

## PERANCANGAN ALAT BANTU MATERIAL HANDLING UNTUK PROSES PENANGANAN LIMBAH ABU BATU BARA DI BOILER PT XYZ

<sup>1</sup> Rahmatul Ahya, <sup>2</sup> Firza Asep Saputra, <sup>3</sup> Suprpto

<sup>1,2,3</sup> Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo

e-mail: <sup>1</sup>[Firza.asep@gmail.com](mailto:Firza.asep@gmail.com)

### ABSTRAK

PT XYZ adalah salah satu perusahaan farmasi yang mengawali usahannya dalam kesederhanaan, namun mengemban cita-cita yang besar yang ada di kota sukoharjo. Produk - produk keseluruhan yang di hasilkan oleh PT XYZ sebagian besar menggunakan energi dari mesin *boiler*. *Boiler* merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan uap atau *steam* untuk berbagai keperluan, uap yang di hasilkan mesin *boiler* di gunakan untuk energi dalam proses produksi di seluruh PT XYZ. Mesin *boiler* batu bara yang berada di PT XYZ di operasikan 2 orang dalam 8 jam dan mempunyai 3 shif dalam 1 hari. Mesin *boiler* batu bara yang beroperasi 24 jam tentunya terdapat limbah akibat pembakaran batu bara yang disebut abu batu bara. Pekerjaan operator *boiler* yang harus mengemas abu batu bara menggunakan sekop kemudian di masukan ke dalam karung, sedangkan operator *boiler* harus mengoperasikan mesin *boiler* yang tidak bisa di tinggalkan dengan waktu lama menjadi masalah utama. Hasil dari perancangan alat bantu *material handling* untuk proses penanganan limbah abu batu bara yaitu rancangan kereta rel pengangkut tong untuk abu batu bara yang bertujuan untuk operator *boiler* bisa lebih fokus mengoperasikan mesin *boiler*. Waktu proses penanganan limbah abu batu bara menggunakan karung mendapatkan waktu 9,21 jam, kemudian waktu proses penanganan limbah abu batu bara menggunakan kereta rel pengangkut dengan waktu 3,68 jam. Dari waktu proses dengan menggunakan karung lebih lama dengan selisih waktu 5,53 jam atau 60,04 % dan lebih efisien menggunakan kereta rel pengangkut. Untuk estimasi biaya ongkos *material handling* menggunakan karung adalah Rp 221,608,000,-/tahun dan menggunakan kereta rel pengangkut tong adalah Rp 156,162,256,-/tahun. Jadi dari perhitungan per bulan maka didapat selisih sebesar Rp 65,445,744,-/tahun atau hemat 29,53 %.

Kata Kunci : *material handling*, *boiler*, XYZ

### Pendahuluan

PT XYZ adalah salah satu perusahaan farmasi yang mengawali usahannya dalam kesederhanaan, namun mengemban cita-cita yang besar yang ada di kota sukoharjo. PT XYZ kependekan dari Kondang Impor Ekspor yang didirikan pada tanggal 8 juni 1967 oleh Djoenadi Joesoef. Produk yang di hasilkan perusahaan ini adalah obat-obatan dan makan ringan yang di pasarkan di seluruh Indonesia dan ekspor ke luar Indonesia. Produk-produk keseluruhan yang di hasilkan oleh PT XYZ menggunakan energi dari mesin *boiler*. *Boiler* merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan uap atau *steam* untuk berbagai keperluan (Djokosetyardj, 1990), uap yang di hasilkan mesin *boiler* di gunakan untuk energi dalam proses produksi di seluruh PT XYZ. Terdapat 2 macam mesin *boiler* yang ada di perusahaan yaitu *boiler* batu bara dan *boiler* minyak. *Boiler* batu bara yang setiap hari 24 jam beroperasi untuk menghasilkan uap di seluruh perusahaan dan *boiler* minyak beroperasi saat *boiler* batu bara mengalami kekurangan *suplay* uap dibagian produksi karena mengalami peningkatan kebutuhan uapnya.

Mesin *boiler* batu bara yang berada di PT XYZ di operasikan 2 orang dalam 8 jam dan mempunyai 3 shif dalam 1 hari. Mesin *boiler* batu bara yang beroperasi 24 jam tentunya terdapat limbah akibat pembakaran batu bara yang disebut abu batu bara. Abu batu bara yang setiap hari di bersihkan oleh operator *boiler* dengan cara menyekop abu batu baru kemudian di masukan ke dalam karung. Operator *boiler* dalam 1 sift bisa 2 kali melakukan pengemasan abu batu bara, waktu yang di butuhkan yaitu 45 menit/*pallet*. Operator *boiler* bisa mengemas abu batu bara sebanyak 18 karung/*pallet* yang total bobotnya 540 kg dalam 1 sift, jadi selama 24 jam bisa mengemas abu batu bara sebanyak 1.620 kg. Dengan adanya kegiatan operator *boiler*

yang mengemas abu batu bara maka operator akan meninggalkan tugas utamanya yaitu mengoperasikan mesin *boiler*, operator *boiler* yang mengeluh sering sakit pada bagian punggung karena terlalu sering menekop, selain itu abu batu bara mempunyai resiko berbahaya karena ada zat kimia di dalamnya yang bisa merusak kulit kalau setiap hari bersentuhan dengan abu batu bara. Abu batu bara yang sudah dimasukkan ke karung kemudian di bawa ke *bottom ash* batu bara yang berjarak 30,2 meter dan waktu yang di tempuh 15 menit. Proses pemindahan karung abu batu bara di atas *trolis* ke tempat *bottom ash* yang sudah di sediakan palet untuk tempat karung abu batu bara memerlukan waktu 5 menit/*trolis*. Proses berikutnya pemindahan karung abu batu bara ke dalam truk kemudian abu batu bara yang ada dalam karung dituangkan ke bak truk, kegiatan dilakukan 1 minggu sekali. Proses tersebut melibatkan 7 petugas taman di PT XYZ, karena proses pemindahan karung abu batu bara ke dalam truk membutuhkan waktu 25 menit/palet dan proses pemindahan ini melibatkan pekerja langsung bersentuhan abu batu bara itu sangat berbahaya bagi tubuh pekerja jika berkepanjangan.

Dari pengamatan pendahuluan yang telah dilakukan, maka penelitian ini melakukan perancangan alat bantu *material handling* untuk proses penanganan limbah abu batu bara di *boiler* PT XYZ, sebagai upaya mendapatkan proses penanganan limbah abu batu bara yang efisien dan mengurangi beban pekerja yang terlibat dalam proses penanganan abu batu bara. Dengan cara membuat alat bantu kereta rel dan merenovasi tempat *bottom ash* batu bara menjadi di lantai atas dengan memindahkan mesin *crane* kebelakang untuk menarik tong ke atas sedangkan dilantai bawah untuk tempat baru bara. Maka dari itu tujuan dari perancangan ini adalah membuat rancangan alat bantu *material handling* untuk proses penanganan limbah abu batu bara pada *boiler* di PT XYZ supaya operator *boiler* bisa lebih fokus mengoperasikan mesin *boiler* dan bisa meminimalkan pekerja yang terlibat dalam penanganan limbah abu batu bara.

Putra dkk (2016), membuat rancangan alat bantu *material handling* produksi genteng menggunakan metode *axiomatic house of quality* (AHOQ) untuk mengurangi jumlah antrian material yang menumpuk pada salah satu stasiun proses produksi dan meningkatkan efisiensi pada kegiatan pemindahan genteng. Alat bantu akan digunakan para pekerja produksi genteng dalam kegiatan pemindahan dan proses penjemuran genteng. Theopilus dkk (2018), merancang alat bantu *material handling* yaitu sebuah alat pengangkat keranjang untuk meminimasi beban kerja operator produksi *crank case* di PT.X dengan menggunakan metode antropometri yaitu pengukuran dimensi anggota tubuh manusia (Phinyomark, 2014), yang kemudian data akan digunakan untuk pertimbangan alat-alat yang digunakan manusia (Stevenson, 1996) dan metode biomekanika yaitu ilmu yang mempelajari pergerakan sesuatu yang pergerakan dengan menggunakan kombinasi ilmu mekanika, ilmu biologi, dan fisiologi (Knudson, 2007). Hasilnya terbukti mampu mengurangi beban kerja operator produksi sehingga beban pekerja setelah menggunakan alat bantu berada dalam kondisi normal.

Zien dkk (2018), melakukan perancangan produk rasional *material handling equipment* pada proses *manual palletting* galon air mineral untuk mengurangi beban kerja operator dengan menggunakan metode *karakuri kaizen* merupakan metode untuk melakukan penanganan *material* yang mengandalkan grativasi, utilisasi tuas, dan bumbungan serta memanfaatkan kelembaman untuk memindahkan dan mentransfer barang. Berdasarkan hasil tahapan rancangan, konsep yang di pilih dengan menggunakan rangka *profiled frame* yang dihubungkan dengan *aluminium connector*. Lestari dkk (2009), perancangan *material handling equipment* pada proses penggilingan ke oksidasi enzimatis bubuk teh dengan Metode yang digunakan adalah metode perancangan produk rasional oleh Nigel Cross. Penelitian yang dilakukan di PT perkebunan Nusantara VIII Rancabali untuk memperbaiki kondisi kerja pada proses oksidasi *enzimatis* yang terjadi. Dengan dilakukannya *observasi* di perusahaan tersebut munculah gagasan Metode perancangan produk rasional oleh Nigel Cross merupakan metode perancangan produk yang menggunakan pendekatan yang lebih sistematis dalam proses perancangan dibandingkan dengan metode kreatif. *Material handling* usulan dirancang dengan ukuran 160x105.2x105cm, memiliki dua layer penyimpanan yang menggunakan *lifting mechanism*, dengan batas ketinggian bubuk sebesar 10 cm pada tray, memiliki alat bantu meratakan bubuk teh yang di tampung,

lubang udara sebesar 4 mm dengan jarak antarlubang 2 cm, *undloeder* berupa sisi miring, dan pengoperasiannya yang dapat dilakukan 1 operator.

Yuamiya dkk (2016), pengukuran keluhan pekerja dengan kuisioner NBM digunakan untuk mengetahui kelelahan muskuloskeletal pekerja pada bagian penanganan bahan baku kertas karton yang basah dan selanjutnya akan digunakan sebagai pertimbangan untuk perbaikan. Usulan yang bisa dilakukan adalah dengan perancangan alat bantu berupa *trolley* yang memungkinkan pekerja memindahkan barang produksi berupa karton yang basah, dengan tanpa melakukan pengangkatan secara manual. Pekerja terhindar dari resiko karna setiap 5 menit istirahat setelah bekerja 30 menit untuk memulihkan otot, dan pengurangan beban angkat menjadi < 10 kg, agar tidak beresiko cidera.

*Material Handling* merupakan penanganan material dengan mengupayakan alat bantu dan metode yang sesuai. Perencanaan sistem *material handling* merupakan hal yang sangat penting dalam rancangan fasilitas khususnya terkait dengan desain tata letak. Oleh karena itu, rancangan tata letak serta rancangan penanganan material harus selalu saling terintegrasi satu dengan yang lainnya (Herjanto, 2008).

Pengertian desain dapat dilihat dari berbagai sudut pandang dan konteksnya. Desain dapat juga di artikan sebagai suatu kreasi seniman untuk memenuhi kebutuhan tertentu dan cara tertentu pula. Desain juga dapat merupakan pemecahan masalah dengan suatu target yang jelas (Archer, 1965). Sedangkan alexander (1963) desain merupakan temuan unsur fisik yang paling obyektif. Atau desain merupakan tindakan dan inisiatif untuk merubah karya manusia (Jones, 1970).

Perancangan adalah proses merencanakan segala sesuatu terlebih dahulu. Perancangan merupakan wujud visual yang di hasilkan dari bentuk-bentuk kreatif yang telah direncanakan. Langkah awal dalam perancangan desain bermula dari hal-hal yang tidak di teratur berupa gagasan ide-ide kemudian melalui proses penggarapan dan pengelolaan akan menghasilkan hal-hal yang teratur, sehingga hal-hal yang sudah teratur bisa memenuhi fungsi dan kegunaan dengan baik. Perancangan merupakan penggambaran, perencanaan, pembuatan sketsa dari beberapa elemen yang terpisah dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi (Nafisah, 2013).

Prosedur perancangan rekayasa menurut Stevensson (1976) tahapan pokok yang harus dimulai dalam melakukan *engineering design* adalah :

1. Hal yang menjadi tahapan awal perancangan adalah adanya kebutuhan, yang dinyatakan secara jelas dan di dasarkan atas permasalahan pokok.
2. Dengan adanya kebutuhan yang telah dinyatakan dengan jelas, maka akan dapat di kembangkan sejumlah ide maupun alternatif pemecahan masalah yang berorientasi pada pemenuhan kebutuhan di atas.
3. Dalam pengambilan keputusan setelah beberapa ide dan alternatif dikembangkan, dan melalui proses analisa yang cermat haruslah dipilih satu alternatif pemecahan masalah yang terbaik.
4. Satu alternatif pemecahan masalah yang telah diputuskan sebelumnya, kemudian diubah menjadi kenyataan melalui proses produksi tertentu

Peta proses operasi merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan di alami bahan-bahan baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan dari tahap awal sampai menjadi produk jadi atau komponen, dan memuat informasi-informasi yang di perlukan untuk menganalisis lebih lanjut seperti waktu, material, tempat, alat, dan mesin yang digunakan (Sutalaksana, 2006).

*Boiler* merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan uap/steam untuk berbagai keperluan. Jenis air dan uap air sangat dipengaruhi oleh tingkat efisiensi *boiler* itu sendiri. Pada mesin *boiler*, jenis air yang digunakan harus dilakukan demineralisasi terlebih dahulu untuk mensterilkan air yang digunakan, sehingga pengaplikasian untuk dijadikan uap air dapat dimaksimalkan dengan baik. Untuk mendapatkan efisiensi boiler yang lebih tinggi, digunakan komponen economizer untuk meningkatkan efisiensi dari uap air yang dihasilkan (Djokosetyardjo, 1990). *Boiler* memiliki 3 sistem pengolahan yaitu terdiri dari sistem air umpan, sistem steam dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air untuk *boiler*

secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Berbagai kran disediakan untuk keperluan perawatan dan perbaikan. Sistem steam mengumpulkan dan mengontrol produksi steam dalam *boiler*. Steam dialirkan melalui sistem pemipaan ke titik pengguna. Pada keseluruhan sistem, tekanan steam diatur menggunakan kran dan dipantau dengan alat pemantau tekanan. Sistem bahan bakar adalah semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan. Peralatan yang diperlukan pada sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan pada sistem (Anonim, 2006). Batubara merupakan suatu jenis mineral yang tersusun atas karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, dan senyawa- senyawa mineral. Oleh karena itulah batubara digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk menghasilkan listrik. Tidak semua dalam aspek kehidupan masyarakat yang berorientasi terhadap lingkungan sehingga tidak pernah mencermati akibat yang ditimbulkan di kemudian hari (Kent, 1993).

### Metode Penelitian

Obyek penelitian adalah perancangan alat bantu *material handling* untuk proses penanganan limbah abu batu bara di *boiler* PT XYZ Sukoharjo supaya menjadi efisien. Alat yang di butuhkan untuk proses perancangan adalah lembar pengamatan, kamera, meteran dan program careldraw.

#### Pengumpulan data

Pengumpulan data dengan cara observasi ke perusahaan untuk mengetahui lingkungan di ruang *boiler* dan wawancara kepada pekerja yang terlibat dengan proses penanganan limbah abu batu bara untuk mengetahui masalah yang sedang di alami pekerja.

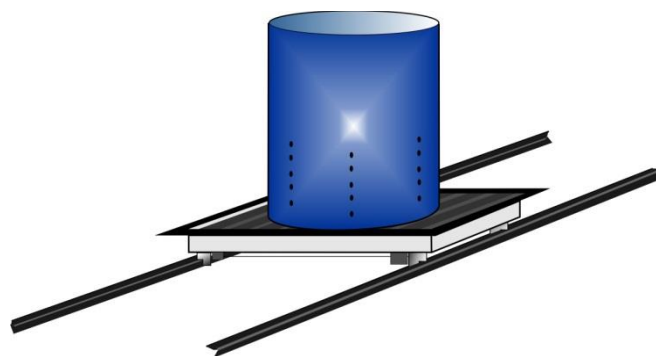
#### Perancangan

Proses perancangan alat bantu *material handling* untuk penanganan limbah abu batu bara di *boiler* PT XYZ dengan cara <sup>1</sup>Desain gambar alat bantu *material handling*, <sup>2</sup>membuat peta proses operasi (OPC), dan <sup>3</sup>Prosedur cara kerja alat bantu *material handling*.

#### Analisa

Langkah menganalisa perancangan alat bantu *material handling* untuk penanganan limbah abu batu bara di *boiler* PT XYZ dengan menggunakan hasil observasi penanganan limbah yang lama dengan di bandingkan alat bantu *material handling* yang di rancang untuk mendapatkan sebuah alat yang lebih efisien dan pekerja yang terlibat menjadi lebih nyaman.

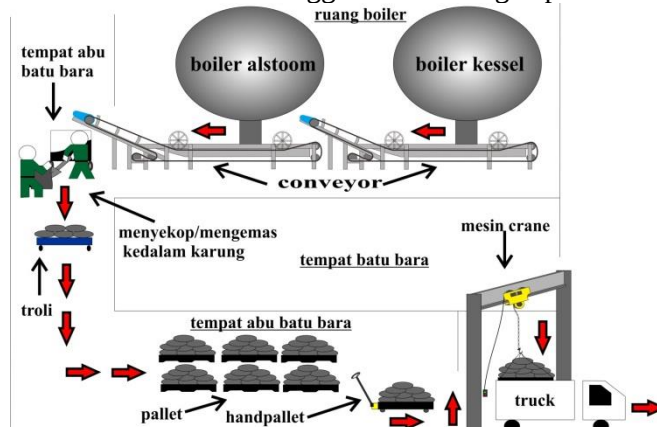
### Hasil Dan Pembahasan



Gambar 1. Desain Kereta rel pengangkut tong

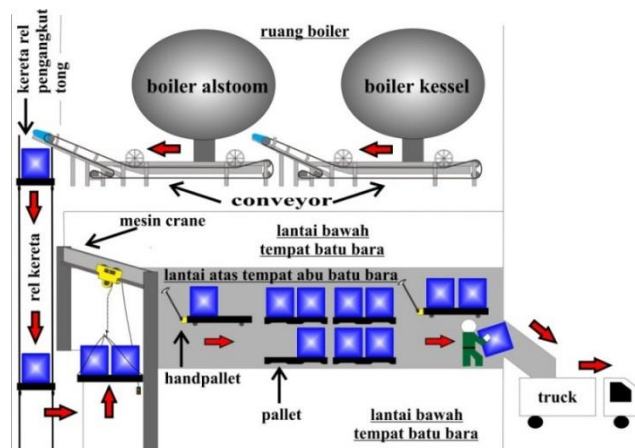
Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan di PT XYZ Sukoharjo dalam penelitian perancangan alat bantu *material handling* untuk proses penanganan limbah abu batu bara di bagian *boiler* mendapatkan hasil akhir yaitu kereta rel pengangkut tong untuk menggantikan proses yang lama yaitu proses mengemas abu batu bara menggunakan sekop kemudian dimasukkan kedalam karung. Kereta rel pengangkut dengan komponen-komponen menggunakan besi siku dan besi hollow hitam sebagai rangka utaman kemudian bagian bawah

menggunakan roda kereta dan rantai di tambah rel untuk jalan keretanya. Ukuran kereta rel pengangkut yaitu 80 cm x 80 cm dengan tinggi 5 cm dan di tambah roda diameter 5cm tetapi roda sedikit masuk ke atas, jadi total tinggi kereta rel 7,5 cm dan ketinggian tong 90 cm dengan diameter 60 cm. Dengan perancangan yang telah dipilih membuat layout boiler juga mengalami perubahan dalam bagian lorong ruang *boiler* yang baru terdapat perubahan menggunakan rel dan tempat *bottom ash* abu batu bara juga mengalami renovasi dengan membuat tempat *bottom ash* abu batu bara di pindah di lantai atas dan tempat lama *bottom ash* yang lama di renovasi untuk pembesaran ruang batu bara. Proses penanganan limbah abu batu bara dengan bentuk diagram proses untuk mengetahui cara kerja alat dari awal sampai selesai. Berikut diagram proses penanganan limbah abu batu bara menggunakan karung dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram proses penanganan limbah baru.

Dengan diagram proses menggunakan kereta rel pengangkut tong dengan perbedaan saat proses mengemas abu batu bara dengan menggunakan sekop untuk dimasukkan kedalam karung dan tempat *bottom ash* abu batu bara di tempatkan di lantai atas agar lebih efisien karena dapat meminimumkan jumlah pekerja yang terlibat yang sebelumnya berjumlah 7 orang menjadi maksimal 3 orang saat memasukan abu batu bara yang di dalam truck dari lantai atas, berikut diagram proses menggunakan tong dapat dilihat di Gambar 3.



Gambar 3. Diagram proses menggunakan tong.

Proses penanganan limbah abu batu bara dengan menggunakan alat bantu *material handling* yaitu kereta rel pengangkut tong dapat menjadi alat yang besi meringankan pekerja yang terlibat dalam proses penanganan dan bisa mengefesienkan waktu proses kerja. waktu

proses penanganan limbah abu batu bara menggunakan karung dan kereta rel pengangkut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Waktu proses penanganan limbah menggunakan karung.

| No                                            | Uraian Kegiatan                                                           | Proses penanganan abu batu bara ke <i>bottom ash</i> batu bara |              |         |          |           |           |           |                        |                       |        | Man Hours |     |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|-----------------------|--------|-----------|-----|
|                                               |                                                                           | Operasi                                                        | Transportasi | Inpeksi | Menunggu | Menyimpan | Jarak (M) | Frekuensi | waktu kegiatan (detik) | Jumlah Orang/Kegiatan | Detik  |           |     |
|                                               |                                                                           | ○                                                              | ⇒            | □       | D        | ▽         |           |           |                        |                       |        | Detik     | Jam |
| 1                                             | abu batu bara jatuh ke air                                                |                                                                | ✓            |         |          |           | 0.5       | 0         | 2                      | 0                     | 0      | 0         | 0   |
| 2                                             | abu batu bara di bawa conveyor ke penampungan                             |                                                                | ✓            |         |          |           | 9.6       | 0         | 32                     | 0                     | 0      | 0         | 0   |
| 3                                             | abu jatuh ke penampungan                                                  |                                                                | ✓            |         |          |           | 1         | 0         | 8                      | 0                     | 0      | 0         | 0   |
| 4                                             | mengambil karung                                                          |                                                                | ✓            |         |          |           | 1         | 18        | 10                     | 1                     | 180    | 0.05      |     |
| 5                                             | menyekop abu                                                              | ✓                                                              |              |         |          |           | 0         | 2         | 2700                   | 1                     | 5,400  | 1.50      |     |
| 6                                             | meletakkan karung berisi abu batu bara ke troli                           | ✓                                                              |              |         |          |           | 1         | 18        | 300                    | 2                     | 2,700  | 0.75      |     |
| 7                                             | membawa ke <i>bottom ash</i> batu bara                                    |                                                                | ✓            |         |          |           | 30.2      | 2         | 900                    | 2                     | 900    | 0.25      |     |
| 8                                             | meletakkan ke pallet                                                      | ✓                                                              |              |         |          |           | 0         | 18        | 300                    | 2                     | 2,700  | 0.75      |     |
| Sub total #1                                  |                                                                           | 3                                                              | 5            | 0       | 0        | 0         | 43.3      | 58        | 1552                   | 8                     | 11,880 | 3.30      |     |
| Proses penanganan abu batu bara kedalam truck |                                                                           |                                                                |              |         |          |           |           |           |                        |                       |        |           |     |
| 1                                             | membawa pallet ke tempat crane menggunakan handpallet                     |                                                                | ✓            |         |          |           | 5         | 12        | 300                    | 3                     | 1,200  | 0.33      |     |
| 2                                             | pallet yang berisi karung abu batu bara di angkat ke truck                |                                                                | ✓            |         |          |           | 3         | 12        | 300                    | 1                     | 3,600  | 1         |     |
| 3                                             | membuka karung dengan menggunakan kater, kemudian dituangkan ke bak truck | ✓                                                              |              |         |          |           | 0         | 206       | 240                    | 3                     | 16,480 | 4.58      |     |
| sub total #2                                  |                                                                           | 1                                                              | 2            | 0       | 0        | 0         | 8         | 230       | 840                    | 7                     | 21,280 | 5.91      |     |
| total keseluruhan                             |                                                                           | 4                                                              | 7            | 0       | 0        | 0         | 51.3      | 288       | 2392                   | 15                    | 33,160 | 9.21      |     |

Tabel 2. Waktu proses penanganan limbah menggunakan kereta rel pengangkut.

| No                | Uraian Kegiatan                                                                                                       | Proses penanganan abu batu bara kebottom ash batu bara |                  |              |               |                |           |           |                        |                       |           |      |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|--------------|---------------|----------------|-----------|-----------|------------------------|-----------------------|-----------|------|
|                   |                                                                                                                       | Operasi<br>○                                           | Tranportasi<br>⇒ | Inpeksi<br>□ | Menunggu<br>D | Menyimpan<br>▽ | Jarak (M) | Frekuensi | waktu kegiatan (detik) | Jumlah Orang/Kegiatan | Man Hours |      |
|                   |                                                                                                                       |                                                        |                  |              |               |                |           |           |                        |                       | Detik     | Jam  |
| 1                 | abu batu bara jatuh ke air                                                                                            |                                                        | ✓                |              |               |                | 0.5       | 0         | 2                      | 0                     | 0         | 0    |
| 2                 | abu batu baradi bawa conveyor ke penampungan yang sudah ada tong                                                      |                                                        | ✓                |              |               |                | 9.6       | 0         | 32                     | 0                     | 0         | 0    |
| 3                 | abu jatuh ke Tong yang sudah ada kereta rel dibawahnya                                                                |                                                        | ✓                |              |               |                | 1         | 0         | 8                      | 0                     | 0         | 0    |
| 4                 | dorong kereta rel ke tempat crane untuk di angkat ke lantai atas                                                      |                                                        | ✓                |              |               |                | 30.2      | 4         | 90                     | 1                     | 360       | 0.10 |
| 5                 | angkat tong yang berisi abu batu bara ke atas menggunakan crane                                                       | ✓                                                      |                  |              |               |                | 4         | 4         | 300                    | 2                     | 600       | 0.17 |
| 6                 | meletakkan tong ke pallet                                                                                             | ✓                                                      |                  |              |               |                | 1         | 4         | 120                    | 2                     | 240       | 0.07 |
| 7                 | membawa tong yang sudah di atas pallet ke bottom ash batu bara                                                        |                                                        | ✓                |              |               |                | 3         | 4         | 80                     | 2                     | 160       | 0.04 |
| Sub total #1      |                                                                                                                       | 3                                                      | 5                | 0            | 0             | 0              | 49.3      | 16        | 332                    | 7                     | 1,360     | 0.38 |
|                   |                                                                                                                       | Proses penanganan abu batu bara kedalam truck          |                  |              |               |                |           |           |                        |                       |           |      |
| 1                 | membawa pallet yang ada tongnya ke tempat penuangan tong ke truck menggunakan handpallet                              |                                                        | ✓                |              |               |                | 2         | 12        | 300                    | 2                     | 1,800     | 0.50 |
| 2                 | tong yang berisi abu batu bara kemudian di tuangkan kedalam bak truck dari lantai atas ditempat yang sudah disediakan | ✓                                                      |                  |              |               |                | 0         | 48        | 420                    | 2                     | 10,080    | 2.80 |
| sub total #2      |                                                                                                                       | 1                                                      | 2                | 0            | 0             | 0              | 2         | 60        | 720                    | 4                     | 11,880    | 3.30 |
| total keseluruhan |                                                                                                                       | 4                                                      | 7                | 0            | 0             | 0              | 51.3      | 76        | 1052                   | 11                    | 13,240    | 3.68 |

Waktu proses penanganan limbah abu batu bara dengan menggunakan kereta rel pengangkut tong yang berisi abu batu bara jumlah total waktu proses yaitu 3,68 jam. Dengan waktu tersebut proses penanganan limbah abu batu bara lebih baik dengan sebelumnya mengemas menggunakan karung dengan alat sekop dengan waktu proses 9,21 jam. Selisih dari waktu proses penanganan limbah abu batu bara menggunakan karung dengan kereta rel pengangkut adalah 5,53 jam atau 60,04 % dan lebih efisien menggunakan kereta rel pengangkut, karena banyak kegiatan yang di hilangkan dari proses sebelumnya yang memerlukan waktu yang cukup lama dalam penanganan limbah abu bara. Dengan perancangan yang telah di desain dapat dibandingkan estimasi biaya ongkos *material handling* proses menggunakan karung dan menggunakan tong dapat dilihat sebagai berikut :

Dengan cara manual menggunakan karung.

Tabel 3. Estimasi biaya ongkos *material handling* menggunakan karung.

| No | Uraian komponen biaya | Jumlah | Jumlah Biaya (Rp) | Satuan    |
|----|-----------------------|--------|-------------------|-----------|
| 1  | Gaji Pekerja          | 9      | 21,402,000        | per tahun |
| 2  | Troli                 | 1      | 410,000           | per tahun |
| 3  | Karung                | 108    | 168,480,000       | per tahun |
| 4  | Sekop                 | 2      | 80,000            | per tahun |
| 5  | Hand Pallet           | 1      | 3,800,000         | per tahun |
| 6  | Pallet                | 24     | 23,736,000        | per tahun |
| 7  | Bak abu batu bara     | 1      | 250,000           | per tahun |
| 8  | Mesin Crane           | 1      | 3,450,000         | per tahun |
|    | total                 |        | 221,608,000       | per tahun |

Jadi estimasi biaya ongkos *material handling* dengan cara manual menggunakan karung keseluruhan Rp 221,608,000,-/tahun.

Dengan cara menggunakan kereta rel pengangkut tong.

Tabel 4. Estimasi biaya ongkos *material handling* menggunakan kereta rel.

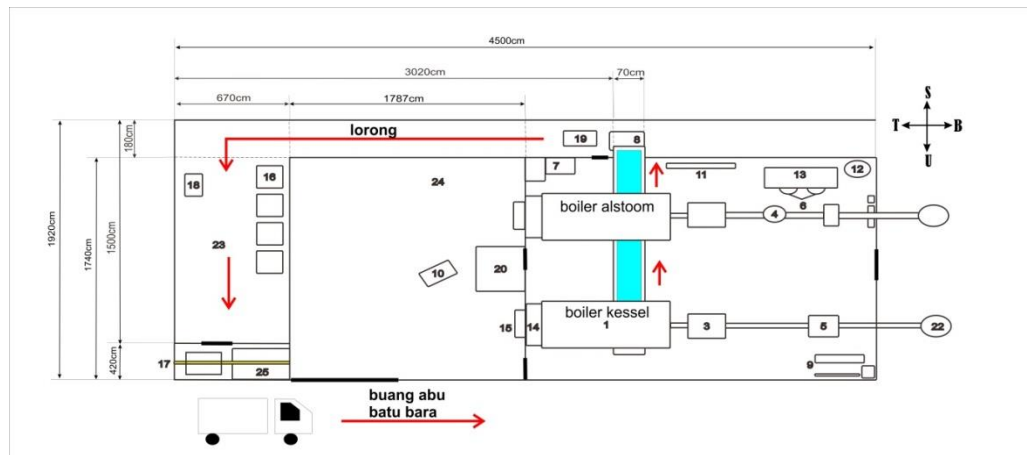
| No | Uraian komponen biaya | Jumlah | Jumlah Biaya (Rp) | Satuan    |
|----|-----------------------|--------|-------------------|-----------|
| 1  | Gaji Pekerja          | 4      | 85,608,000        | per tahun |
| 2  | Pereta                | 1      | 23,113,256        | per tahun |
| 3  | Rel                   | 2      | 4,455,000         | per tahun |
| 4  | Tong                  | 60     | 12,000,000        | per tahun |
| 5  | Pallet                | 24     | 23,736,000        | per tahun |
| 6  | Hand Pallet           | 1      | 3,800,000         | per tahun |
| 7  | Mesin Crane           | 1      | 3,450,000         | per tahun |
|    | total                 |        | 156,162,256       | per tahun |

Jadi estimasi biaya ongkos *material handling* menggunakan kereta rel pengangkut tong keseluruhannya Rp 156,162,256,-/tahun.

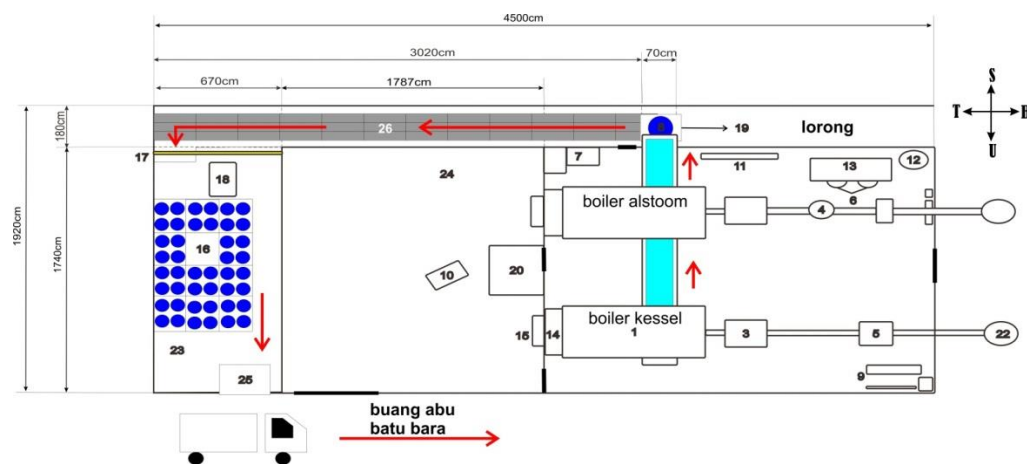
#### *Perbandingan menggunakan karung dan tong*

Jadi estimasi biaya ongkos *material handling* menggunakan karung adalah Rp 221,608,000,-/tahun dan menggunakan perancangan kereta rel pengangkut tong maka estimasi biaya ongkos *material handling* adalah Rp 156,162,256,-/tahun. Tetapi karena kereta rel pengangkut tong dapat digunakan dalam jangka panjang, maka biaya pengeluaran pembuatan kereta rel pengangkut tong hanya dihari pertama. Maka dari perhitungan didapat selisih sebesar Rp 65,445,744,-/tahun atau hemat 29,53 % dan dapat disimpulkan menggunakan kereta rel pengangkut tong lebih efisien dan meminimumkan pengeluaran.

Perubahan yang terdapat di dalam layout ruang *boiler* lama dengan yang baru mengalami perubahan karena dampak dari perancangan alat bantu *material handling* yaitu kereta rel pengangkut untuk proses penanganan limbah abu batu bara, berikut perbandingan layout ruang *boiler* lama dengan layout ruang *boiler* yang baru dapat dilihat di Gambar 4 dan gambar 5



Gambar 4. Layout boiler lama.



Gambar 5. Layout boiler baru.

## Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan dari penelitian perancangan alat bantu *material handling* untuk proses penanganan limbah abu batu bara di boiler PT Konimek dapat disimpulkan Penelitian perancangan alat bantu *material handling* ini berhasil membuat rancangan kereta rel pengangkut tong untuk abu batu bara dengan Ukuran kereta rel pengangkut yaitu 80 cm x 80 cm dengan tinggi 5 cm dan di tambah roda diameter 5cm tetapi roda sedikit masuk ke atas, jadi total tinggi kereta rel 7,5 cm. Waktu proses penanganan limbah abu batu bara dengan karung 9,21 jam dan menggunakan kereta pengangkut tong 3,68 jam. Selisih dari waktu proses penanganan limbah abu batu bara menggunakan karung dan kereta rel pengangkut adalah 5,53 jam atau 60,04 % dan lebih efisien menggunakan kereta rel pengangkut dan estimasi biaya ongkos *material handling* menggunakan karung adalah Rp 221,608,000,-/tahun dan menggunakan kereta rel pengangkut tong adalah Rp 156,162,256,-/tahun. Maka dari perhitungan didapat selisih sebesar Rp 65,445,744,-/tahun atau hemat 29,53 % dan dapat disimpulkan menggunakan kereta rel pengangkut tong lebih efisien dan meminimumkan pengeluaran.

## Daftar Pustaka

- Alexander, C. 1693. *Notes on the synthesis Of form combridge*. MA: Harvard University Press.
- Anonim. 2006. *Peralatan Energi Panas: Boiler &PemanasFluidaTermis*. UNEP.
- Archer, L. B. 1965. *Systematic Method for Desaigner*. London: The design Council.
- Jones. 1970. *Desaign Methode*. New York: Wiley Interscience.
- Djokosetyardjo, Ir. MJ. 1990. *Ketel Uap*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Herjanto, Eddy. 2008. *Manajemen Operasi*. Jakarta : Grasindo.
- Sutalaksana. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung. ITB.
- Kent, A. J. 1993. *Riegel's Handbook of Industrial Chemistry*. 9th edition. USA: Springer.
- Knudson, D. (2007). *Fundamentals of Biomechanics*. Chico: Springer.
- Lestari, Imelia Rizki, Rino AA dan Muhammad Iqbal. 2016. perancangan material handling equipment pada proses penggilingan ke oksidasi enzimatis bubuk teh menggunakan metode perancangan produk rasional pada PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri*. Vol. 3, No. 3, Juli 2016.
- Nafisah. 2003. *Grafika Komputer*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Phinyomark, A., Quaine, F., & Laurillau, Y. (2014). The Relationship between Anthropometric Variables and Features of Electromyography Signal for HumanComputer Interface. *Applications,Challenges, and Advancements in Electromyography Signal Processing*, 321353.
- Putra, Muhammad Dian, Ishardita PT dan Debrina PA. 2006. analisis perancangan alat bantu material handling produksi genteng menggunakan metode axiomatic house of quality (AHOQ). *Jemis*. e-ISSN 2477-6025. Vol. 4, No. 1, 2016.
- Stevenson, M. G. (1996). *Principles of Ergonomics*. Australia: Center for Safety Science-University of NSW.
- Stevensson, N. L.1976. *Introduction to Engineer Design*. London: Paitman Publishing Ltd.
- Theopilus, Yansen, William Jonathan dan Yusan Gustin. 2018. pengembangan alat bantu material handling untuk meminimasi beban kerja operator produksi crank case di PT.X. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. ISSN 2339-1499. Vol. 7, No. 2, Oktober 2018.
- Yuamiya, Ferida, Retno AS. 2016. usulan perancangan alat bantu untuk meminimalisir kelelahan fisik dan mental kerja. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. p-ISSN 1412-6869-4038. Vol. 15, No. 2, Desember 2016
- Zein, Reza Muhammad, Rino AN dan Muhammad Iqbal. 2018. Perancangan produk rasional material handling equipment pada proses manual palletting galon air mineral untuk mengurangi beban kerja operator. *Proceeding of Engineeering*. ISSN 2355-9365. Vol. 5, No. 3, Desember 2018.