *boiler*, digunakan standar deviasi. Standar deviasi nilai tunggal:

1. Standar Deviasi Sebelum Pemasangan Alat

$$S = \frac{\sqrt{\sum(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}}{n}$$

$$S = \frac{16351,7}{3631}$$

$$S = 4,5$$

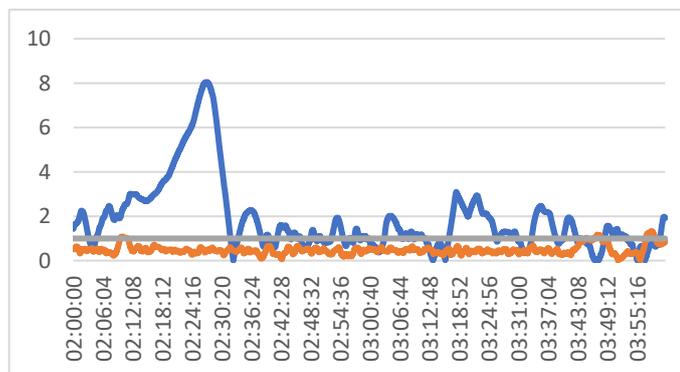
2. Standar deviasi Setelah Pemasangan Alat

$$S = \frac{\sqrt{\sum(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}}{n}$$

$$S = \frac{2026,6}{3631}$$

$$S = 0,5$$

3. Diagram Standar Deviasi

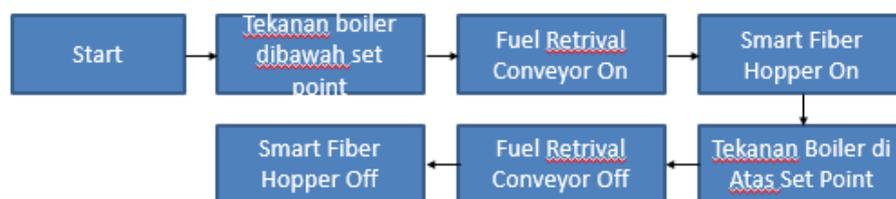


**Gambar 17.** Peta Standar Deviasi Tekanan *Boiler*

Dari gambar grafik diatas, grafik warna biru merupakan grafik tekanan *boiler* sebelum pemasangan sistem, grafik warna oren merupakan grafik setelah pemasangan sistem, dan warna abu-abu nilai baku atau nilai standar. Terlihat pada pukul 02:25:54 WIB simpangan dari tekanan *boiler* sebelum pemasangan sistem menyentuh angka 8 dari nilai baku 1. Sedangkan setelah pemasangan sistem grafik terlihat konstan dengan penyimpangan 0,5, sehingga penyimpangan dalam pengisian bahan bakar berkurang 4 x dari setelah pemasangan alat.

### 4.3 Pengolahan Data Tekanan Boiler

Cara kerja sistem otomatisasi ini yaitu, Ketika tekanan *boiler* <27,9 barg maka *retrieval* akan bergerak, dikarenakan motoran *retrieval* dan motoran *smart fiber Hopper* dihubungkan, maka *smart fiber Hopper* juga bergerak, untuk mengatur tuangan dari *smart fiber Hopper* supaya tidak terjadi penumpukan atau *over feeding* bahan bakar, maka diberi *timer* dengan waktu 3 detik tuang dan 27 detik jeda, setelah tekanan >28,1 barg maka *retrieval conveyor* berhenti bergerak lalu secara otomatis *smart fiber Hopper* berhenti bergerak. Cara kerja sistem ini adalah menghubungkan 2 motor listrik dengan perintah yang sama, yaitu bergerak ketika tekanan < 27,9 barg.



Gambar 18. Flowchart Kerja Sistem Otomatisasi

### 4.4 Perbandingan Keuntungan Pemasangan Sistem Otomatisasi

Dalam pembuatan alat ini, dibutuhkan biaya sebesar Rp. 11.924.735. Jika dibandingkan dengan gaji pokok dan upah lembur karyawan dalam setahun yang membutuhkan dana sebesar Rp. 163.397.673 pembuatan sistem otomatisasi ini lebih efektif dengan menghemat pengeluaran gaji pokok dan lembur karyawan. Apabila dihitung secara kasar, dengan estimasi alat bertahan selama setahun tanpa perbaikan serius, maka penghematan biaya yang didapat pada perusahaan sebesar Rp. 151.472.920.

### 4.5 Data Hasil Kuesioner

Kuesioner adalah sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden dalam arti laporan pribadinya, atau hal yang diketahui oleh responden. pada penelitian ini tujuan dilakukan kuesioner pada penelitian ini adalah untuk mengetahui respon operator *Boiler* mengenai sistem otomatisasi pada sistem distribusi bahan bakar *Boiler*.

Kuesioner dilakukan pada 04 juni 2022, diisi oleh 8 orang, 3 shift dari operator *Boiler* dengan jenis kuesioner menggunakan pertanyaan yang tertutup, rentang jawaban 1-4, dimana 1 = tidak setuju, 2 = kurang setuju, 3 = setuju, 4 = sangat setuju. Sehingga responden dapat memilih jawaban yang tersedia.kuesioner.

#### 4.5.1 Kuesioner 1



Gambar 19. Grafik Kuesioner 1

Pertanyaan dari kuesioner 1 adalah, apakah sistem otomatisasi ini membantu pekerjaan operator *boiler*?, 5 dari 8 operator menjawab sangat setuju, 3 operator menjawab setuju.

#### 4.5.2 Kuesioner 2



Gambar 20. Grafik Kuesioner 2

Pertanyaan dari kuesioner 2 adalah, apakah setelah pemasangan alat terdapat perbedaan pada tekanan *boiler*?, 4 operator menjawab sangat setuju, dan 4 lagi menjawab setuju.

#### 4.5.3 Kuesioner 3



Gambar 21. Grafik Kuesioner 3

Pertanyaan dari kuesioner 3, apakah sistem ini dapat digunakan pada pabrik lain yang menggunakan *smart fiber Hopper*?, 5 dari 8 operator menjawab sangat setuju, 3 operator menjawab setuju.

Dari ketiga kuesioner dapat disimpulkan bahwa, otomatisasi pada *smart fiber Hopper* sangat membantu operator dalam bekerja, setelah pemasangan alat tekanan boiler menjadi stabil, sehingga permasalahan pada boiler berkurang dan sistem ini dapat digunakan pabrik lain yang menggunakan *smart fiber Hopper*. Secara umum sistem ini sudah bekerja sangat baik, sesuai dengan perkiraan dan rencana dari awal perancangan sistem.

## 5. Kesimpulan

1. Pembuatan sistem otomatisasi pada *smart fiber Hopper* ini mudah pada bidang kelistrikan. Dengan langkah, 1. persiapan alat dan bahan, 2. *wiring* sistem UT35A ke *Retrieval*, 3. hubungkan motor listrik *retrival* ke *smart Hopper*, 4. uji coba.
2. Terdapat perbedaan yang besar antara sebelum dan sesudah pemasangan sistem otomatisasi *smart fiber hopper* dapat terlihat pada grafik tekanan *boiler* dan standar deviasinya
3. Penghematan pembuatan sistem otomatisasi ini dalam setahun sebesar Rp. 151.472.920.
4. Sistem otomatisasi ini memperkecil peluang *over/under feeding* pada *boiler*
5. Sistem otomatisasi ini dapat mengurangi tenaga kerja pada stasiun *boiler*

## 6. Saran

1. Dikaji lagi mengenai bahan bakar *boiler* dalam keadaan tidak normal.
2. Penambahan fungsi alat pada sistem otomatisasi *smart fiber hopper* ketika *boiler slow firing*.
3. Kembangkan lagi sistem ini, sehingga waktu dapat secara otomatis disesuaikan bergantung dari jenis bahan bakar yang masuk ke *Boiler*
4. Dapat dilakukan kajian pada sistem otomatisasi ini terhadap efisiensi bahan bakar.

## Referensi

- [1] Pahan, I. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*; XII; Penebar Swadaya: Jakarta, 2012.
- [2] Pardamean, M. *Panduan Lengkap Pengolahan Dan Pabrik Kelapa Sawit*; Agro Media: Jakarta.
- [3] Manggala, Yudha. *Bahan Bakar Boiler*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya, 2016.
- [4] Hikmawan, O.; Naufa, M.; Simarmata, L. H. PEMANFAATAN CANGKANG DAN SERAT KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKAR BOILER; Politeknik Kimia Industri, 2020.
- [5] DM, Prabowo. *Konveyor*; UNIMUS, 2018.
- [6] Susanto, Henri. *ANALISA KEMAMPUAN ANGKAT DAN UNJUK KERJA PADA OVER HEAD CONVEYOR*. 2012
- [7] Mohammad A. Malek. *Heating Boiler Operator's Manual*; The McGraw-Hill Companies, Inc: United Stated of America, 2007.
- [8] Bagia, I. N.; Parsa, I. M. *Motor-Motor Listrik Untuk Mahasiswa Dan Umum*; CV. Rasi Terbit, 2018.
- [9] Zakki Fuadi Emzain, Imam Mashudi. *Sistem Kontrol Otomatis*; Polinema Press. 2020
- [10] Corporation, Y. E. *Digital Indicating Controller UTAdvanced*. 2020
- [11] Nugroho, Muh Haekal, *TIMER / TDR (Time Delay Relay)*; Universitas Negeri Jakarta. 2014