

Efisiensi Rasio Konsumsi Uap dan Listrik Pada Proses Produksi Pellet di PT ISM Bogasari Flour Mills Surabaya

Khusnul Maulana Ibrahim^a, Aris Sumarwanto^b, Muhammad Naufal Hilmi^c

^{a,b,c} Pelletizing Section PT Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi bogasari flour mills Surabaya

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20 April 2024
Received in revised form
10 May 2024
Accepted 10 June 2024
Available online 25 June 2024

Keywords:

Rasio
Kaizen
Bogasari
Pelletizing
Emisi

ABSTRACT

PT Indofood Sukses Makmur Tbk Bogasari Flour Mills Division is a factory that processes wheat into wheat flour. Apart from its main product, wheat flour, Bogasari Flour Mills also processes pasta and by-products in the form of bran, pollard and animal feed pellets. The animal feed pellet production process is carried out in the Pelletizing Section. In the Pelletizing Section there was a work target (Key Result Area) that was not achieved, namely the steam and electricity consumption ratio. From the results of the condition analysis, waste is caused by fluctuating raw materials and the steam injection system still uses single infused, so that the steam flowrate required is large and the amperage of the electric motor on the production machine fluctuates up and down. By using the kaizen method, several innovative improvements were made so that the impact on reducing the ratio of steam and electricity consumption was achieved and work targets were achieved. Steam consumption ratio from 38.73 kg/ton to 35.70 and electricity consumption ratio from 17 kwh/ton to 16.5 kwh/ton. The results of these savings also have an impact on reducing carbon emissions by 2391 kg CO₂ equivalent/year.

1 Pendahuluan

1.1 Latar belakang

PT Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari Flour Mills merupakan pabrik pengolahan gandum menjadi tepung terigu. Selain produk utamanya tepung terigu, bogasari flour mills juga mengolah pasta dan produk sampingan (*by product*) berupa *bran*, *pollard*, dan pellet pakan ternak. Untuk proses produksi pellet pakan ternak dilakukan di seksi pelletizing.

Seksi Pelletizing mempunyai tanggungjawab untuk melaksanakan proses pembuatan pellet secara optimal sesuai dengan kualitas yang disyaratkan dengan pengembangan sumber daya efektif dan efisien serta menjamin pelaksanaan sistem manajemen mutu secara konsisten (ISO & GHMP) dan pengembangan untuk perbaikan yang terus menerus (*continuous improvement*). Di seksi pelletizing terdapat target kerja (*Key Result Area*) yang tidak tercapai yaitu rasio konsumsi uap dan rasio konsumsi listrik.

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis bermaksud melakukan efisiensi dalam pemakaian uap dan listrik dalam proses produksi pellet menggunakan metode *kaizen*, dengan inovasi perbaikan memanfaatkan otomatisasi dan digitalisasi teknologi yang terintegrasi sehingga didapatkan tercapainya pemenuhan target kerja (*Key Result Area*) rasio konsumsi uap dan rasio konsumsi listrik

2 Studi Literatur

2.1 Metode Kaizen

Istilah *kaizen* diambil dari bahasa Jepang. Dalam bahasa Jepang, *kaizen* dapat diartikan sebagai untuk perbaikan, perubahan menjadi lebih baik, atau perbaikan berkelanjutan. *Kaizen* adalah cara kerja di mana perbaikan dilakukan terus menerus. Metode *kaizen* berpijak pada prinsip bahwa tidak ada yang terbaik, tetapi lebih baik adalah sebuah kewajiban.

Kaizen telah terkenal menjadi filosofi strategi bisnis untuk membuat perubahan kecil, tetapi terus-menerus menjadi lebih baik dalam operasi perusahaan. Berdasarkan prinsip *kaizen*, kita tidak dituntut untuk langsung memberikan perubahan

revolusioner dengan risiko membahayakan operasional perusahaan. Sebaliknya, perubahan cara kerja yang disyaratkan pada metode *kaizen* adalah satu perbaikan spesifik pada alur kerja tertentu.

Kaizen adalah metode dengan jangkauan luas meliputi proses pra-produksi, produksi, pemasaran, distribusi, hingga penyeragaman kualitas produk.

2.2 Proses Produksi Pellet



Gambar 1. Alur proses produksi terigu di bogasari

Hasil dari proses penggilingan gandum yaitu tepung terigu dan *byproduct* berupa *bran* dan *pollard*. Tepung terigu akan dikemas pada seksi *packing*, sementara *bran pollard* akan diolah menjadi pellet pakan ternak. *Bran pollard* akan ditampung sementara dalam silo di pelletizing, kemudian akan ditransfer menuju mesin *pellet mills*, pada *mixer* mesin *pellet mills* akan ditambahkan uap atau disebut *conditioning*. Tujuan *conditioning* yaitu supaya terjadi proses gelatinisasi. Setelah itu akan dipadatkan menggunakan roller dan dimampatkan melalui lubang silinder yang disebut die, kemudian pellet akan didinginkan pada *cooler* sampai suhu $\leq 40^{\circ}\text{C}$. Pellet yang sudah dingin akan melalui mesin separator untuk dilakukan pemisahan ukuran dan pemisahan kontaminasi logam, setelah itu akan di transfer menuju silo pellet. Berikut adalah bagan ilustrasi proses produksi pellet :



Gambar 2. Alur proses produksi pellet

2.3 Key Result Area (KRA)

Key Result Area merupakan parameter standar target kerja yang harus dicapai setiap seksi/bagian pada setiap perusahaan. Istilah lain ada yang menyebut *Quality Objective* atau *Key*

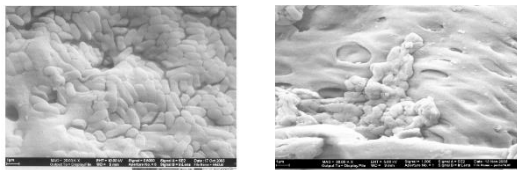
Performance Indicator (KPI). Pencapaian KRA akan dievaluasi untuk meningkatkan kinerja dan performance pada tiap bagian. Berikut merupakan KRA Seksi Pelletizing PT ISM Bogasari Flour Mills :

OBJECTIVE	TARGET	PENCAPAIAN			KET.	
		Okt'22	Nov'22	Des'22		
A. Rasio konsumsi uap per ton produksi pellet	Max 36.5 kg/ton	38.50	39.00	38.70	38.73	X
B. Kapasitas mesin press pellet terhadap design mesin	Min 85.0 %	90	90	95	91.67	X
C. Rasio Konsumsi Listrik per ton produksi pellet	Max 16.5 kwh/ton	17.00	16.70	16.90	16.87	X
D. Hst kualitas moisture pellet	Min 99.0 %	100	100	100	100	V
E. Hst kualitas hardness pellet	Min 99.0 %	100	100	100	100	V

Gambar 3. KRA seksi pelletizing Okt-Des'22

2.4 Proses Conditioning

Proses conditioning adalah pengkondisian penambahan uap pada bran pollard di mixer untuk terjadinya proses gelatinisasi. Gelatinisasi yaitu pemisahan kadar starch/pati yang bertujuan sebagai perekat pellet sehingga tingkat kekerasan pellet sesuai standar yang ditetapkan. Bentuk proses gelatinisasi sebagai berikut :

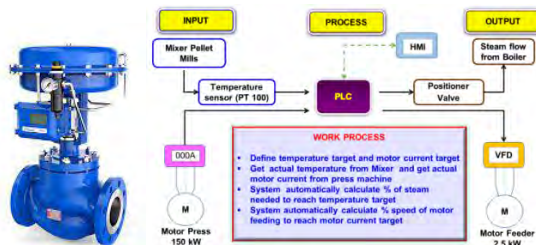


Gambar 4. Ilustrasi proses gelatinisasi

2.5 Automatic Steam Valve

Dalam proses penambahan uap/steam di mixer terdapat teknologi pengendalian operasional secara otomatis yaitu menggunakan automatic steam valve, perangkat ini akan membuka dan menutup sendiri sesuai setting temperature yang telah ditentukan, proses persentase buka tutup valve menggunakan tekanan angin 4 bar. Teknologi ini mampu merespon lebih cepat dan menghilangkan sifat subjektifitas operator dalam pengoperasian bukaan valve steam dalam penambahan uap.

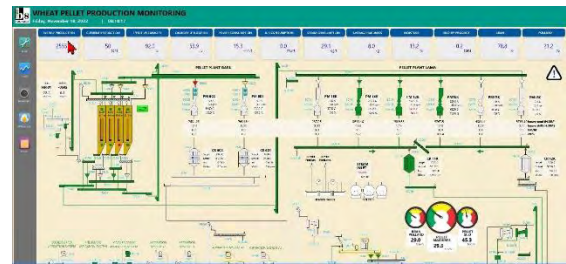
Automatic steam valve akan mendapatkan trigger dari pembacaan sensor temperatur PT100 di mesin mixer press pellet mills.



Gambar 5. Blok diagram automatic steam valve

2.6 Otomatisasi dan Digitalisasi Teknologi

Perkembangan zaman menuntut proses pengoperasian produksi di perusahaan dilakukan secara otomatis dan digital, serta dimonitoring oleh beberapa device. Salah satu perkembangan operasional dan kontrol monitoring dalam industri yaitu dengan Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA). SCADA juga dapat diintegrasikan dengan kontrol smartphone berbasis aplikasi RuskDesk.



Gambar 6. SCADA seksi pelletizing

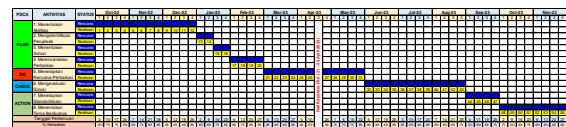


Gambar 7. Monitoring operasional via smartphone

3 Metodologi

3.1 Penetapan Jadwal

Untuk efisiensi dalam proses penelitian dan improvement akan dibuat jadwal sesuai langkah metode kaizen, yaitu ada plan, do, check, action.



Gambar 8. Jadwal perbaikan

3.2 Pengumpulan Data

Dari pencapaian KRA Oktober-Desember 2022 yang ada, selanjutnya akan dilakukan analisa pemborosan dari kerugian biaya pemborosan terhadap KRA yang tidak tercapai yaitu konsumsi uap dan listrik.

Bulan	Pellet (Bak)	A. KONSUMSI UAP				C. KONSUMSI LISTRIK					
		Aktual	Target	Selisih	Pemborosan	Aktual	Target	Selisih	Pemborosan		
Okt'22	16.378	38.50	636,553	597,757	32,756	22,795,330	17,00	278,426	270,237	8,189	8,162,304
Nov'22	15.714	39.00	612,846	573,561	39,285	27,338,934	16,70	262,424	259,281	3,143	3,132,554
Des'22	13.447	38.70	520,399	490,816	29,583	20,587,467	16,90	227,254	221,876	5,379	5,361,285
Total	45,539	38,79	1,769,798	1,662,134	101,624	70,721,721	16,87	768,104	751,394	16,711	16,656,123

Gambar 9. Analisa pemborosan uap dan listrik

Selanjutnya akan dilakukan stratifikasi dan dibuat diagram pareto, prinsip pareto atau dikenal juga sebagai aturan 80/20 adalah suatu prinsip yang menyebutkan bahwa dalam banyak peristiwa, 80% efeknya terjadi karena 20% penyebabnya.

Pemborosan				%	% Kum
Konsumsi	Rp	Kum Rp.	%		
A. Uap	101,624 kg	70,721,721	70,721,721	80.94	80.9
C. Listrik	16,711 kwh	16,656,123	87,377,844	19.06	100.0
Total		87,377,844		100.0	

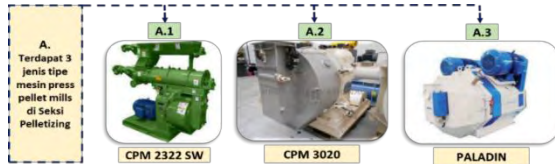
*Biaya Listrik : Rp 996,74 per kwh, Biaya Steam : Rp 695,91 per kg
(data dari finance/accounting)

Gambar 10. Stratifikasi pemborosan uap dan listrik



Gambar 11. Pareto pemborosan uap dan listrik

Berdasarkan data pareto, pemborosan terbesar pada konsumsi uap. Akan ditindaklanjuti analisa terhadap pemborosan uap.



Gambar 12. Tipe mesin *pellet mills* yang digunakan

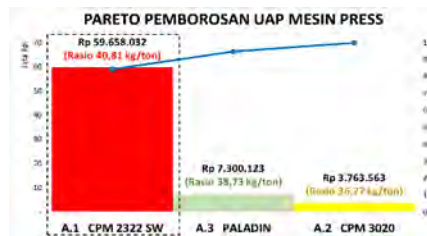
Dari masing-masing mesin *pellet mills* yang ada akan dianalisa mesin *pellet mills* mana yang menyebabkan pemborosan paling besar.

Tipe Mesin	Des 22					Nov 22					Des 21					Total Pemborosan Uap	
	Produksi	Uap	Target	Saldo	Produksi	Uap	Target	Saldo	Produksi	Uap	Target	Saldo	Produksi	Uap	Target		Saldo
A.1 CPM 2322 SW	220	20200	200	200	220	20200	200	200	220	20200	200	200	220	20200	200	200	220
A.2 CPM 3020	100	10000	100	100	100	10000	100	100	100	10000	100	100	100	10000	100	100	100
A.3 PALADIN	100	10000	100	100	100	10000	100	100	100	10000	100	100	100	10000	100	100	100
Total	420	40200	400	400	420	40200	400	400	420	40200	400	400	420	40200	400	400	420

Gambar 13. Analisa pemborosan uap pada tiap mesin

Pemborosan Konsumsi Uap				
Mesin Press	Rp	Kum Rp	%	% Kum
A.1 CPM 2322 SW	59,658,032	59,658,032	84.4	84.4
A.3 PALADIN	7,300,125	66,958,158	10.3	94.7
A.2 CPM 3020	3,763,563	70,721,721	5.3	100.0
Total	70,721,721			100

Gambar 14. Stratifikasi pemborosan uap tiap mesin



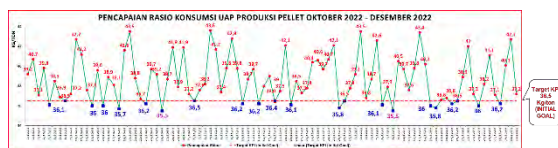
Gambar 15. Pareto pemborosan uap tiap mesin

Pemborosan uap paling besar terjadi pada mesin *pellet mills* CPM 2322SW. Sehingga akan dilakukan *improvement* pada mesin tersebut.

3.3 Penetapan Target

Perlu adanya penetapan target dalam perbaikan yang akan dilakukan, dasar penentuan target mengacu pada target KPI rasio konsumsi uap yaitu sebesar 36,5 kg/ton.

Namun berdasarkan *historical* data laporan harian, pernah dicapai nilai optimum melampaui target KPI. Berikut adalah *historical* data pencapaian rasio uap Oktober-Desember 2022.



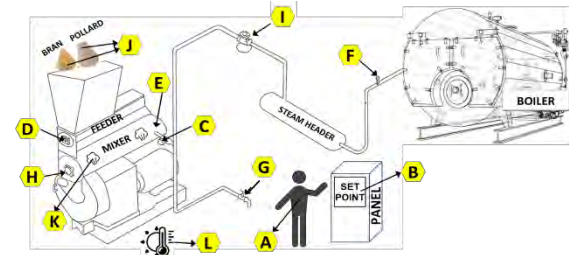
Gambar 16. Historical data Okt-Des'22

Nilai optimum pernah dicapai di angka 35,5 kg/ton. Sehingga nilai optimum tersebut akan dijadikan *challenge* untuk target dari *improvement* yang dilakukan.



Gambar 17. Pencapaian melampaui target KPI rasio uap

3.4 Analisa Kondisi yang Ada



Gambar 18. Analisa kondisi yang ada proses operasional

Berdasar analisa kondisi yang ada di lapangan, ditemukan beberapa penyebab langsung terhadap pemborosan uap pada mesin *pellet mills* CPM2322SW.

FAKTOR 4M+1E	ITEM	URAIAN	PENYEBAB
MAN	Operasional mesin press	A. Operator kurang memahami terhadap pengaturan valve uap	Langsung
METHOD	Prosedur Operasional mesin	B. Penggunaan temperatur uap sering di angka maksimal	Langsung
MACHINE	Valve uap	C. Prosentase bukaan valve uap di mixer besar	Langsung
	Feeding press	D. Feeder overload	Tidak Langsung
	Mixer	E. Mixer sering trip	Tidak Langsung
	Flowmeter	F. Pembacaan flowmeter uap tidak akurat	Langsung
	Steam trap	G. Valve bypass steam trap terbuka	Langsung
	Thermo sensor di mixer	H. Penunjukan angka temperature di mixer press kurang akurat	Langsung
	Regulator	I. Regulator uap rusak	Langsung
MATERIAL	Raw material	J. Jenis by Product gandum	Tidak langsung
	Uap	K. Uap yang dikonsumsi di proses conditioning berubah-ubah	Langsung
ENVIRONMENT	Lokasi mesin press	L. Ambient temperature (suhu lingkungan)	Tidak Langsung

Gambar 19. Potensi penyebab langsung

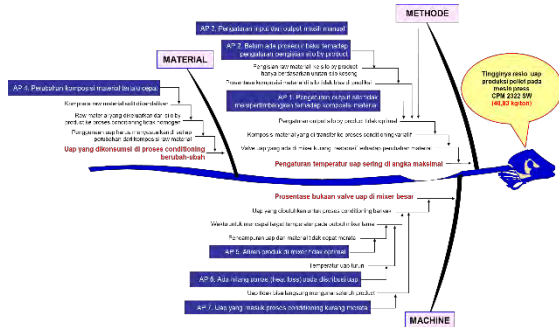
FAKTOR	URAIAN	STANDART	METODE CHECK	AKTUAL	SELISIH	%	KEY	PIC
MAN	A. Operator kurang faham terhadap pengaturan valve uap	Memahami (Sudah training)	Data training	Memahami (Sudah training)	0	0	OK	Khusnul
METHOD	B. Pengaturan temperatur uap sering di angka maksimal	Standard: 70°C	Standard: 70°C	Aktual: 80°C	10°C	14.3	PROBLEM	Khusnul
MACHINE	C. Prosentase bukaan valve uap di mixer besar	Standard: 75%	Standard: 75%	Aktual: 80%	5%	6.7	PROBLEM	Maula
	F. Pembacaan flowmeter uap tidak akurat	100% akurat	Observasi di lapangan (16-22 Januari 2023)	100% akurat	0	0	OK	Kholsa
	G. Valve bypass steam trap terbuka	100%	Observasi di lapangan (16-22 Januari 2023)	100% menutup	0	0	OK	Yanto
	H. Penunjukan angka temperature di mixer press kurang akurat	100% akurat	Observasi di lapangan (16-22 Januari 2023)	100% akurat	0	0	OK	Ilmawan
	I. Regulator uap rusak	Angka 2 bar Tidak rusak	Observasi di lapangan (16-22 Januari 2023)	Angka 2 bar Tidak rusak	0	0	OK	Gagas
MATERIAL	K. Uap yang dikonsumsi di proses conditioning berubah-ubah	Standard: 438 kg/jam	Standard: 438 kg/jam	Aktual: 489.98 kg/jam	51.98 kg/jam	11.86	PROBLEM	Khusnul

Gambar 20. Masalah penyebab langsung

Dari hasil pengamatan di lapangan ditemukan beberapa penyebab langsung yang berdampak pada pemborosan.

3.5 Analisa Sebab Akibat

Dilakukan analisa sebab akibat menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*).



Gambar 21. Fishbone diagram

Terdapat 7 akar penyebab dari analisa fishbone diagram, semua akar penyebab akan diuji korelasinya menggunakan scatter diagram.

Akar Penyebab	Hasil pengamatan di lapangan	Fakta (diagram Scatter)
AP.1. Pengaturan output silo tidak mempertimbangkan komposisi material	Pengaturan output silo by produk tidak optimal menyebabkan perubahan komposisi material yang di transfer ke proses conditioning variatif, mengakibatkan valve uap yang ada di mixer kurang responsif terhadap perubahan material sehingga pengaturan temperatur uap sering di angka maksimal	Hasil R2 : 0,81. Korelasi (+) Kuat PIC : Khusnul
AP.2. Belum ada prosedur baku terhadap pengaturan pengisian silo by product	Pengisian raw material ke silo by product hanya berdasarkan urutan silo kosong menyebabkan prosesasi komposisi material di silo tidak bisa di media sehingga pengaturan output silo by product tidak optimal kondisi ini mengakibatkan perubahan komposisi material yang di transfer ke proses conditioning variatif sehingga valve uap yang ada di mixer kurang responsif terhadap perubahan material dan mengakibatkan pengaturan temperatur uap sering di angka maksimal	Hasil R2 : 0,78. Korelasi (+) Kuat PIC : Naufal
AP.3. Pengaturan input dan output masih manual	Pengaturan output silo by produk tidak optimal mengakibatkan perubahan komposisi material yang di transfer ke proses conditioning variatif, hal ini menyebabkan valve uap yang ada di mixer kurang responsif terhadap perubahan material sehingga berakibat pengaturan temperatur uap sering di angka maksimal	Hasil R2 : 0,85. Korelasi (+) Kuat PIC : Kholis
AP.4. Perubahan komposisi material terlalu cepat	Komposisi raw material sulit dikendalikan mengakibatkan raw material yang dikeluarkan dari silo by product ke proses conditioning tidak homogen sehingga penggunaan uap harus menyesuaikan setiap perubahan komposisi raw material yang menyebabkan uap yang dikonsumsi di proses conditioning berubah-ubah	Hasil R2 : 0,83. Korelasi (+) Kuat PIC : Yanto
AP.5. Aliran produk di mixer tidak optimal	Pencampuran uap dan material tidak merata sehingga waktu untuk mencapai target temperatur pada output mixer lama, menyebabkan uap yang dibutuhkan untuk proses conditioning banyak dan akibatnya prosesasi bukaan valve uap di mixer besar	Hasil R2 : 0,80. Korelasi (+) Kuat PIC : Khusnul
AP.6. Ada hilang panas pada jalur distribusi uap	Temperatur uap turun menyebabkan waktu untuk mencapai target temperatur pada output mixer lama yang mengakibatkan uap yang dibutuhkan untuk proses conditioning banyak dan akibatnya prosesasi bukaan valve uap di mixer besar	Hasil R2 : 0,81. Korelasi (+) Kuat PIC : Imawan
AP.7. Uap yang masuk proses conditioning kurang merata	Uap tidak bisa lanusung mengenai seluruh product menyebabkan uap yang dibutuhkan untuk proses conditioning banyak dan akibatnya prosesasi bukaan valve uap di mixer besar	Hasil R2 : 0,81. Korelasi (+) Kuat PIC : Khusnul

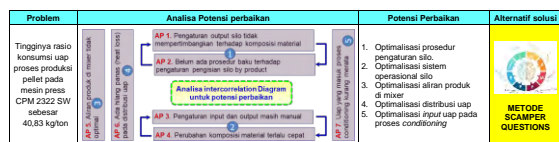
Gambar 22. Analisa dengan scatter diagram

Semua akar penyebab menunjukkan korelasi kuat terhadap permasalahan uap boros, sehingga semua akar penyebab akan diselesaikan semua.

4 Pembahasan

4.1 Alternatif Solusi

Dilakukan alternatif solusi terhadap akar penyebab dengan menggunakan metode *scamper question*.



Gambar 23. Alternatif solusi dengan SCAMPER

4.2 Alternatif Desain

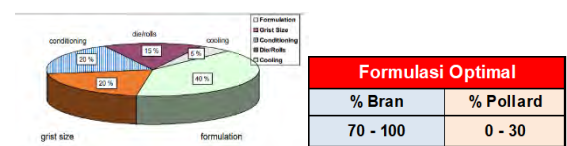
Dari alternatif solusi terpilih, kemudian dilakukan pemilihan alternatif desain.

SOLUSI TERPILIH (SCAMPER/Quick)	ALTERNATIF DESIGN	CRITERIA					Total Score	Kepuasan
		Financial benefit	Customer efficiency	Employee efficiency	Probability of success	Project simplicity		
Modifikasi prosedur pengaturan operasi di silo	Modifikasi prosedur dengan menambahkan prosedur baru mengenai pengaturan input dan output silo by product	5	5	5	5	5	25	Dipilih
Modifikasi dengan sistem otomatis yang terintegrasi dengan peralatan komposi	Optimalisasi sistem operasional silo berbasis PIC terkoneksi sistem SCADA	5	5	5	5	5	25	Dipilih
Modifikasi sudut kemiringan paddle mixer	Carut paddle mixer dengan tool propeller	5	5	5	5	5	25	Dipilih
Tambahan insulasi terhadap silo uap yang tidak tertutup	Insulasi dengan bahan rockwool pada area yang tidak tertutup	5	5	5	5	5	25	Dipilih
Modifikasi sistem input mixer	Modifikasi input uap ke mixer dengan sistem gravity	5	5	5	5	5	25	Dipilih
	Sistem fuzzy logic di auto add steam	5	5	5	5	5	25	Dipilih

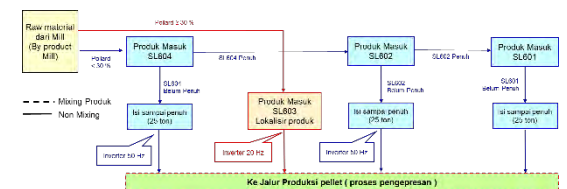
Gambar 24. Pemilihan alternatif desain

4.3 Implementasi Perbaikan 1

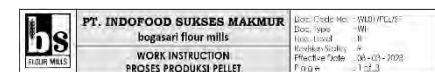
Modifikasi prosedur dengan menambahkan prosedur baru mengenai pengaturan input dan output silo by product.



Gambar 25. Factor affecting pellet quality



Gambar 26. Alur proses operasional silo by product



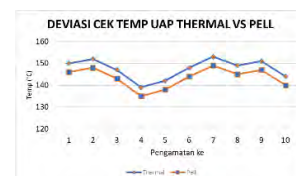
Gambar 27. Work Instruction Produksi Pellet

4.4 Implementasi Perbaikan 2

Mengganti insulasi yang rusak, terdapat beberapa titik pipa jalur distribusi uap yang rusak dan terbuka sehingga tidak terlapsi insulasi. Hal ini berdampak pada *heatloss* yang besar.

Insulation	λ (W/m.K)
Basuh	0,0480
Cotton Wool	0,0279
Eksh	0,04
Glass Wool (200 °C)	0,045
Magnesium	0,07
Rock Wool (250 °C)	0,032
Silag Wool	0,042
Sheep Wool	0,039
Superwool	0,032
Perlite	0,036
Calcium silicate (1100 °C)	0,024-0,0268
Calcium silicate (1100 °C)	0,024-0,0255

Gambar 28. Spesifikasi insulasi

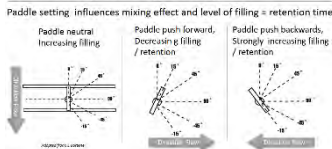


Gambar 29. Deviasi temperatur panas uap

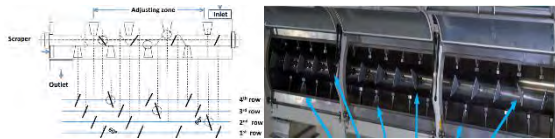
4.5 Implementasi Perbaikan 3

Modifikasi setting sudut kemiringan *paddle mixer*. Hal ini untuk mempercepat *conditioning time* pada mixer.

Conditioner paddle angle setting



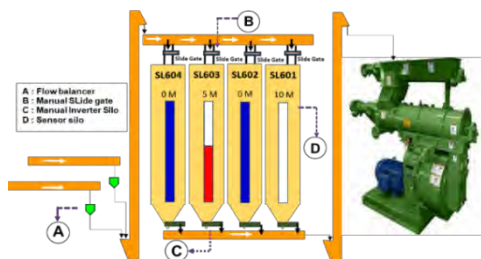
Gambar 30. Referensi perubahan sudut untuk akselerasi dan deselerasi



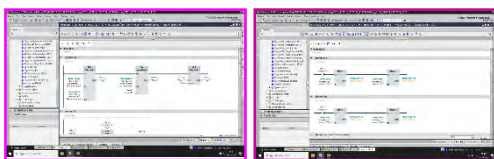
Gambar 31. Perubahan sudut kemiringan paddle

4.6 Implementasi Perbaikan 4

Modifikasi sistem operasional silo raw material menggunakan kontrol otomatis yang terintegrasi dengan otomatisasi sistem operasional silo berbasis PLC terkoneksi sistem SCADA.



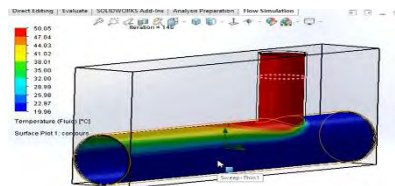
Gambar 32. Sistem operasional silo raw material otomatis berdasar komposisi bran pollard



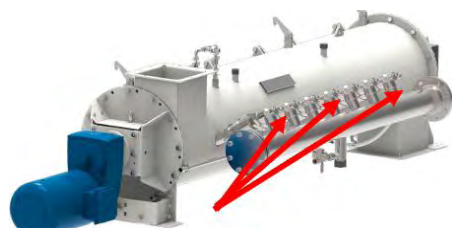
Gambar 33. Diagram ladder PLC

4.7 Implementasi Perbaikan 5

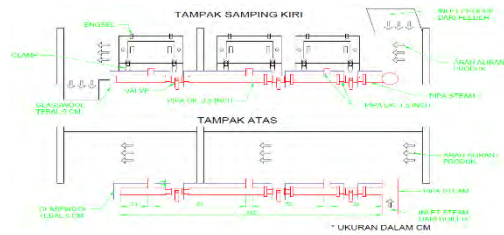
Modifikasi infused uap dengan sistem gradually. Dengan sistem gradually penambahan uap akan bercabang, tidak terpusat di belakang 1 titik seperti pada sistem single infused, sehingga kebutuhan flowrate uap lebih hemat.



Gambar 34. Analisa uji aliran dengan solidwork



Gambar 35. Hasil modifikasi infused uap sistem gradually

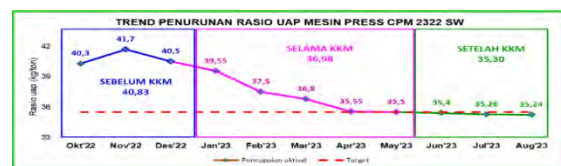


Gambar 36. Desain ukuran modifikasi mixer

5 Evaluasi Hasil

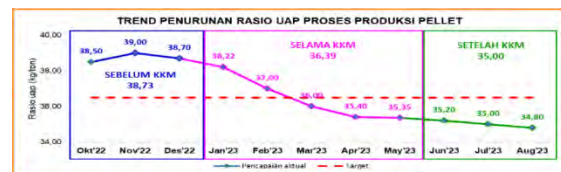
5.1 Evaluasi Trend Pencapaian Rasio Uap

Dari hasil *improvement* yang dilakukan terjadi *trend* penurunan rasio konsumsi uap pada mesin press CPM 2322 SW. Hal ini dapat dilihat pada laporan bulanan pencapaian konsumsi energi uap. Pada bulan Agustus 2023 rasio konsumsi uap sebesar 35,24 kg/ton, pencapaian ini melampaui target yang sudah ditetapkan sebelumnya yaitu 35,5 kg/ton, sehingga persentase pencapaian sebesar 101%.



Gambar 37. Grafik pencapaian rasio konsumsi uap mesin press CPM 2322 SW

Seiring dengan peningkatan efisiensi konsumsi uap pada mesin press CPM 2322 SW, terjadi penghematan yang signifikan dalam pencapaian rasio konsumsi uap dalam proses produksi pellet secara keseluruhan, yang merupakan parameter utama dalam mencapai Key Performance Indicator (KPI). Perbaikan ini memastikan pencapaian target rasio konsumsi uap untuk produksi pellet, bahkan melampaui target yang telah ditetapkan sebelumnya pada periode KPI sebelumnya, yaitu 36,5 kg per ton. Dalam periode terkini, pencapaian mencapai 104%, menunjukkan efektivitas perbaikan dalam mengoptimalkan penggunaan uap untuk mesin press tersebut. Dengan demikian, peningkatan efisiensi ini tidak hanya berdampak pada penghematan biaya operasional tetapi juga memperkuat kinerja operasional secara keseluruhan, mencerminkan komitmen perusahaan terhadap peningkatan produktivitas dan keberlanjutan lingkungan. Langkah-langkah untuk mempertahankan dan meningkatkan pencapaian ini diharapkan dapat terus mendukung tujuan strategis perusahaan dalam mengelola sumber daya dengan lebih efisien dan efektif.



Gambar 38. Grafik pencapaian rasio konsumsi uap produksi pellet pada KPI

5.2 Evaluasi Dampak

Dari efisiensi penghematan konsumsi uap yang terjadi, total *cost benefit* yang dihasilkan sebesar Rp 473.033.157/tahun.

Selain penghematan biaya uap, peningkatan yang dilakukan juga memiliki dampak signifikan terhadap konsumsi energi listrik. Ini terjadi karena adanya pengendalian komposisi material yang mengakibatkan ampere motor mesin-mesin menjadi lebih stabil, mengurangi lonjakan arus yang disebabkan oleh fluktuasi bahan baku. Akibatnya, rasio konsumsi listrik meningkat menjadi lebih hemat, mencapai 16,55 kWh per ton produksi. Dampak positif ini tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga

menghasilkan manfaat total sebesar Rp 58.099.895 per tahun. Peningkatan ini bukan hanya memperbaiki efisiensi energi secara keseluruhan tetapi juga meningkatkan keandalan operasional dengan mengurangi risiko gangguan produksi akibat masalah listrik. Secara keseluruhan, strategi pengelolaan material dan pengendalian proses yang lebih baik tidak hanya mendukung keberlanjutan finansial perusahaan tetapi juga meningkatkan kualitas operasional dan efisiensi sumber daya secara menyeluruh.

Dari *improvement* yang dilakukan total *cost benefit* keseluruhan yang didapat yaitu sebesar Rp 531.133.052/tahun.



Gambar 39. Cost benefit efisiensi dari *improvement*

Penghematan biaya uap dan listrik memiliki hubungan erat dalam konteks efisiensi energi di industri. Mengoptimalkan penggunaan uap, misalnya melalui perbaikan sistem pemanas atau penggunaan teknologi pemulihan panas, dapat secara langsung mengurangi konsumsi listrik, terutama jika uap dihasilkan oleh boiler listrik. Efisiensi energi ini tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga menurunkan emisi gas rumah kaca, memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan. Implementasi teknologi canggih seperti kontrol otomatisasi dan pemantauan real-time membantu mengidentifikasi dan mengurangi kebocoran serta mengelola distribusi energi lebih efektif, sehingga menciptakan penghematan simultan pada kedua jenis energi.

Selain itu, hasil *improvement* juga berdampak pada aspek Productivity, Quality, Cost, Delivery, Safety, Moral, Environment (PQCDSME).



Gambar 40. *Benefit* aspek PQCDSME

Penghematan biaya uap dan listrik tidak hanya mempengaruhi efisiensi energi dan pengurangan biaya operasional, tetapi juga memiliki dampak yang signifikan pada berbagai aspek kinerja operasional dan lingkungan perusahaan, dikenal sebagai PQCDSME (Productivity, Quality, Cost, Delivery, Safety, Moral, Environment). Pengoptimalan dalam penggunaan energi dapat meningkatkan produktivitas dengan meminimalkan waktu henti dan meningkatkan output produksi, sementara juga meningkatkan kualitas produk melalui kontrol proses yang lebih stabil dan konsisten. Dalam hal biaya, penghematan energi mengurangi biaya langsung dan tidak langsung, menciptakan peluang untuk investasi lebih lanjut dalam inovasi dan pengembangan. Selain itu, efisiensi operasional yang lebih baik juga mendukung pengiriman tepat waktu dan keamanan kerja, memperbaiki moral karyawan, dan mengurangi dampak lingkungan dengan mengurangi jejak karbon dan limbah. Dengan demikian, penghematan biaya uap dan listrik tidak hanya menguntungkan secara finansial, tetapi juga secara holistik memperkuat performa dan keberlanjutan perusahaan.

6 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan, analisa, penelitian, dan *improvement* yang dilakukan terhadap permasalahan tidak tercapainya rasio konsumsi uap dan listrik pada KPI proses produksi pellet seksi pelletizing PT ISM Bogasari Flour Mills dengan menggunakan metode *kaizen*, maka dapat disimpulkan bahwa dengan penyelesaian 7 akar penyebab pada *fishbone* diagram mampu berdampak pada efisiensi rasio konsumsi uap dan listrik yang berdampak pada tercapainya pemenuhan target KPI yang telah ditetapkan.

Kontribusi Penulis

“Konseptualisasi, Khusnul Maulana Ibrahim dan Aris Sumarwanto; metodologi, Aris Sumarwanto; perangkat lunak, Muhammad Naufal Hilmi; validasi, Khusnul Maulana Ibrahim, Aris Sumarwanto, Muhammad Naufal Hilmi; analisis formal, Khusnul Maulana Ibrahim; investigasi, Khusnul Maulana Ibrahim; sumber daya, Khusnul Maulana Ibrahim; kurasi data, Khusnul Maulana Ibrahim; penulisan—persiapan draf asli, Muhammad Naufal Hilmi; menulis—meninjau dan mengedit, Khusnul Maulana Ibrahim; visualisasi, Khusnul Maulana Ibrahim; pengawasan, Aris Sumarwanto; administrasi proyek, Muhammad Naufal Hilmi; perolehan pendanaan, Aris Sumarwanto,” dll.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam aktivitas penelitian serta pelaksanaan *improvement* di lapangan, hingga penulisan dalam bentuk jurnal ilmiah ini guna publikasi dan pengembangan inovasi di masa yang akan datang. Terimakasih kepada Bapak Sumarlan selaku Manager *Milling Group 2* yang telah memfasilitasi operasional kegiatan penelitian dan *improvement*, terimakasih kepada Pak Arief Wahyudi selaku *Chairman Quality Improvement Team* Bogasari Flour Mills Surabaya yang telah mendampingi dalam bimbingan aspek mutu sesuai kaidah *7 tools* dan 8 langkah dalam metode *kaizen*, terimakasih kepada Bapak Adi Witono selaku *Vice President Operation Manufacturing* yang telah menyetujui pendanaan proyek *improvement*, dan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik moril maupun materil.

Referensi

- [1] Billy Gunawan, Budihardjo, Jimmy S. Juwana, Jimmy Priatman, Wahyu Sujatmiko, Totok Sulistiyanto, Buku Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia. Energy Efficiency and Conservation Clearing House Indonesia di bawah Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia, Jakarta: KESDM, 2012.
- [2] Feed Ardiansyah, Andi Hendra, Pedoman Management Energi PT Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari Flour Mills, Jakarta: Energi, 2017
- [3] Ariyoto, Gugus kendali mutu, ogekidesuka? Manajemen Usaha Indonesia, Jakarta: GKM 1989.
- [4] Ryan Celis, Steam Quality and Conditioning, Swiss: Online Milling School, 2018
- [5] Nur Fuada, Naim Hamid, Analisis Heat Loss pada Sistem Uap dan Performance Boiler Indomarine di PT. Eastern Pearl Flour Mills. Teknologi volume 21 No.1 Oktober 2019