

ANALISA PRODUKTIVITAS MESIN DAN MERANCANG IMPROVEMENT MESIN PRODUKSI DI LINE FORMING FASTENER

Aan Subhan^{1,*}, Ainul Khakim¹, Gayuh Pangestu¹

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 02-05-2023

Disetujui 12-06-2023

Dipublikasikan 07-10-2023

Keywords:

Produktivitas; Mesin;

Fastener; Forming;

Rancangan Perbaikan

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui tahapan alur produksi di Divisi Fastener PT Dharma Polimetal. Mengetahui tahapan proses forming dalam divisi Fastener PT Dharma Polimetal. Mengetahui permasalahan yang timbul di line forming Fastener PT Dharma Polimetal. Mengetahui penyebab akar permasalahan yang timbul di line forming Fastener PT Dharma Polimetal. Mengetahui rancangan rencana perbaikan untuk permasalahan di line forming Fastener PT Dharma Polimetal. Divisi Fastener merupakan salah satu bisnis produksi di PT Dharma Polimetal yang berfokus untuk memproduksi produk-produk pengencang. Untuk produk yang dihasilkan di Divisi Fastener ini antara lain Bolt Flange 6 mm, Bolt Torx m8 x 25 mm, Screw Tapp 5 x 12, Bolt Flange m10 x 190, dan lain-lain. Dengan dibuatnya penelitian ini peneliti dapat mengetahui produktivitas mesin di line forming di Divisi Fastener PT Dharma Polimetal, menganalisa faktor-faktor produksi yang mempengaruhi produktivitas line forming dan merumuskan rancangan perbaikan.

Abstract

The purpose of this study was to determine the stages of the production flow in the Fastener Division of PT Dharma Polimetal. Knowing the stages of the forming process in the Fastener division of PT Dharma Polimetal. Knowing the problems that arise in the PT Dharma Polimetal Fastener line forming. Knowing the root cause of the problems that arise in the PT Dharma Polimetal Fastener line forming. Knowing the draft improvement plan for problems in the PT Dharma Polimetal Fastener line forming. The Fastener Division is one of the production businesses at PT Dharma Polimetal which focuses on producing fastener products. The products produced in the Fastener Division include Bolt Flange 6 mm, Bolt Torx m8 x 25 mm, Screw Tapping 5 x 12, Bolt Flange m10 x 190, and others. With this research, researchers were able to determine machine productivity in line forming in the Fastener Division of PT Dharma Polimetal, analyze the production factors that affect the productivity of line forming and formulate improvement plans to increase the productivity.

Alamat korespondensi:

Gedung E9 Lantai 2 FT Unnes

Kampus Sekaran, Gunung Pati, Semarang, 50229

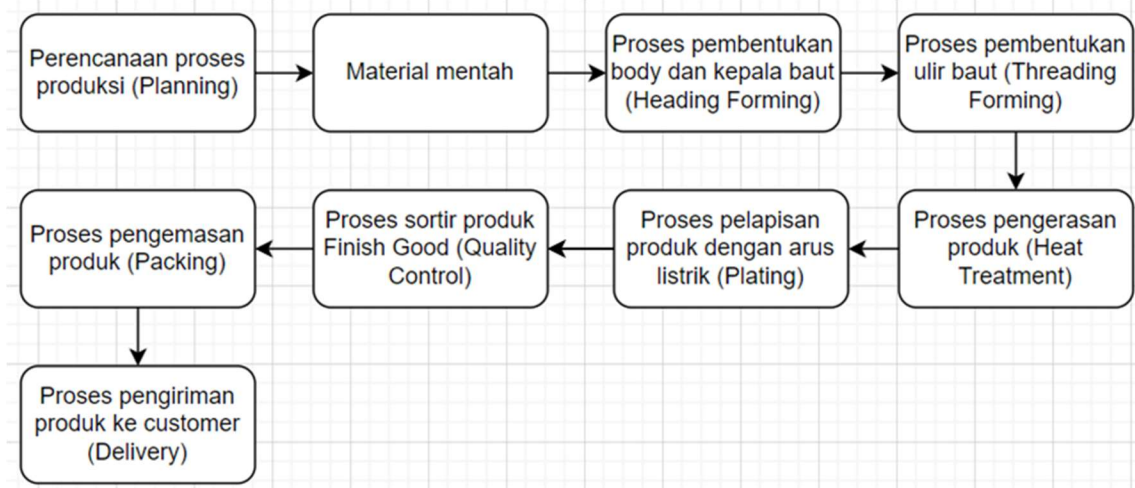
E-mail: aansubhan0@student.unnes.ac.id

ISSN 2746-7694

<https://doi.org/10.15294/jim.v5i2.70036>

PENDAHULUAN

PT Dharma Polimetal adalah perusahaan manufaktur yang berfokus pada produksi komponen-komponen kendaraan otomotif roda dua, roda tiga, dan roda empat. Fastener merupakan salah satu bisnis plant yang dikembangkan di PT Dharma Polimetal. Fastener sendiri merupakan bisnis plant yang memproduksi produk-produk pengencang yang digunakan untuk proses perakitan atau assembly dua atau lebih komponen dalam industri otomotif, konstruksi, dan manufaktur lainnya. Line Forming Fastener merupakan salah satu flow proses yang ada di Divisi Fastener. Forming adalah lini produksi di PT Dharma Polimetal yang bertanggung jawab dalam pembentukan fisik produk yang dulunya dari raw material.



Gambar 1. Alur produksi divisi fastener

Analisis hasil produksi mesin adalah proses menganalisis kinerja mesin produksi di Line Forming Fastener. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1, dengan melibatkan evaluasi kualitas, efisiensi, keandalan, dan performa mesin dalam memproduksi fastener. Analisis tersebut dapat mencakup faktor-faktor seperti kecepatan produksi, tingkat cacat, waktu henti mesin, dan efisiensi penggunaan bahan. Line Forming Fastener adalah proses pembentukan elemen pengencang seperti baut, mur, atau sekrup yang digunakan dalam berbagai industri. Mesin produksi di lini ini bertanggung jawab untuk membentuk dan memproduksi fastener dengan akurasi dan efisiensi yang tinggi.

Analisis hasil produksi mesin dilakukan untuk memahami kinerja mesin produksi saat ini. Hal ini meliputi evaluasi terhadap jumlah produksi, waktu siklus, tingkat kecacatan, efisiensi, dan kualitas produk yang dihasilkan. Data-data ini memberikan gambaran tentang kinerja mesin produksi dan masalah yang mungkin muncul selama proses produksi. Menurut (Budiyanto, Yuono and Rohman, 2020) setiap langkah pekerjaan yang dilakukan harus melalui proses perhitungan dan analisa perhitungan yang tepat agar hasil yang dicapai memuaskan.

Merancang perbaikan mesin produksi dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi mesin. Perbaikan proses produksi disebabkan oleh claim dari customer karena produk bermasalah serta beban kerja yang berlebih. Hal ini melibatkan identifikasi permasalahan yang ada, seperti keausan alat, ketidakstabilan mesin, atau kekurangan dalam desain sistem. Perbaikan dapat meliputi penggantian alat yang aus, pengaturan ulang parameter operasional, perbaikan sistem pendingin, atau pembaruan perangkat lunak.

Dengan melakukan analisis dan perbaikan yang tepat, dapat diharapkan peningkatan dalam kinerja

mesin produksi di Line Forming Fastener. Hal ini akan berdampak pada peningkatan jumlah produksi, penurunan tingkat kecacatan, efisiensi yang lebih baik, dan peningkatan kualitas produk. Bisa dikatakan dengan melakukan perbaikan perusahaan telah mengambil langkah yang tepat dalam strategi bisnis yang dimana di era sekarang sengitnya persaingan perusahaan manufaktur. Menentukan strategi yang tepat dapat dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas kegiatan perusahaan (Zatnika and Amaruddin, 2022). Dengan terjadinya peningkatan yang terdata secara rapi setelah melakukan analisis harapannya perawatan akan mesin-mesin produksi menjadi lebih terkontrol. Seperti halnya pada pendapat (Paundra, Bahtiar dan Elmiawan, 2023) perawatan atau maintenance adalah kegiatan untuk menjaga fasilitas atau komponen dan mengadakan perbaikan atau pergantian yang diperlukan untuk menjaga kondisi fasilitas atau komponen dalam keadaan maksimal.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan digunakan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif yang akan dilakukan adalah pengolahan data-data harian produksi mesin untuk mengetahui produktivitas mesin selama periode yang diteliti.

Lokasi

Lokasi penelitian adalah di PT Dharma Polimetal alamat Kawasan Delta Slicon 1, Cikarang Selatan, Bekasi, Jawa Barat. Lokasi ini dipilih dengan pertimbangan PT Dharma Polimetal merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi berbagai komponen otomotif untuk berbagai merk terkenal di dunia berskala nasional seperti Astra Honda Motor, Daihatsu, Honda, Suzuki, Hyundai, dan masih banyak lagi.

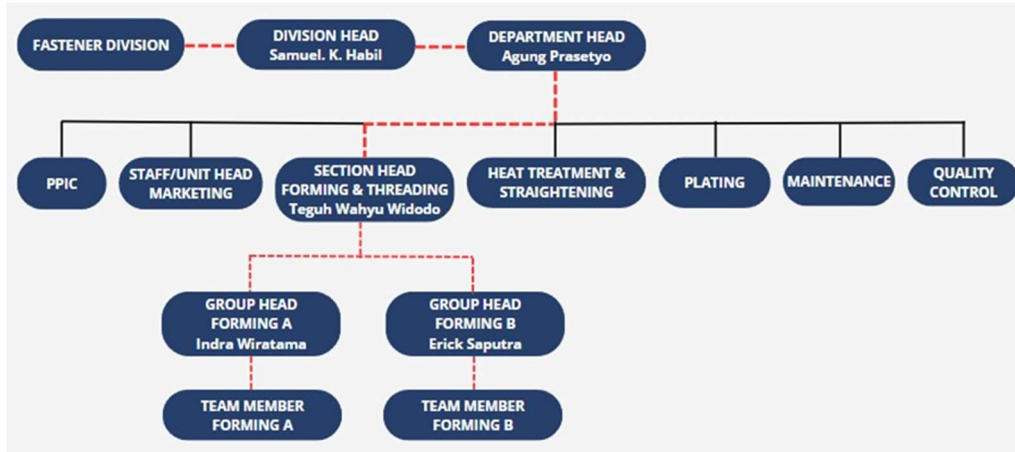
Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah data harian produksi mesin threading dan mesin heading di line forming Divisi Fastener PT Dharma Polimetal. Sampel dalam penelitian ini adalah data harian produksi mesin threading di Bulan Januari 2023. Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki populasi tersebut (Ramli, 2022). Teknik penarikan sampel dalam penelitian ini menggunakan non probability sampling dengan jenis sampling aksidental. Sampel ditentukan selama 1 bulan produksi mesin threading.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

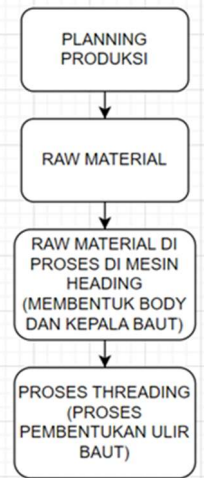
Data Produksi Mesin Di Line Forming

Di Divisi Fastener PT Dharma Polimetal alur proses produksinya terbagi menjadi beberapa bagian, salah satunya bagian Forming, seperti terlihat pada Gambar 2.



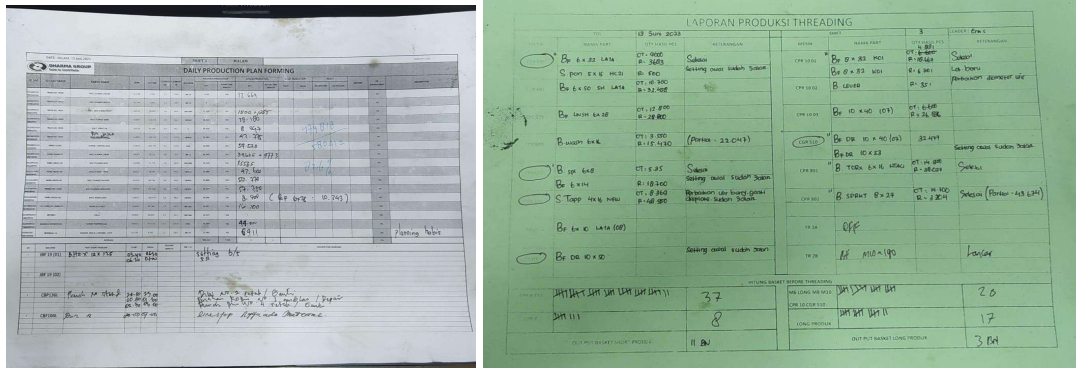
Gambar 2. Struktur Organisasi Divisi Fastener

Forming merupakan proses pembentukan bentuk fisik produk dengan menggunakan dua jenis mesin, yaitu mesin heading dan mesin threading. Mesin heading biasanya berfungsi untuk membentuk body, kepala, dan detail-detail bentuk fisik produk. Sedangkan threading berfungsi untuk membentuk ulir atau cekungan alur-alur yang mengelilingi batang baja atau poros dengan ukuran tertentu.



Gambar 3. Flowchart proses forming

Seperti yang terlihat pada Gambar 3, Aktualnya kedua jenis mesin tersebut saling berkesinambungan dalam produksi maka diperlukan pendataan hasil produksi di setiap periode guna mengetahui pencapaian produksi dalam periode tertentu. Di line forming fastener PT Dharma Polimetal menggunakan dua jenis dokumen pendataan, yaitu Lembar Harian Produksi (LHP) heading dan Lembar Harian Produksi (LHP) threading dan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. LHP mesin heading (kiri) dan LHP mesin threading (kanan)

Analisis Temuan dan Pembahasan

Berdasarkan data LHP mesin threading di Bulan Januari 2023 diketahui rata-rata output mesin threading sebesar 52,9 pcs/menit sedangkan untuk data LHP mesin heading rata-rata output sebesar 70,8 pcs/menit. Dapat disimpulkan bahwa output antara mesin heading dengan threading tidak seimbang dan hanya 75% output dari mesin heading yang diproses pada mesin threading dalam periode yang sama.

| JANUARI 2023 | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|-----------------------------|---------------|--|----------------|---------|-----------------------------|-----------|---------------|---|
| THREADING | | | | | HEADING | | | | | PRESENTASE OUTPUT THREADING TERHADAP OUTPUT HEADING |
| NO | MESIN | PRODUK | AVG CT/MINUTE | | NO | MESIN | PRODUK | CT/MINUTE | AVG CT/MINUTE | |
| 1 | CPR 6-01 | SCREW PAN 5X11.5 | 78,9 | | 1 | CBF645 | SCREW PAN 5X11.5 | 82,0 | 88,6 | 89% |
| 2 | CPR 6-02 | BOLT FLANGE SH 6X18 | 83,4 | | 2 | CBF645 | BOLT FLANGE SH 6X18 | 100,0 | 98,5 | 85% |
| 3 | CPR 6-03 | SCREW VISOR 6X10 | 64,2 | | 3 | CBF645 | SCREW VISOR 6X10 | 82,0 | 77,1 | 83% |
| 4 | CPR 6-04 | BOLT FLANGE 6X32 LA1A | 46,9 | | 4 | CBF645 | BOLT FLANGE 6X32 LA1A | 93,0 | 97,0 | 48% |
| 5 | CPR 6-05 | BOLT SPL 6X16 KOJA | 93,2 | | 5 | CBF645 | BOLT SPL 6X16 KOJA | 82,0 | 101,6 | 92% |
| 6 | CPR 6-06 | SCREW TAP 4X16 | 71,8 | | 6 | CH6L | SCREW TAP 4X16 | 125,0 | 125,0 | 57% |
| 7 | CPR 10-01 | PINPAD | 41,0 | | 7 | CBF1045 | PINPAD | 50,0 | 59,3 | 69% |
| 8 | CPR 10-02 | BOLT SPRKKT FIX | 44,3 | | 8 | CBF845 | BOLT SPRKKT FIX | 66,7 | 50,2 | 88% |
| 9 | CPR 10-03 | STAND PIVOT | 45,2 | | 9 | CBF1045 | STAND PIVOT | 60,0 | 51,6 | 87% |
| 10 | CPR 8-01 | BOLT FLANGE 6 MM KVB | 68,5 | | 10 | CBF845 | BOLT FLANGE 6 MM KVB | 66,7 | 69,6 | 98% |
| 11 | CPR 8-02 | BOLT FLANGE 6 MM KVB | 61,7 | | 11 | CBF845 | BOLT FLANGE 6 MM KVB | 66,7 | 62,8 | 98% |
| 12 | TR-01 | BOLT DISC 6X17 | 40,9 | | 12 | CBF645 | BOLT DISC 6X17 | 98,0 | 95,5 | 43% |
| 13 | TR-03 | BOLT FLANGE 6X10 HAJA | 38,1 | | 13 | CBF645 | BOLT FLANGE 6X10 HAJA | 93,0 | 60,3 | 63% |
| 14 | CGR510 | BOLT FLANGE 10X45 | 25,0 | | 14 | CBF1045 | BOLT FLANGE 10X45 | 60,0 | 38,2 | 65% |
| 15 | TR 2A | BOLT FLANGE 10X40 07 | 24,4 | | 15 | JBF17 | BOLT FLANGE 10X40 07 | 76,9 | 28,6 | 85% |
| 16 | TR 2B | AXLE FRONT WHEEL 12X190 KVG | 19,1 | | 16 | JBF19 | AXLE FRONT WHEEL 12X190 KVG | 28,6 | 28,6 | 67% |
| 16 | TR 2B | BOLT FLANGE M10X190 KOJA | 19,1 | | 16 | JBF19 | BOLT FLANGE M10X190 KOJA | 28,6 | 28,6 | 67% |
| JANUARI 2023 | | | | | | | | | | |
| MACHINE | AVG CT THREADING | | 52,9 | | AVG CT HEADING | | 70,8 | 75% | | |

Gambar 5. Perbandingan rata-rata output mesin heading threading pada januari 2023

Dengan data tabel diatas ditemukan 7 mesin threading yang memiliki rata-rata output terhadap rata-rata output heading dibawah standar (75%), antara lain:

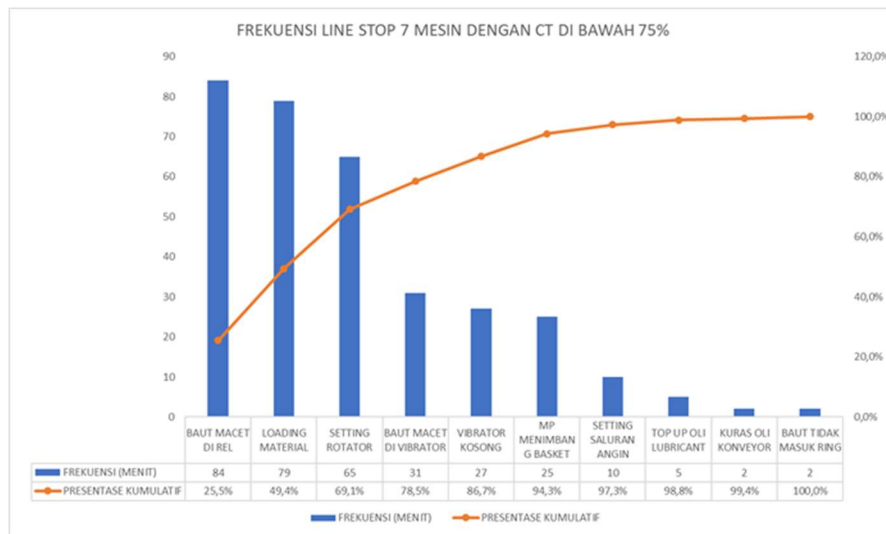
1. Mesin Threading TR-01 (43%)
2. Mesin Threading CPR6-04 (48%)
3. Mesin Threading CPR6-06 (57%)
4. Mesin Threading TR-03 (63%)
5. Mesin Threading CGR 510 (65%)
6. Mesin Threading TR2B (67%)
7. Mesin Threading CPR10-01 (69%)

Dengan hasil temuan ketujuh mesin tersebut kami melakukan pengamatan langsung di area line forming mesin threading selama 1 shift (480 menit) untuk menganalisa/ mencari penyebab ketujuh mesin tersebut bisa memiliki output di bawah rata-rata. Berikut hasil temuan kami

Tabel 1. Temuan penyebab line stop ketujuh mesin threading dengan output < 75%

| PROBLEM | FREKUENSI (MENIT) | PRESENTASE | PRESENTASE KUMULATIF |
|------------------------|-------------------|------------|----------------------|
| BAUT MACET DI REL | 84 | 25,5% | 25,5% |
| LOADING MATERIAL | 79 | 23,9% | 49,4% |
| SETTING ROTATOR | 65 | 19,7% | 69,1% |
| BAUT MACET DI VIBRATOR | 31 | 9,4% | 78,5% |
| VIBRATOR KOSONG | 27 | 8,2% | 86,7% |
| MP MENIMBANG BASKET | 25 | 7,6% | 94,3% |
| SETTING SALURAN ANGIN | 10 | 3,0% | 97,3% |
| TOP UP OLI LUBRICANT | 5 | 1,5% | 98,8% |
| KURAS OLI KONVEYOR | 2 | 0,6% | 99,4% |
| BAUT TIDAK MASUK RING | 2 | 0,6% | 100,0% |
| | 330 | 100,0% | |

Berdasarkan temuan tersebut kami mencoba untuk memilah-milahnya kembali dengan menyusun diagram pareto guna mempermudah penyelesaian masalah



Gambar 6. Diagram pareto penyebab line stop 7 mesin threading dengan output < 75%

Dari hasil pengamatan pada Gambar 6, di line secara langsung serta analisis temuan line stop diatas, ditemukan 10 permasalahan penyebab output dari ketujuh mesin threading tadi <75% . Dengan penyebab line stop paling tinggi yaitu Baut Macet di Rel dengan menyumbang 25,5% dari total permasalahan yang ditemukan. Maka dari itu kami sepakat untuk merancang solusi dari 1 permasalahan yaitu Baut Macet Di Rel.

Solusi Perbaikan

Dengan data dan temuan-temuan di atas kami menganalisa lebih dalam terkait permasalahan Baut Macet di Rel dengan menggunakan analisa 4M+1E untuk menentukan akar-akar permasalahannya dapat dilihat pada Tabel 2.

| BAUT MACET DI REL | | | | |
|--|---|--|--|-------------|
| MACHINE | MAN | MATERIAL | METHOD | ENVIRONMENT |
| Settingan rel, penggetar, sensor, dan selang angin pendorong baut belum sesuai | Man power kurang aware saat baut macet | Material terlumuri oli dan kotor | Setting mesin belum sesuai spek produk yang akan di proses | - |
| Settingan tersebut sering berubah-ubah | Man power tidak standby di satu mesin | Material mengandung oli mesin heading | Man power kurang aware terkait spek produk yang akan di proses | |
| Settingan untuk setiap produk berbeda-beda | Satu man power handle 3 - 4 mesin threading | Sistem penyaringan oli material after heading belum sesuai | Settingan mesin untuk setiap produk belum terstandarisasi | |

Gambar 7. Analisa 4M+1E

Dari hasil analisa 4M+1E di temukan 4 akar permasalahan, antara lain:

1. Settingan untuk setiap produk berbeda-beda
2. Satu manpower handle 3-4 mesin threading
3. Sistem penyaringan oli material after heading belum sesuai
4. Settingan mesin untuk setiap produk belum terstandarisasi

Tabel 1. Temuan penyebab

Rencana perbaikan untuk mengatasi 4 akar permasalahan di atas:

Dalam proses pembakaran Batu bara dalam penggunaan mesin boiler itu menghasilkan beberapa kandungan senyawa yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan, hal ini dikarenakan kurangnya system filter yang diterapkan pada mesin boiler sehingga gas buang dari proses produksi masih belum bersih atau netral dari senyawa berbahaya seperti Sulfur Oxide (SOx), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oxide (NOx) dan Merkuri (Hg). Maka dibutuhkan filter tambahan yang bisa mengurangi ataupun menetralkan senyawa berbahaya tersebut dan sensor untuk monitoring nilai PPM dari senyawa tersebut.

Lampiran IV
Peraturan Menteri
Negara Lingkungan Hidup
Nomor : 07 Tahun 2007
Tanggal : 8 Mei 2007

**BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP
YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BATUBARA**

| No. | Parameter | Baku Mutu |
|-----|------------------------------------|-----------------------|
| 1. | Partikulat | 230 mg/m ³ |
| 2. | Sulfur Dioksida (SO ₂) | 750 mg/m ³ |
| 3. | Nitrogen Oksida (NO ₂) | 825 mg/m ³ |
| 4. | Opasitas | 20 % |

Catatan:

- Nitrogen Oksida ditentukan sebagai NO₂
- Volume Gas dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm).
- Konsentrasi partikulat dikoreksi sebesar 6 % Oksigen.
- Opasitas digunakan sebagai indikator praktis pemantauan dan dikembangkan untuk memperoleh hubungan korelatif dengan pengamatan total partikel.

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Ir. Rachmat Witoelar.

Salinan sesuai dengan aslinya

Gambar 1. Baku Mutu Bahan Bakar Batubara

Dalam penggunaan mesin boiler berbahan bakar batu bara sudah ditetapkan nilai baku mutu yang dikeluarkan oleh Menteri Lingkungan Hidup yaitu pada nomor 07 tahun 2007. Sehingga pengguna boiler harus memperhatikan nilai dari gas buang yang dihasilkan dari boiler itu. Di perusahaan Cv Sanjaya menerapkan uji coba kelayakan boiler sebelum dikirimkan ke industry seperti uji coba efisiensi bahan bakar, kekuatan bahan, keamanan, kelayakan, dan nilai kandungan dari gas buangnya. Tabel 1 berikut adalah data yang didapat dari hasil pengujian boiler sebelum dikirim ke industry:

Tabel 1. Pengujian gas buang loos boiler 8 ton/jam (CV. Sanjaya Boiler, 2020)

LOOS BOILER

Kapasitas : 8 Ton/Jam

Untuk : PT HOLI MINA JAYA REMBANG

Jenis : Pengujian Gas Buang

Tanggal uji : 8 Januari 2020

| No | Parameter | Satuan | Baku Mutu Emisi | Kisaran | Rata - Rata |
|----|------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
| 1 | Total Partikulat | mg/m ³ | 230 | 8 - 2.025 | 311 |
| 2 | Sulfur Dioksida | mg/m ³ | 750 | 149 - 2.373 | 763 |

| | | | | | |
|---|------------------|-------------------|-----|-----------|-----|
| 3 | Opasitas | % | 20% | <20% | - |
| 4 | Nitrogen Oksida | mg/m ³ | 825 | 199 - 664 | 393 |
| 5 | Karbon Monoksida | mg/m ³ | - | 56 - 1855 | 698 |

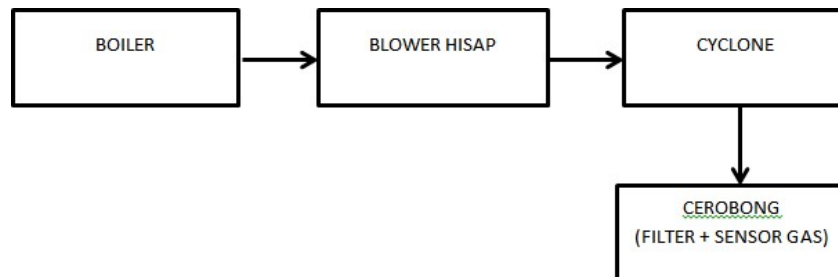
Berdasarkan data pengujian gas buang pada mesin boiler berbahan bakar batu bara yang dilakukan di Cv Sanjaya maka penulis melakukan perancangan desain filter dengan menggunakan system Elektrostatik Precipitator (ESP) dan simulasi monitoring kadar SO dan CO menggunakan 2 buah sensor gas yang disuulasikan pada soft ware Proteus. Dalam pengambilan data melalui sensor itu yang muncul adalah nilai dalam satuan ppm (part per million), untuk merubah nilai dari ppm ke satuan baku mutu yang ditetapkan oleh menteri lingkungan hidup yaitu (mg/m³) maka dapat menggunakan rumus persamaan (1)

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = C \text{ (ppm)} \left(\frac{BM}{22400} \right) \times \left(\frac{273}{273 + t} \right) \times \left(\frac{P}{760} \right) \text{ (saar kondisi } 25^{\circ}\text{C, tekanan 1 atmosfer sama dengan 760mmHg) atau}$$

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = (\text{konsentrasi dalam ppm}) \times (\text{berat molekul}) / 24,45 \quad (1)$$

2. Perancangan Blok Diagram

Berikut adalah Diagram blok perancangan yang menjelaskan proses gas buang pada mesin Boiler yang ditunjukkan pada Gambar 2.

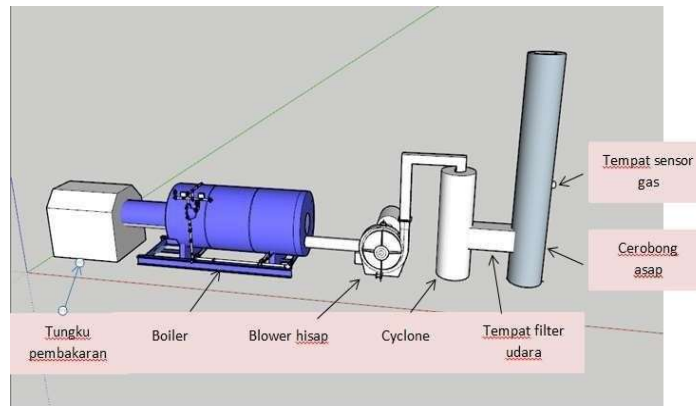


Gambar 2. Diagram Blok (Pengolahan Data 2020)

Gas buang yang awalnya berada di boiler untuk memanaskan air yang ada didalam boiler akan terhisap oleh blower hisap yang kemudian akan melalui cyclone, cyclone ini berfungsi sebagai filter pertama yang ada di boiler yang tujuannya untuk menyaring abu atau sisa batu bara berukuran kecil yang terhisap oleh blower, setelah melewati cyclone maka gas buang akan melalui filter asap yang sudah didesain ini. Setelah terfilter untuk kedua kalinya selanjutnya gas buang akan dimonitoring kandungannya dengan alat monitoring yang akan disimulasikan pada software proteus sebelum dibuang ke udara bebas.

3. Perancangan Pembuatan Desain Filter Udara

Elektrostatik Precipitator (ESP) adalah perangkat filtrasi yang menggunakan konsep elektrostatik untuk mengionisasi partikel halus seperti debu dan asap dari gas yang mengalir menggunakan kekuatan sebuah induksi muatan elektrostatik (Afrian dkk, 2015). Filter udara ini dibuat dengan memanfaatkan elektrostatik karena dapat menangkap partikel-partikel kecil dengan membuat partikel tersebut bermuatan, prinsip kerja dari filter ini adalah gas buang dari cyclone dilewatkan melalui pangkal cerobong yang berisi elektroda, yang terbuat dari tembaga dan aluminium foil. Elektroda-elektroda tersebut diberi arus listrik searah dengan muatan negatif. Dengan demikian, setiap butiran debu akan termuati oleh muatan negatif dengan tegangan tinggi sebesar 30-50 kV sebelum masuk ke dalam cerobong. Gas yang mengandung butiran debu bermuatan negatif ini bergerak dalam daerah yang terdiri dari pelat-pelat yang bermuatan positif. Maka debu-debu akan tertarik pada pelat-pelat tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Boiler (Pengolahan Data 2020)

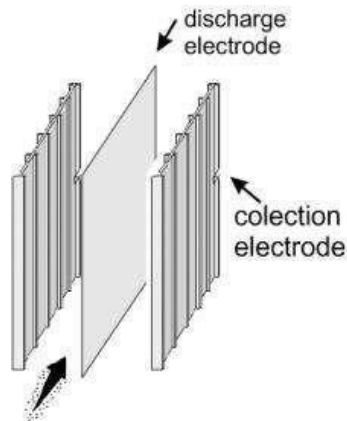
Gambar diatas adalah tampilan dari satu unit mesin boiler dengan part pendukungnya yang menampilkan tata letak setiap part dan juga letak dari filter dan alat monitoring yang akan desain dan di simulasikan.

- Perancangan Pembuatan Desain Elektrostatik precipitator

Dalam pembuatan desain Proses pembentukan medan listrik pada elektrostatik precipitator ialah sebagai

1. Terdapat dua jenis electrode, yaitu discharge electrode yang bermuatan negatif (-) dan collector plate electrode bermuatan positif (+)
2. Discharge electrode diletakkan diantara collector plate pada jarak tertentu (jarak antara discharge electrode dengan collector plate)
3. Discharge electrode diberi listrik arus searah (DC) dengan muatan negatif, pada level tegangan antara 55 sampai dengan 75 kV DC (sumber listrik awalnya adalah 380 volt AC, kemudian dinaikkan oleh transformer menjadi sekitar -55 sampai dengan -75 kV dan dirubah menjadi listrik DC oleh rectifier, diambil hanya potensial negatifnya)
4. collector plate ditanahkan (di-grounding) agar bermuatan positif
5. pada saat discharge electrode diberi arus DC, maka medan listrik terbentuk pada ruang yang berisi

tirai-tirai elektroda tersebut akan mengionisasi partikel-partikel debu yang belum bermuatan menjadi partikel negatif. Kemudian partikel bermuatan negatif tersebut akan tertarik pada plat-plat yang bermuatan positif, serta gas bersih kemudian bergerak keujung cerobong asap kemudian keluar., dapat dilihat pada Gambar 4.

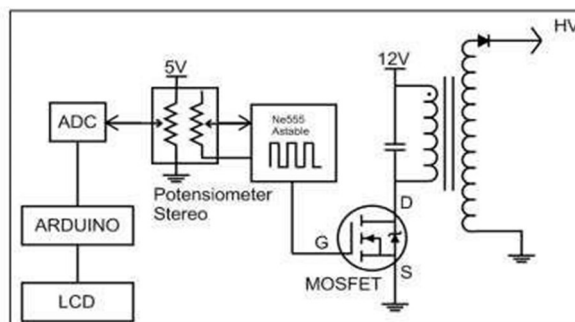


Gambar 4. Plat Filter (<https://docplayer.info/59111338>)

4. Perancangan Desain Pembuatan Power Supply High Voltage

Pada prancangan pembuatan desain power supply high voltage digunakan transformer step up yang cukup besar perbandingannya, hingga diperoleh step up yang sesuai dengan keperluan berupa transformer flyback yang mampu bekerja hingga tegangan 70KV. Oleh karena itu perlu adanya pengontrol flyback yang selanjutnya dapat mengontrol tegangan yang sesuai dengan kebutuhan pada range 10KV hingga 70KV.

Power supply ini menggunakan driver flyback berbasis pulse timer NE555 astable yang nantinya mengatur mosfet untuk mengatur lebar pulsa yang dikirim pada transformer step up. Pengaturan lebar pulsa diatur menggunakan potensiometer. Agar hasil dari dari fungsi tegangan keluaran pada flyback dapat diketahui dengan mudah. Maka dari itu digunakan arduino jenis nano yang dapat tersambung dengan tampilan LCD. Fungsi dari arduino hanya bertugas dalam membaca ADC dan menampilkan data ADC yang telah diolah ke tampilan LCD dan perlu adanya kalibrasi terhadap tegangan keluaran berdasarkan ADC tersebut, dapat dilihat di Gambar 5.



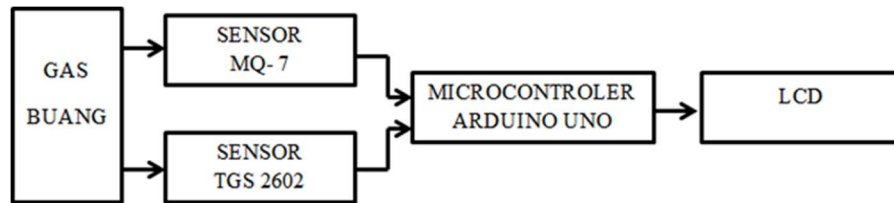
Gambar 5. Skema rangkaian power supply high voltage

Rangkaian ini digunakan untuk memonitoring nilai outputan dari transformer yang mana nilai itu diatur

menggunakan potensiometer

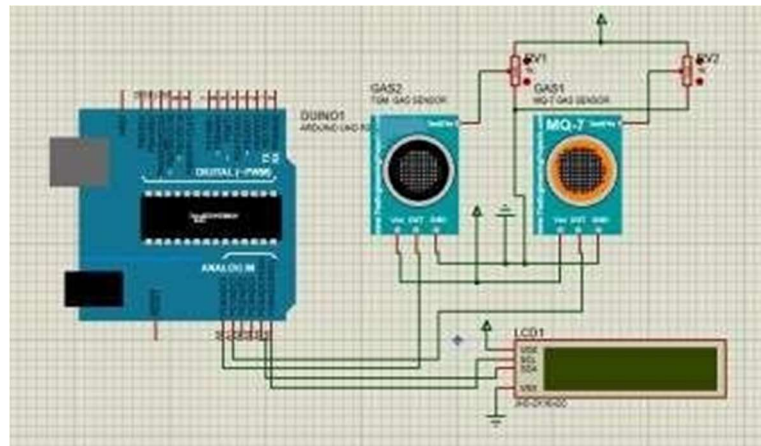
5. Simulasi Pembuatan Rangkaian Sensor Gas

Dalam perancangan pembuatan rangkaian untuk mendeteksi kandungan dari asap maka diperlukan dua sensor gas yaitu tipe MQ-7 untuk deteksi CO (karbon Monoksida) dan tipe TGS 2602 untuk mendeteksi SO (sulfur dioksida). Desain kedua sensor itu berada diatas filter udara yang dipasang dengan tujuan agar dapat memonitoring nilai dari gas CO dan SO. Sensor MQ-7 dan TGS 2602 (data analog) dihubungkan dengan mikrokontroler yaitu Arduino uno R3 untuk diproses dan hasilnya ditampilkan pada LCD (Liquid Cristal Display).



Gambar 6. Diagram blok sistem sensor(Pengolahan Data 2020)

Pada simulasi monitoring kadar CO dan SO ini menggunakan dua sensor yang datanya diolah pada mikrokontroler yang kemudian dikonversi kedalam satuan nilai PPM (Part Per Million) dan hasilnya ditampilkan pada LCD.



Gambar 7. Rangkaian sensor gas (Pengolahan Data 2020)

Rumus ADC nya didapat dari tegangan output (VRL) yang kemudian dikonversi menjadi digital dengan cara 5v dibagi dengan nilai analognya, setelah mendapatkan nilai adc maka bisa menggunakan rumus ini

$$R_s = (V_c * R_L / V_{RL}) - R_L \quad (2)$$

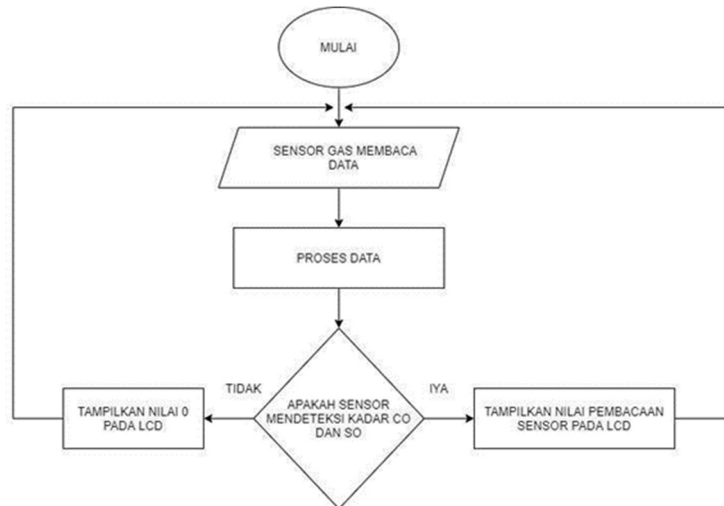
Dimana R_s =Tahanan pada sensor

V_c = Tegangan yang masuk ke Sensor RL = Tahanan beban pada rangkaian VRL = tegangan output rangkaian

Untuk mencari hambatan sensor dan menggunakan rumus ini untuk mendapatkan nilai ppmnya

$$Ppm = 100 * ((r_s/r_o)^{-1.53}) \quad (3)$$

Dimana R_s adalah tahanan sensor pada kadar CO tertentu / yang sedang diukur dan R_o adalah tahanan sensor pada udara yang bersih dengan kadar CO 100ppm. Nilai ini didapatkan berdasarkan pembacaan grafik pada data sheet.



Gambar 8. Flow chart sensor gas (Pengolahan Data 2020)

Pada simulasi ini saat boiler beroperasi maka alat monitoring ini akan mulai bekerja dimana kedua sensor akan mendeteksi kadar CO dan SO yang bisa terdeteksi, data dari pembacaan kedua sensor akan diproses pada mikrokontroler dan akan ditampilkan nilai dari hasil konversi data analog ke nilai ppm, pada saat sensor tidak mendeteksi adanya CO dan SO maka akan menampilkan nilai 0 pada LCD.

- Pembahasan

Dengan menggunakan filter udara yang dirancang ini maka senyawa CO dan SO hasil dari pembakaran batu bara pada boiler akan terionisasi oleh plat tembaga yang bermuatan negative dan kemudian akan menempel pada plat aluminium foil yang bermuatan positif. Setelah menempel pada plat aluminium foil partikel itu akan terlepas saat plat sudah tidak bermuatan lagi. Filter ini akan bekerja saat boiler mulai membakar batu bara dan mengeluarkan gas buang. Setelah melewati filter ini maka gas buang selanjutnya akan di monitoring kadar dari sulfur oksida dan karbon dioksidanya oleh rangkaian sensor gas MQ7 dan TGS2602. Sensor ini akan memberikan inputan analog kepada mikrokontroler yang kemudian akan ditampilkan pada LCD agar dapat dilihat nilai CO dan SO nya setiap saat. Setelah melewati sensor gas ini maka gas buang yang sudah di filter akan keluar dari cerobong dengan kandungan yang aman bagi masyarakat dan lingkungan.

SIMPULAN

Perancangan Desain Filter udara ini dibuat dengan memanfaatkan eletrostatik karena dapat menangkap

partikel-partikel kecil dengan membuat partikel tersebut bermuatan, prinsip kerja dari filter ini adalah gas buang dari cyclone dilewatkan melalui pangkal cerobong yang berisi elektroda, yang terbuat dari tembaga dan aluminium foil. Elektroda-elektroda tersebut diberi arus listrik searah dengan muatan negatif. Dengan demikian, setiap butiran debu akan termuati oleh muatan negatif dengan tegangan tinggi sebesar 30-50 kV sebelum masuk ke dalam cerobong. Gas yang mengandung butiran debu bermuatan negatif ini bergerak dalam daerah yang terdiri dari pelat-pelat yang bermuatan positif. Maka debu-debu akan tertarik pada pelat-pelat tersebut. Dalam pembuatan simulasi rangkaian untuk mendeteksi kandungan dari asap maka diperlukan dua sensor gas yaitu tipe MQ-7 untuk deteksi CO (karbon Monoksida) dan tipe TGS 2602 untuk mendeteksi SO (sulfur dioksida). Kedua sensor itu berada di atas filter udara yang dipasang dengan tujuan agar dapat memonitoring nilai dari gas CO dan SO. Sensor MQ-7 dan TGS 2602 (data analog) dihubungkan dengan mikrokontroler yaitu Arduino uno R3 untuk diproses dan hasilnya ditampilkan pada LCD (Liquid Cristal Display)

DAFTAR PUSTAKA

- Hasibuan, H. C., & Napitupulu, F. H. (2013). Analisa Pemakaian Bahan Bakar Dengan Melakukan Pengujian Nilai Kalor Terhadap Performansi Ketel Uap Tipe Pipa Air Dengan Kapasitas Uap 60 Ton/Jam. *E-Dinamis*, 4(4).
- Islam, J. H. (2013). TA: Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas CO, CO₂ dan SO₂ Sebagai Informasi Pencemaran Udara. STIKOM Surabaya.
- Molek, N. H. T., Renelda, S. A., & Syaiful, S. (2020). Performa cyclone dan electrostatic precipitator sebagai penangkap debu pada pabrik semen. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(1), 22-26.
- Rahayu, R. D., Mufrodi, Z. A., & Saragi, H. (2018). Pengaruh Variasi Diameter Tabung Filter terhadap Penurunan Partikel pada Cerobong Asap Boiler. *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 5(1), 15-22.
- Satria, H., Kurniawan, A., & Tandian, D. M. (2020). Perancangan Alat Penyaringan Debu pada Boiler Batu Bara Skala Industri. *Jurnal Rekayasa Mesin, Elektro dan Teknologi Informasi*, 1(1), 38-43.
- Iskandar, F., & Suparman, S. (2017). Studi Penerapan Filter Sekam Bakar pada Boiler Batubara untuk Mengurangi Emisi Partikel. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Terapan*, 2(2), 80-87.
- Wang, J., Yu, M., & Bai, B. (2020). Research on the Design and Optimization of the Electrostatic Precipitator in a Coal-fired Power Plant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 422(1), 012031.
- Chitnis, V. P., Deshpande, M. A., & Kumar, A. (2019). Design and Performance Analysis of Electrostatic Precipitator for Fly Ash Collection in Thermal Power Plants. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 10(2), 643-650.
- Chen, W., Yang, Z., & Ma, C. (2017). Design and Research of Flue Gas Dust Removal System in Coal-fired Power Plant. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 292 (1), 012068.
- Gao, C., Wang, L., & Lu, S. (2018). Research on the Optimization Design of Cyclone Separator Applied in Coal-Fired Power Plant. *Applied Sciences*, 8(4), 523.