

Minimalisasi Ongkos Unit Produksi dengan Otomatisasi Proses Operasi

Dony Susandi¹, Whydiantoro, Dadan Agus Hermawan
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Majalengka
email: ¹ds_777@ymail.com

Abstract

Companies are required to meet consumers need with limited capacity and capability of the company. In addition to limited capital, adaptability of technology absorption into the barriers that have an impact on production activities. Material handling activities involving the removal, handling, storage and material control with tools, people or machines. One of the main objectives are to reduce the production cost units through simplification, combination, shortening or eliminating unnecessary process. Programmable Logic Controller (PLC) can be applied to the production process activities (automation), including material handling to make it more efficient and effective so as to reduce the production time. This study consists of several stages, namely stages of identification, data collection and processing analysis and conclusion. the principle of the use of material handling equipment including the planning principle, the principle of standardization, working principle, ergonomic principles, and the principles of automation. This research aims to minimize the cost of the material handling control system using PLC. Some of the data used in the study is the operation process chart, routing sheet, average production time, material removal capacity and frequency, number of employees, the cost of labor, hours of work and rectilinear method used to determine the distance between facilities. The results showed a production unit with process automation (PLC) in material handling Rp. 5.99,- per meter, while production unit using manual labor (human) issued Rp. 8.42,- per meter.

Keywords: Material Handling, Reduce Production Time, Otomatisasi.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri saat ini cukup pesat dengan tingkat persaingan semakin tinggi. Perusahaan dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan konsumen dengan keterbatasan kapasitas dan kapabilitas perusahaan. Pada sebagian besar industri skala kecil-menengah, kegiatan proses produksi menggunakan mesin-mesin produksi konvensional. Selain keterbatasan permodalan juga permasalahan kemampuan adaptasi perusahaan dalam menyerap teknologi yang ada menjadi salah satu kesulitan yang dihadapi perusahaan dan berdampak pada aktifitas produksi.

Salah satu aktifitas produksi adalah aktifitas penanganan material dan merupakan salah satu elemen produksi yang membutuhkan biaya yang tidak sedikit serta dapat mempengaruhi struktur biaya produksi secara keseluruhan, sehingga perlu dilakukan perencanaan, pengawasan, pengendalian serta perbaikan agar tujuan kegiatan pemindahan bahan itu sendiri dapat tercapai (Apple, J. M., 1990: 226).

Menurut Aized, T., 2010, penanganan material melibatkan aktifitas pemindahan, penanganan, penyimpanan dan pengendalian material dengan alat, orang atau mesin. Salah satu tujuan utama dalam penanganan material adalah mengurangi unit ongkos produksi. Pendekatannya dapat dilakukan melalui pengelolaan waktu menunggu (*delay time*)

yaitu melalui simplifikasi, kombinasi, memperpendek atau menghilangkan proses yang tidak perlu dapat membantu mengurangi waktu kerja.

Pendekatan lainnya yaitu melalui otomatisasi proses operasi. Langkah operasi, urutan proses operasi dan tata letak proses/peralatan apabila turut direncanakan juga dapat mendukung tujuan minimasi pekerjaan. Kemampuan dan keterbatasan manusia harus dikenali dan dihargai dalam perancangan penugasan penanganan material dan peralatan untuk menjamin keamanan dan efektifitas operasi. Peralatan-peralatan yang dipilih semestinya dapat menghilangkan pekerjaan berulang dan pekerjaan manual berat bagi tenaga kerja (Aized, T., 2010).

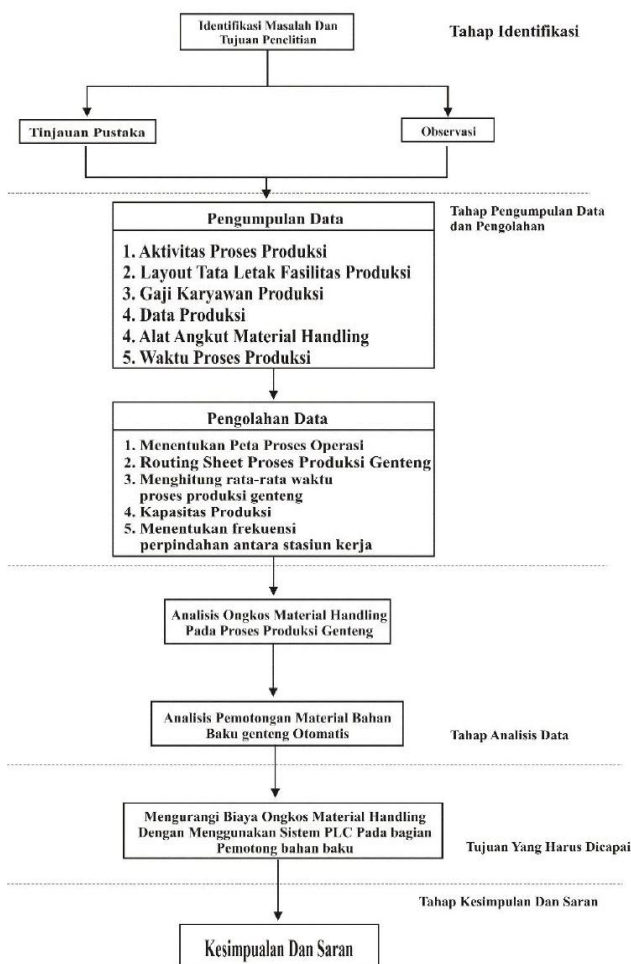
Pemanfaatan teknologi otomasi dalam penanganan material akan berdampak signifikan dalam meminimalisir ongkos penanganan bahan baku itu sendiri. Menurut Kay, M.G., 2012., operasi penanganan material sebaiknya di mekanisasi atau di otomatisasi apabila layak dalam memperbaiki efisiensi operasional, meningkatkan ketanggapan dan memperbaiki konsistensi serta prediksi, dan untuk menghilangkan tenaga kerja manual yang tidak aman dan berulang-ulang.

Ongkos yang ditimbulkan dalam penanganan material bersumber dari ongkos operasi dan ongkos

investasi serta pemeliharaan peralatan itu sendiri. Dasar efektifitas ekonomi penanganan material diukur berdasarkan pengeluaran per unit alat penanganan material. Memindahkan material berkaitan dengan ruang dan waktu yang membutuhkan ukuran, bentuk, massa dan kondisi bahan serta jalur dan frekuensi perpindahan material. Melalui simplifikasi, kombinasi, memperpendek atau menghilangkan proses yang tidak perlu dapat membantu mengurangi waktu kerja. Dengan teknologi otomasi, waktu proses produksi menjadi terukur dan terstandarisasi sehingga lebih mudah untuk melakukan perbaikan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, seperti tertera pada gambar 1. Secara garis besar, langkah-langkah penelitian terbagi menjadi 5 bagian besar yaitu tahap identifikasi, tahap pengumpulan data dan pengolahan, tahap analisis dan penarikan kesimpulan serta saran.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Tahap identifikasi merupakan langkah awal dalam penentuan alat penanganan material, Berdasarkan *Council on Material Handling*

Education (CIC-MHE) yang bekerjasama dengan *Material Handling Institut* (MHI, 2000) terdapat minimal 10 prinsip penentuan alat penanganan material diantaranya menjadi pertimbangan dalam penelitian ini adalah prinsip perencanaan, prinsip standarisasi, prinsip pekerjaan, prinsip ergonomi, dan prinsip automasi.

Pemotongan bahan baku material genteng menjadi fokus penelitian dalam penanganan material dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip dalam penentuan alat penanganan material. Pada proses pemotongan dilakukan oleh seorang operator/tenaga kerja secara manual yaitu dengan alat pemotong/pisau berupa kawat yang di ikatkan pada besi berdiameter 10 mm yang berbentuk melengkung (berbentuk U). Pada stasiun kerja mesin penggiling, terdapat 3 operator selain operator pemotong juga operator yang membantu memindahkan bahan baku hasil pemotongan ke alat angkut berupa gerobak dorong yang ditangani oleh 1 orang operator.

Beberapa data yang terkumpul dari hasil penelitian meliputi data spesifikasi produk, aktivitas proses produksi, waktu proses produksi genteng, *layout* stasiun kerja penggilingan, gaji karyawan dan alat angkut yang digunakan. Langkah berikutnya yaitu pengolahan data terdiri dari :

1. Penyusunan peta proses operasi
2. Menentukan *routing sheet* Proses Produksi Genting
3. Menentukan rata-rata waktu produksi genteng
4. Menentukan kapasitas produksi genteng
5. Menentukan frekuensi pemindahan bahan baku di stasiun kerja penggilingan

Penentuan Ongkos Material Handling

Secara umum biaya yang termasuk dalam perancangan dan operasi sistem penanganan material pada proses produksi genteng adalah biaya investasi (termasuk harga pembelian peralatan, harga komponen alat bantu, dan biaya instalasi), biaya operasi (perawatan mesin, bahan bakar dan tenaga kerja) dan biaya transportasi.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penentuan *ongkos material handling* adalah alat angkut yang digunakan (tenaga manusia-manual, tenaga manusia-semi otomatis, dan mesin otomatis) serta jarak pengangkutan dengan frekuensi perpindahannya. Penentuan ongkos penanganan material terdiri dari beberapa langkah (Djunaidi, M., *et al*, 2006), menentukan kapasitas angkut yaitu:

$$C = \frac{V_{tool}}{V_{mat}}$$

dengan,

C = Kapasitas alat angkut (unit)
 Vtool = Ukuran Alat Angkut (m³)
 Vmat = Ukuran Unit Dipindahkan (m³)

Selanjutnya adalah menentukan frekuensi pemindahan bahan baku, sebagai berikut :

$$f = \frac{n \text{ mat}}{c}$$

dimana,

f = frekuensi pemindahan
 $n \text{ mat}$ = jumlah unit yang dipindahkan
 C = kapasitas alat angkut

Selanjutnya adalah menentukan biaya/ongkos penanganan material per meter yaitu :

$$\frac{OMH}{m} = \frac{\text{cost}}{d}$$

dengan,

Cost = (Maintanance+Depresiasi+ Operator)
 OMH/m = biaya angkut/meter (Rp/m)
 Cost = biaya operasi / jam (Rp/jam)
 d = jarak angkut / jam (m/jam)

sehingga total ongkos penanganan material dapat dihitung formulasi sebagai berikut,

$$OMH = r \times f \times OMH/m$$

dengan,

OMH = ongkos *material handling*
 R = jarak perpindahan (m)
 f = frekuensi pemindahan

tahap selanjutnya melakukan perbandingan penentuan ongkos penanganan material manual (tanpa otomasi) dengan penentuan ongkos penanganan material terotomasi pada proses pemotongan bahan baku genteng. Otomatisasi stasiun kerja penggilingan bahan baku genteng tersebut telah dilakukan pada penelitian terdahulu dalam Dony, *et al* (2015). Pada penelitian tersebut, proses pemotongan bahan baku yang dilakukan oleh seorang operator di perbaiki dengan menggunakan pemotongan otomatis berbasis PLC (*programmable logic controller*).

Penelitian ini bertujuan meminimalkan ongkos produksi secara keseluruhan dengan meningkatkan produktifitas pada proses produksi genteng pada stasiun kerja pemotongan bahan baku genteng di pabrik Genteng Eddy Jaya yang berlokasi di Kecamatan Jatiwangi-Jawa Barat. Dalam penelitian ini, tidak dilakukan perubahan tata letak secara keseluruhan tetapi di fokuskan pada bagian pemotongan stasiun kerja penggilingan sehingga tidak terjadi perubahan tata letak secara signifikan.

III. PEMBAHASAN DAN ANALISIS

a. Data Pekerja

Pembagian jam kerja pada Pabrik Genteng Edy Jaya ada beberapa bagian waktu kerja diantaranya: mulai kerja dari hari Senin sampai Sabtu.

1. Untuk departemen peleburan, penggilingan, pemotongan dan pemindahan bahan baku dari pukul 09.00 – 14.00 WIB. Waktu istirahat ditetapkan selama satu jam, yaitu antara pukul 12.00 – 12.30 WIB.
2. Untuk Departemen pemipihan, penghalusan, pengeringan dan penjemuran dari pukul 07.00 – 15.00 WIB. Waktu istirahat ditetapkan selama satu jam, yaitu antara pukul 09.00 – 09.30 WIB dan 11:30-12:30 WIB
3. Untuk Departemen Pembakaran dan Departemen Griding dari pukul 06.00-13.30 WIB. Waktu Istirahat Antara Pukul 09.00 – 09.30 WIB.

Jumlah Tenaga kerja tersebut dikelompokkan menjadi beberapa bagian sebagaimana tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Tenaga Kerja Produksi pada tiap departemen

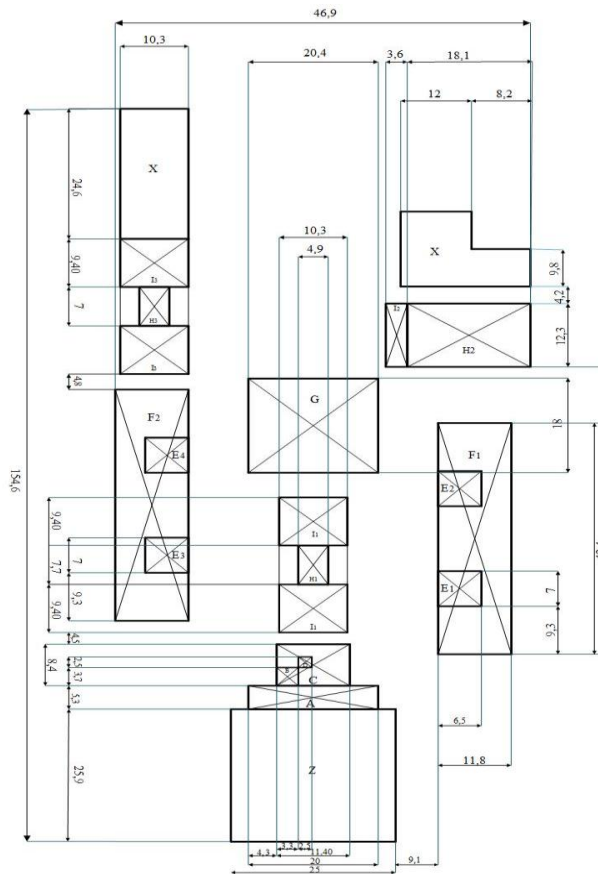
| No | Bagian/Departemen | Jumlah Tenaga Kerja (Orang) | Jam Kerja (menit) | Gaji (Rp) |
|----|------------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------|
| 1 | Peleburan | 6 (L) | 270 | 660.000 |
| 2 | Proses penggilingan | 1 (L) | 270 | 80.000 |
| 3 | Pemotongan | 1 (L) | 270 | 80.000 |
| 4 | Pemindahan Bahan Baku | 2 (L) | 270 | 160.000 |
| 5 | Pemipihan, Pencetakan, Penghalusan | 1 (P) 2 (L) 2 (P) | 390 | 325.000 |
| 6 | Pengeringan | 3 (P) | 390 | 165.000 |
| 7 | Penjemuran | 11 (L) | 390 | 770.000 |
| 8 | Pembakaran | 6 (L) | 330 | 1.170.000 |
| 9 | Gridding | 6 (L) | 330 | 480.000 |

b. Tata Letak Fasilitas

Dilihat dari aktifitas produksi, Pabrik Genteng Eddy Jaya terbagi menjadi beberapa area/stasiun kerja yaitu:

Tabel 2. Pengelompokan Area Per departemen

| Kode Area | Stasiun Kerja |
|-----------|------------------------------------|
| A | Peleburan |
| B | Penggilingan |
| C | Pemotongan |
| D | Pemindahan |
| E | Pemipihan, Pencetakan, Penghalusan |
| F | Pengeringan |
| G | Penjemuran |
| H | Pembakaran |
| I | Gridding |
| X | Persediaan Kayu Bakar |
| Z | Bahan Baku |



Dikerjakan Oleh:
Dadan Agus H

Layout Pabrik Genteng Edy Jaya

Skala: 1:300 Satuan: Cm Tanggal dipetakan :

Gambar 2. Layout Pabrik Genteng Edy jaya

Berdasarkan gambar 2, maka jarak perpindahan antar area aktifitas dapat diperoleh dengan menggunakan sistem penentuan jarak *rectiliner* yaitu jarak yang diukur antara pusat fasilitas dengan pusat fasilitas lainnya (Heragu, S., 1997). Titik pusat masing-masing area aktifitas ditentukan Berdasarkan pada luasan masing-masing area aktifitas dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jarak A-B} = \sqrt{x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Hasil perolehan titik pusat x dan y dari masing-masing areaaktifitas dapat dilihat pada tabel 3. Sedangkan jarak antar area dapat dihitung berdasarkan titik pusat yang diperoleh, hasil perhitungan jarak antar stasiun/area kerja selengkapny dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3. Titik Pusat Area Aktifitas

| Stasiun | x | y |
|---------|-------|-------|
| A | 20 | 5,3 |
| B | 3,30 | 3,70 |
| C | 11,40 | 8,40 |
| D | 2,50 | 2,50 |
| E | 6,50 | 7 |
| F | 11,80 | 42,40 |
| G | 20,40 | 18 |

| | | |
|----------------|-------|-------|
| H | 4,9 | 7,70 |
| H ₂ | 18,10 | 12,30 |
| I | 10,30 | 9,40 |
| I ₂ | 3,60 | 12,30 |

Tabel 4. Jarak Antar Stasiun/Area Kerja

| Dari | Ke | Jarak (m) |
|----------------|----------------|-----------|
| A | B | 18,3 |
| B | C | 12,8 |
| C | D | 14,8 |
| D | E | 8,5 |
| E | F | 40,7 |
| F | G | 33 |
| G | H | 25,8 |
| G | H ₂ | 8 |
| H | I | 7,1 |
| H ₂ | I ₂ | 14,5 |

c. Data Produksi

Beberapa Genteng yang di produksi adalah Genteng Brown, Genteng TP, dan Genteng Wuwung. Berikut adalah data produksi per tahun 2015 untuk 3 periode yaitu Mei, Juni dan Juli selama tahun 2015 (lihat tabel 5).

Tabel 5. Data Produksi

| Data Produksi 2015 | | | | | |
|----------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| No | Nama Produk | Bulan | | | Jumlah (Unit) |
| | | Mei | Juni | Juli | |
| 1 | Brown | 91000 | 90000 | 92100 | 273100 |
| 2 | TP | 143000 | 145000 | 143000 | 431000 |
| 3 | Wuwung | 4000 | 4300 | 4250 | 12550 |
| Jumlah (Unit) | | 238000 | 239300 | 239350 | |

Dari data tersebut dapat dihitung produksi genteng perhari:

$$\frac{238883,33}{26} = \mathbf{9188 \text{ genteng per hari}}$$

Dimana setiap 1 kali pemotongan dihasilkan 2 buah bahan baku sekaligus untuk proses pencetakan bahan baku menjadi genteng, sehingga diperoleh :

$$\frac{9188}{2} = \mathbf{4594 \text{ bahan baku/hari}}$$

Bahan baku tanah liat yang dibutuhkan adalah sebanyak 14 kubik dan pasir 1 kubik. Berdasarkan hasil pengamatan setiap stasiun/area kerja terdapat *scrap* yang dihasilkan (lihat tabel 6).

Tabel 6. Scrap Hasil Proses Produksi

| Nomer Operasi | Nama Operasi | Alat | % Skrap |
|---------------|-------------------|-----------------|---------|
| 1 | Peleburan | Cangkul | 0,1 |
| 2 | Penggilingan | Mesin Press | 3 |
| 3 | Pemotongan | Pisau (Manual) | 0,05 |
| 4 | Pemindahan | Gerobak | 2 |
| 5 | Pencetakan | Press Ulir | 1 |
| 6 | Penghalusan | Koas | 0,5 |
| 7 | Pengeringan | Rak Pengeringan | 0,1 |
| 8 | Penjemuran | Manual | 0,1 |
| 9 | Pembakaran | Tungku | 0,1 |
| 10 | Gridding (8 unit) | Tali Pengikat | 0 |

Berdasarkan tabel 2, bahwa stasiun kerja penggilingan, pemotongan dan pemindahan berada dalam 1 stasiun kerja, akan tetapi terbagi menjadi 3 operasi masing-masing yaitu operasi penggilingan, operasi pemotongan dan operasi pemindahan.

d. Waktu Proses Produksi Genteng

Waktu proses produksi setiap proses operasi diukur melalui metode pengukuran langsung dengan jam henti. Waktu proses untuk setiap stasiun/area kerja ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Waktu Proses Produksi

| No Operasi | Nama Operasi | Alat | Waktu Operasi/ Unit (Menit) |
|------------|--------------------------|----------------|-----------------------------|
| 1 | Peleburan | Cangkul | 60 |
| 2 | Penggilingan | Mesin Press | 0,18 |
| 3 | Pemotongan | Pisau (Manual) | 0,05 |
| 4 | Pemindahan | Gerobak | 1,45 |
| 6 | Pencetakan | Press Ulir | 0,26 |
| 7 | Penghalusan | Koas | 0,28 |
| 8 | Pengeringan | Rak | 1,31 |
| 9 | Penjemuran | Manual | 0,16 |
| 10 | Pembakaran | Tungku | 0,25 |
| 11 | Proses Gridding (8 unit) | Tali Pengikat | 0,10 |

e. Kapasitas Produksi

Terlebih dahulu menentukan kapasitas waktu yang tersedia per departemen per periode. Waktu tersedia disesuaikan dengan jumlah tenaga kerja dan jam kerja pada setiap departemen pemrosesan. Hasil perhitungan lengkap waktu produksi tersedia dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Kapasitas Waktu Produksi Tersedia

| Kode Area | Bagian/ Departemen | Jumlah Tenaga Kerja/ Mesin | Kapasitas Waktu Yang Tersedia/ Bulan (Menit) |
|-----------|---------------------|----------------------------|--|
| A | Peleburan | 6 (L) | 42120 |
| B | Proses penggilingan | 1 (L) | 7020 |
| C | Pemotongan | 1 (L) | 7020 |
| D | Pemindahan | 2 (L) | 14040 |

| | Bahan Baku | | |
|---|---|-------------------------|--------|
| E | Pemipihan bahan baku Pencetakan Penghalusan | 1 (P) 2 (L) 2 (P) | 50700 |
| F | Pengeringan | 3 (P) | 30420 |
| G | Penjemuran | 11 (L) | 111540 |
| H | Pembakaran | 6 (L) | 51480 |
| I | Proses Gridding (8 unit) | 6 (L) | 51480 |

Kapasitas produksi terhitung untuk keseluruhan proses pada setiap stasiun/area kerja. Jumlah produk yang dapat dikerjakan per bulan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{\text{kapasitas waktu yang tersedia/bulan (menit)}}{\text{waktu yang diperlukan per unit (menit/unit)}}$$

Hasil lengkap penentuan jumlah produk yang dapat dikerjakan per bulannya pada setiap stasiun/area kerja dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Kapasitas Produksi Genteng

| Kode Area | Stasiun Kerja | Kapasitas Waktu Yang Tersedia/ Bulan (Menit) | Waktu Proses Produksi (Menit) | Jumlah produk yang dapat dikerjakan /Bulan (Unit) |
|-----------|---------------|--|-------------------------------|---|
| A | Peleburan | 42120 | 60 | 702 |
| B | penggilingan | 7020 | 0,18 | 39000 |
| C | Pemotongan | 7020 | 0,05 | 140400 |
| D | Pemindahan | 14040 | 1,45 | 9682,76 |
| E | Pencetakan | 50700 | 0,54 | 93888,89 |
| F | Pengeringan | 30420 | 1,31 | 23221,37 |
| G | Penjemuran | 111540 | 0,16 | 697125 |
| H | Pembakaran | 51480 | 0,25 | 205920 |
| I | Gridding | 51480 | 0,10 | 514800 |

f. Frekuensi Perpindahan dan Jarak antara Stasiun Kerja

Fekuensi perpindahan adalah jumlah unit yang dipindahkan dalam sekali perpindahan per periode (bulan). Total frekuensi perpindahan diperoleh dari frekuensi perpindahan dikalikan dengan kapasitas alat penanganan material pada masing-masing operasi dan proses perpindahan (lihat tabel 10).

Tabel 10. Frekuensi Material Handling Manual

| Dari | Ke | Alat Angkut | Jumlah produk yang dapat dikerjakan /Bulan (Unit) | Kapasitas Material Handling (unit) | Total Frekuensi Perpindahan /Bulan (Kali) |
|------|----|------------------|---|------------------------------------|---|
| A | B | Manual (manusia) | 702 | 1 | 702 |
| B | C | Mesin | 39000 | 4 | 9750 |

| | | Penggiling | | | |
|----------------|----------------|-------------------------|---------------|----------|--------------|
| C | D | Manual (manusia) | 140400 | 2 | 70200 |
| D | E ₁ | Grobak | 9682,76 | 80 | 121,03 |
| D | E ₂ | Grobak | 9682,76 | 80 | 121,03 |
| D | E ₃ | Grobak | 9682,76 | 80 | 121,03 |
| D | E ₄ | Grobak | 9682,76 | 80 | 121,03 |
| E ₁ | F ₁ | Manual (manusia) | 93888,89 | 3 | 31296,29 |
| E ₂ | F ₁ | Manual (manusia) | 93888,89 | 3 | 31296,29 |
| E ₃ | F ₂ | Manual (manusia) | 93888,89 | 3 | 31296,29 |
| E ₄ | F ₂ | Manual (manusia) | 93888,89 | 3 | 31296,29 |
| F ₁ | G | Gerobak | 23221,37 | 100 | 232,214 |
| F ₂ | G | Gerobak | 23221,37 | 100 | 232,214 |
| G | H ₁ | Gerobak | 697125 | 100 | 6971,25 |
| G | H ₂ | Gerobak | 697125 | 100 | 6971,25 |
| G | H ₃ | Gerobak | 697125 | 100 | 6971,25 |
| H ₁ | I ₁ | Manual (manusia) | 205920 | 10 | 20592 |
| H ₂ | I ₂ | Manual (manusia) | 205920 | 10 | 20592 |
| H ₃ | I ₃ | Manual (manusia) | 205920 | 10 | 20592 |

Perhitungan ongkos penanganan material dalam penelitian ini difokuskan pada perpindahan material manual (tenaga manusia), perpindahan dengan alat angkut (gerobak) dan perpindahan material dengan PLC.

➤ Frekuensi Perpindahan dan Ongkos Material Handling Manual (Manusia)

Biaya penanganan material untuk setiap kali pengangkutan ditentukan berdasarkan ongkos per meter jarak termasuk pertimbangan biaya pembelian alat, biaya tenaga kerja dan biaya depresiasi alat. Dalam penelitian ini, stasiun/area kerja menggunakan tenaga manual (manusia) terdiri dari stasiun kerja A, B, C, D, E, F, G H dan I.

Frekuensi perpindahan material manual diperoleh dengan mengalikan frekuensi dengan jarak alat angkut (lihat tabel 11) dari stasiun kerja yang satu dan lainnya dengan sehingga diperoleh panjang lintasan (frekuensi total) antar departemen per stasiun kerja per periode (lihat tabel 12).

Tabel 12. Panjang Lintasan Alat Angkut Manual (manusia)

| Dari | Ke | Alat Angkut | Frekuensi (Kali) | Jarak (m) | Frek X Jarak (m) /bln |
|----------|----------|-------------------------|------------------|-------------|-----------------------|
| A | B | Manual (manusia) | 702 | 18,3 | 12846,6 |
| B | C | Mesin penggiling | 9750 | 12,8 | 124800 |
| C | D | Manual (manusia) | 70200 | 14,8 | 1038960 |

| | | | | | |
|----------------|----------------|------------------|-----------|-------|----------|
| E ₁ | F ₁ | Manual (manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 |
| E ₂ | F ₁ | Manual (manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 |
| E ₃ | F ₂ | Manual (manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 |
| E ₄ | F ₂ | Manual (manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 |
| H ₁ | I ₁ | Manual (manusia) | 20592 | 7,1 | 146203,2 |
| H ₂ | I ₂ | Manual (manusia) | 20592 | 14,5 | 298584 |
| H ₃ | I ₃ | Manual (manusia) | 20592 | 7,1 | 146203,2 |
| TOTAL | | | 267506.52 | 237.4 | 6862633 |

Gaji/ongkos kerja per menit diperoleh berdasarkan informasi data yang diperoleh (lihat tabel 1) dibagi dengan waktu kerja setiap pekerja pada masing-masing departemen (lihat Tabel 13).

Tabel 13. Gaji per Orang per Menit

| No | Bagian/Departemen | Jumlah Tenaga Kerja (Orang) | Gaji (RP.) | Waktu Kerja (Menit) | Gaji Pekerja / Departemen (Permenit) | Gaji Pekerja/Orang (Permenit) |
|----|------------------------------------|-----------------------------|------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Peleburan | 6 (L) | 660.000 | 270 | 2444,44 | 407,40 |
| 2 | penggilingan | 1 (L) | 80.000 | 270 | 296,29 | 296,29 |
| 3 | Pemotongan | 1 (L) | 80.000 | 270 | 296,29 | 296,29 |
| 4 | Pemindahan | 2 (L) | 160.000 | 270 | 592,59 | 296,29 |
| 5 | Pemipihan, Pencetakan, Penghalusan | 1 (P) | 325.000 | 390 | 833,33 | 166,67 |
| | | 2 (L) | | | | |
| | | 2 (P) | | | | |
| 6 | Pengerangan | 3 (P) | 165.000 | 390 | 423,08 | 141,03 |
| 7 | Penjemuran | 11 (L) | 770.000 | 390 | 1974,36 | 179,49 |
| 8 | Pembakaran | 6 (L) | 1.170.000 | 330 | 3545,45 | 590,91 |
| 9 | Grinding | 6 (L) | 480.000 | 330 | 1454,54 | 242,42 |

Ongkos pemindahan material per unit adalah gaji/ongkos kerja per menit dikalikan dengan waktu pemindahan pada masing-masing stasiun kerja. Sehingga besarnya ongkos perpindahan setiap periode (bulan) diperoleh dari perkalian frekuensi produk yang dipindahkan (unit per bulan) dengan ongkos pemindahan material per unit. Hasil keseluruhan ongkos pemindahan material dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Ongkos Perpindahan Material Alat Angkut Manual (Manusia)

| Stasiun Kerja | Waktu pengerjaan proses (menit) | Waktu pemindahan (menit) | Gaji / Ongkos Kerja Rp. (menit) | Ongkos pemindahan material Rp. (unit) | Frekuensi produk dipindahkan (unit /bulan) | Ongkos perpindahan bulan (Rp.) |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------|
| | (a) | (b) | (c) | (b)*(c)=(d) | (e) | (d)*(e) |
| Peleburan | 60 | 0,16 | 407,40 | 65,184 | 702 | 45759,2 |
| Penggilingan | 0,18 | 0,16 | 296,29 | 47,4064 | 9750 | 4622124 |
| Pemotongan | 0,05 | 0,08 | 296,29 | 23,7032 | 70200 | 16639646,4 |
| Pencetakan | 0,541 | 0,862 | 166,67 | 143,67 | 31296,3 | 4496339 |
| Pembakaran | 0,25 | 0,16 | 590,91 | 94,5456 | 20592 | 19468830 |
| Proses Grinding | 0,10 | 0,08 | 242,42 | 19,3936 | 64350 | 12479782 |
| | | | | | Total | 57752481 |

Tabel 16. Total Ongkos Material Handling (OMH) per Bulan

| Dari | Ke | Alat Angkut | Frek. | Jarak (m) | Frek. x Jarak | OMH/m (Rp.) | Total OMH (Rp.) |
|----------------|----------------|-------------------------|--------------|-------------|------------------|-------------|--------------------|
| | | | (1) | (2) | (3)=(1)*(2) | (4) | (5)=(3)*(4) |
| A | B | Manual (Manusia) | 702 | 18,3 | 12847 | 8,42 | 108171,74 |
| B | C | Mesin penggiling | 9750 | 12,8 | 124800 | 8,42 | 1050816 |
| C | D | Manual (Manusia) | 70200 | 14,8 | 1038960 | 8,42 | 8748043,2 |
| D | E ₁ | Grobak | 121,03 | 8,5 | 4926 | 11,7 | 57634,2 |
| D | E ₂ | Grobak | 121,03 | 8,5 | 4926 | 11,7 | 57634,2 |
| D | E ₁ | Grobak | 121,03 | 8,5 | 4926 | 11,7 | 57634,2 |
| D | E ₂ | Grobak | 121,03 | 8,5 | 4926 | 11,7 | 57634,2 |
| E ₁ | F ₁ | Manual (Manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 | 8,42 | 10725050,78 |
| E ₂ | F ₂ | Manual (Manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 | 8,42 | 10725050,78 |
| E ₃ | F ₃ | Manual (Manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 | 8,42 | 10725050,78 |
| E ₄ | F ₄ | Manual (Manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 | 8,42 | 10725050,78 |
| F ₁ | G | Grobak | 232,214 | 33 | 7663 | 11,7 | 89657,1 |
| F ₂ | G | Grobak | 232,214 | 33 | 7663 | 11,7 | 89657,1 |
| G | H ₁ | Grobak | 6971,3 | 25,8 | 179858 | 11,7 | 2104338,6 |
| G | H ₂ | Grobak | 6971,3 | 8 | 55770 | 11,7 | 652509 |
| G | H ₃ | Grobak | 6971,3 | 25,8 | 179858 | 11,7 | 2104338,6 |
| H ₁ | I ₁ | Manual (Manusia) | 20592 | 7,1 | 146203,2 | 8,42 | 1231030,944 |
| H ₂ | I ₂ | Manual (Manusia) | 20592 | 14,5 | 298584 | 8,42 | 2514077,28 |
| H ₃ | I ₃ | Manual (Manusia) | 20592 | 7,1 | 146203,2 | 8,42 | 1231030,944 |
| TOTAL | | | | 397 | 7313149,4 | | 63054410,43 |

➤ **Frekuensi Perpindahan dan Ongkos Material Handling dengan Alat Angkut (Gerobak)**

Dalam menentukan besaran frekuensi perpindahan dan ongkos penanganan material dengan alat angkut (gerobak) maka perlu dipertimbangkan depresiasi dan perawatan alat angkut serta operator yang mengoperasikan alat angkut tersebut. Biaya depresiasi terhitung berdasarkan biaya investasi serta umur ekonomis dari alat angkut tersebut.

Sedangkan biaya perawatan merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan sebagai akibat dari penggunaan alat angkut, misalnya penggantian komponen, ongkos *service* dan sebagainya. Biaya lainnya adalah ongkos tenaga kerja yang mengoperasikan alat angkut, semakin banyak alat angkut maka jumlah operator pun semakin bertambah sehingga akan berdampak pada ongkos total operator.

Dalam penelitian ini, berdasarkan tabel 10 alat angkut yang digunakan adalah gerobak stasiun D, E, F, G, dan H. Masing-masing panjang lintasan pada stasiun/area kerja tersebut dapat dilihat pada tabel 15. Berdasarkan tabel 15, total panjang lintasan dengan alat angkut sebesar 434928 m per bulan. Sesuai dengan hari kerja maka rata-rata perpindahan per harinya adalah sebesar 16728 m/hari.

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dony, et al (2015) telah terjadi perbaikan cara kerja, hanya menggunakan 2 orang tenaga kerja

sebagai operator mesin pemotong sekaligus sebagai operator pemindahan bahan baku hasil pemotongan ke alat angkut yaitu gerobak. 1 orang operator lainnya berfungsi sebagai operator alat angkut yang memindahkan bahan bakuhasil pemotongan ke stasiun kerja selanjutnya yaitu pencetakan bahan baku menjadi barang setengah jadi.

Tabel 15. Panjang Lintasan Perpindahan dengan Alat Angkut (Gerobak)

| Dari | Ke | Alat Angkut | Frekuensi (Kali) | Jarak (m) | Frekuensi x Jarak (m) /bln |
|----------------|----------------|-------------|------------------|-----------|----------------------------|
| D | E ₁ | Gerobak | 121,03 | 8,5 | 1029 |
| D | E ₂ | Gerobak | 121,03 | 8,5 | 1029 |
| D | E ₃ | Gerobak | 121,03 | 8,5 | 1029 |
| D | E ₄ | Gerobak | 121,03 | 8,5 | 1029 |
| F ₁ | G | Gerobak | 232,214 | 33 | 7663 |
| F ₂ | G | Gerobak | 232,214 | 33 | 7663 |
| G | H ₁ | Gerobak | 6971,3 | 25,8 | 179858 |
| G | H ₂ | Gerobak | 6971,3 | 8 | 55770 |
| G | H ₃ | Gerobak | 6971,3 | 25,8 | 179858 |
| Total | | | | | 434928 |

Pada stasiun/area kerja pemotongan (stasiun kerja C) kapasitas waktu tersedia pada operasi pemotongan menjadi lebih kecil dibandingkan apabila menggunakan operator pemotongan dengan tenaga manua (manusia). Menggunakan tenaga manual (manusia) kapastis tersedia adalah 7020 unit per bulan sedangkan sebaliknya dengan menggunakan mesin pemotong otomatis, kapasitas waktu tersedia menjadi sebesar 10920 unit per bulan dengan kapasitas pemotongan menjadi sebanyak 3 bahan baku yang dihasilkan dari proses pemotongan dalam sekali pemotongan.

Tabel 16 Total Ongkos Material Handling (OMH) per Bulan

| Dari | Ke | Alat Angkut | Frek. | Jarak (m) | Frek. x Jarak | OMH/meter (Rp.) | Total OMH (Rp.) |
|----------------|----------------|-----------------------|---------------|-------------|------------------|-----------------|--------------------|
| | | | (1) | (2) | (3)=(1)*(2) | (4) | (5)=(3)*(4) |
| A | B | Manual (Manusia) | 702 | 18,3 | 12847 | 8,42 | 108171,74 |
| B | C | Mesin penggiling | 9750 | 12,8 | 124800 | 8,42 | 1050816 |
| C | D | Otomatis (PLC) | 182000 | 14,8 | 2693600 | 0 | 0 |
| D | E ₁ | Grobak | 121,03 | 8,5 | 4926 | 11,7 | 57634,2 |
| D | E ₂ | Grobak | 121,03 | 8,5 | 4926 | 11,7 | 57634,2 |
| D | E ₁ | Grobak | 121,03 | 8,5 | 4926 | 11,7 | 57634,2 |
| D | E ₂ | Grobak | 121,03 | 8,5 | 4926 | 11,7 | 57634,2 |
| E ₁ | F ₁ | Manual (Manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 | 8,42 | 10725050,78 |
| E ₂ | F ₂ | Manual (Manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 | 8,42 | 10725050,78 |
| E ₃ | F ₃ | Manual (Manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 | 8,42 | 10725050,78 |
| E ₄ | F ₄ | Manual (Manusia) | 31296,29 | 40,7 | 1273759 | 8,42 | 10725050,78 |
| F ₁ | G | Grobak | 232,214 | 33 | 7663 | 11,7 | 89657,1 |
| F ₂ | G | Grobak | 232,214 | 33 | 7663 | 11,7 | 89657,1 |
| G | H ₁ | Grobak | 6971,3 | 25,8 | 179858 | 11,7 | 2104338,6 |
| G | H ₂ | Grobak | 6971,3 | 8 | 55770 | 11,7 | 652509 |
| G | H ₃ | Grobak | 6971,3 | 25,8 | 179858 | 11,7 | 2104338,6 |
| H ₁ | I ₁ | Manual (Manusia) | 20592 | 7,1 | 146203,2 | 8,42 | 1231030,944 |
| H ₂ | I ₂ | Manual (Manusia) | 20592 | 14,5 | 298584 | 8,42 | 2514077,28 |
| H | I ₃ | Manual (Manusia) | 20592 | 7,1 | 146203,2 | 8,42 | 1231030,944 |
| TOTAL | | | | 397 | 7313149.4 | | 54306367,23 |

Efektivitas waktu proses pemotongan berdampak positif terhadap kapasitas waktu tersedia pada setiap periodenya, artinya jumlah produk yang dapat dikerjakan pun meningkat menjadi sebesar 546000 unit per bulan yang sebelumnya hanya 140400 unit per bulan.

Terjadi peningkatan frekuensi pemotongan bahan baku yang sebelumnya hanya 70200 per bulan menjadi 182000 per bulan mengingat jumlah bahan baku yang dapat dikerjakan pun meningkat. Secara keseluruhan, ongkos total penanganan material pada stasiun/area kerja pemotongan menggunakan PLC sebesar Rp. 54.306.367,23,- dan berkurang signifikan sebesar 7-10% dari total penanganan material manual (manusia) Rp. 63 054 410,43. Hasil lengkap perhitungan ongkos penanganan material dengan menggunakan kendali PLC dapat dilihat pada tabel 16.

IV. KESIMPULAN

Melalui proses simplifikasi, kombinasi dan menghilangkan proses yang tidak diperlukan dengan memanfaatkan teknologi otomasi maka ongkos penanganan material dapat diminimalisir serendah-rendahnya.

Dengan teknologi otomasi dapat membantu tenaga manusia dalam meningkatkan konsistensi proses pekerjaan terutama untuk pekerjaan yang membutuhkan tingkat keamanan dan berulang-ulang.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini serta pihak Universitas Majalengka yang turut membantu pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

- [1] Apple, James M. *Tata Letak Pabrik dan Pemandangan Bahan. Edisi Ketiga*. Bandung: ITB.1990.
- [2] Aized, T., 2010. Flexible manufacturing system: hardware components. *Future Manufacturing Systems*, pp.1-16.
- [3] Kay, M.G., 2012. Material Handling Equipment. *Fitts Dept. of Industrial and Systems Engineering North Carolina State University*, p.65.
- [4] William, B., 2004. Programmable Logic Controller (PLC) edisi 3. *Jakarta, Erlangga*.
- [5] MHI, 2000, The Ten Principles of Material Handling, Charlotte, NC: Material Handling Institute.
- [6] Djunaidi, M., Nugroho, M.T. and Anton, J., 2006. Simulasi Group Technology System Untuk Meminimalkan Biaya Material Handling Dengan Metode Heuristic. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 4(3), pp.129-138.
- [7] Heragu, S., *Facilities design*, 1997.
- [8] Susandi, D., Rachmat, A., Samantha, Y. dan Priyatna, G., 2015. Perancangan Mesin Pemotongan Bahan Baku Genteng Dengan Sistem Kendali PLC *Logic Smart Relay (SR3B101FU)*. *J-Ensitem*, 2(01).