

**PENGURANGAN JARAK *MATERIAL HANDLING* PADA PROSES PRODUKSI
PRODUK ALUMINIUM DENGAN MELAKUKAN
PERANCANGAN ULANG TATA LETAK PABRIK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Utomo Izzayanto
No. Mahasiswa : 12 522 187

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2016**

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 28 April 2016



Utomo Izzayanto

12 522 187



“WL” ALUMINIUM

aluminium casting - cook ware - ingot - base metal

Jl. Pakel Baru Selatan No. 14 Sorosutan Umbulharjo Yogyakarta 55162

Telp : 0274 - 377153 E-mail : wl.aluminium@yahoo.com

SURAT KETERANGAN

Kami yang bertandatangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Nama : Utomo Izzayanto
NIM : 12 522 187
Jurusan : Teknik Industri
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah melakukan pengamatan dan penelitian dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan Judul “Pengurangan Jarak *Material Handling* Pada Proses Produksi Produk Aluminium Dengan Melakukan Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik” yang dilaksanakan pada bulan April 2016. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 28 April 2016

Admin
WL Aluminium

Jl. Pakel Baru Selatan No. 14
Yogyakarta (Sorosutan) 377153

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGURANGAN JARAK *MATERIAL HANDLING* PADA PROSES PRODUKSI
PRODUK ALUMINIUM DENGAN MELAKUKAN
PERANCANGAN ULANG TATA LETAK PABRIK**

TUGAS AKHIR**ISLAM**

Oleh

Nama : Utomo Izzayanto

No. Mahasiswa : 12 522 187

Fak/Jurusan : FTI/Teknik Industri

Yogyakarta, 29 April 2016.

Menyetujui,

Pembimbing

(Harwati, ST., MT.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PENGURANGAN JARAK MATERIAL HANDLING PADA PROSES PRODUKSI PRODUK ALUMINIUM DENGAN MELAKUKAN PERANCANGAN ULANG TATA LETAK PABRIK

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Utomo Izzayanto
No. Mahasiswa : 12 522 187
Fak/Jurusan : FTI/Teknik Industri

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 24 Mei 2016

Tim Penguji
Harwati, ST., MT.
Ketua

Ir. Ali Parkhan, MT.
Anggota I

Sri Indrawati, ST., M.Eng.
Anggota II

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



(Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada orang tuaku

Bapak Heru Riyanto, S.Pd. dan Ibu Muryati, S.Pd yang telah mendukungku

dari berbagai bentuk mulai dari materi, mental, dan yang terpenting yaitu doa.

HALAMAN MOTTO

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

...niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. ...

(Al Mujaadilah:11)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam marilah kita haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa ilmu pengetahuan yang luar biasa hingga saat ini.

Tugas Akhir merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana strata-1 pada jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Dengan pelaksanaan Tugas Akhir ini diharapkan mahasiswa dapat mengetahui penerapan ilmu pengetahuan selama bangku kuliah pada lapangan pekerjaan secara nyata dalam suatu dunia industri.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir di WL Aluminium, penulis telah banyak mendapat bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Imam Djati Widodo, M. Eng., Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Harwati, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Wahyudi selaku *Owner* dari WL Aluminium.
5. Bapak Edi Santoso selaku Pembimbing Lapangan di WL Aluminium.
6. Seluruh karyawan WL Aluminium yang telah membagi pengalaman selama pelaksanaan tugas akhir.
7. Ayah dan Ibu serta Saudara-saudaraku yang memberikan semangat, doa, serta dukungan dalam pelaksanaan tugas akhir ini. Kalian adalah sumber semangat terbesarku dalam menjalani hidup ini.
8. Teman-teman seperjuanganku Ramadhan, Ali, Dedi, Lukman, Anggota "Kontrakan Petir", serta teman-teman lainnya yang telah memberikan dukungan dan semangat pada pelaksanaan tugas akhir ini.
9. Serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan kritik sangat diharapkan penulis dari pembaca agar dapat berguna untuk perbaikan laporan ini dikemudian hari. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, penulis, dan semua pihak yang terkait. Aamiin.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 29 April 2016

Penulis

Utomo Izzayanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN	ii
SURAT KETERANGAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING\	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Permasalahan	3
1.3. Batasan Permasalahan	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan Laporan TA	4
BAB II	6
KAJIAN LITERATUR	6
2.1. Kajian Deduktif	6
2.2. Kajian Induktif	7
2.3. Ringkasan	10
BAB III	11
METODE PENELITIAN	11
3.1. Objek Penelitian	11
3.2. Sumber dan Jenis Data	11
3.3. Metode Pengolahan Data	12
3.4. Alur Penelitian	23

BAB IV	25
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	25
4.1. Pengumpulan Data	25
4.2. Pengolahan Data	38
4.2.1. Value Stream Mapping (VSM)	38
4.2.1. Perancangan Ulang Tata Letak	40
BAB V	49
PEMBAHASAN	49
5.1. Identifikasi <i>Waste</i>	49
5.2. Perancangan Ulang Tata Letak	49
5.2.1. Jarak <i>Material Handling</i>	51
5.2.2. Aliran Proses Produksi	55
5.2.3. Penempatan Gudang <i>Safety Stock</i>	58
5.2.4. Penempatan Penyimpanan Barang Setengah Jadi	58
5.3. Perbandingan Kondisi Awal dan Sesudah Perbaikan	59
5.4. Kelemahan Penelitian	60
BAB VI	62
PENUTUP	62
6.1. Kesimpulan	62
6.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel informasi komponen penyusun produk	14
Tabel 3. 2 Contoh penggunaan tabel rute produksi "Jack Stand"	15
Tabel 3. 3 Alasan-alasan yang dapat digunakan dalam menentukan derajat hubungan.	18
Tabel 3. 4 Derajat hubungan antar fasilitas/area.....	18
Tabel 3. 5 Contoh penggunaan dari ARW	19
Tabel 4. 1 Kelompok produk yang dihasilkan oleh WL Aluminium	26
Tabel 4. 2 Alur proses produksi nyata yang dibuat secara detail	29
Tabel 4. 3 Identifikasi waste yang ada pada proses produksi	32
Tabel 4. 4 Data setiap area pada layout awal beserta ukuran dan titik pusatnya	35
Tabel 4. 5 Tabel perhitungan jarak material handling menggunakan metode Rectilinear	37
Tabel 4. 6 Analisis komponen penyusun produk yang dibedakan per kelompok	41
Tabel 4. 7 Rute produksi dari produk WL Aluminium.....	41
Tabel 4. 8 Lembaran kerja produk dari WL Aluminium	44
Tabel 5. 1 Perhitungan ukuran dan titik pusat koordinat seluruh area pada Layout Usulan	52
Tabel 5. 2 Perhitungan jarak material handling pada Layout Usulan.....	52
Tabel 5. 4 Tabel penurunan jarak material handling dengan membandingkan kedua tata letak (dengan mengacu frekuensi per-hari)	53
Tabel 5. 5 Perbandingan jarak material handling layout awal dan usulan beserta persentase penurunan	54
Tabel 5. 6 Perbandingan jarak material handling antara area labelling menuju gudang safety stock	58
Tabel 5. 7 Perbandingan jarak material handling masing-masing jenis penyimpanan barang setengah jadi.....	59
Tabel 5. 8 Perbandingan permasalahan antara kondisi awal dan usulan	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Contoh dari penggunaan blok diagram dari Perabot Rumah Tangga sederhana	15
Gambar 3. 2 Contoh penggunaan ARC menentukan derajat hubungan antar fasilitas/area	19
Gambar 3. 3 Contoh penggunaan dari ARD	20
Gambar 3. 4 Contoh penggunaan dari Blocplan	21
Gambar 3. 5 Contoh perancangan layout detail dengan menyesuaikan luasan setiap area pada space yang telah ditentukan.....	21
Gambar 3. 6 Flowchart dari alur penelitian yang akan dilakukan	23
Gambar 4. 1 Beberapa simbol yang digunakan pada VSM dan tersedia di Microsoft Visio.....	12
Gambar 4. 2 Contoh penggunaan dari Value Stream Mapping.....	13
Gambar 4. 3 Gambar beberapa produk WL Aluminium seperti soblok, panci, dan wajan	26
Gambar 4. 4 Layout awal proses produksi di WL Aluminium beserta ukuran area dan aliran proses produksinya	36
Gambar 4. 5 Penyimpanan terpadu yang mencakup semua jenis barang setengah jadi dan barang jadi.....	38
Gambar 4. 6 Penggunaan VSM dalam mengidentifikasi waste material handling pada alur produksi WL Aluminium.....	39
Gambar 4. 7 Gambaran permasalahan yang ada di proses produksi WL Aluminium....	40
Gambar 4. 8 Peta proses produksi dari kelompok produk A	42
Gambar 4. 9 Peta proses produksi dari kelompok produk B	43
Gambar 4. 10 Analisis derajat hubungan menggunakan ARC	43
Gambar 4. 11 Penentuan alur proses produksi menggunakan ARD.....	46
Gambar 4. 12 Pengalokasian posisi setiap area menggunakan Blocplan	47
Gambar 4. 13 Penempatan dan menyesuaikan ukuran setiap area pada layout detail	48

Gambar 5. 1 Layout Usulan dari proses produksi	50
Gambar 5. 2 Layout awal yang memperlihatkan aliran proses produksi, ukuran setiap area dan gambaran penyimpanan terpadu	56
Gambar 5. 3 Aliran proses produksi pada layout usulan	57
Gambar 5. 4 Future Value Stream Mapping.....	61
Gambar A- 1 Area Peleburan yang terdapat Tungku	66
Gambar A- 2 Area Pencetakan	67
Gambar A- 3 Area Kikir	67
Gambar A- 4 Area Bubut.....	68
Gambar A- 5 Area Boring	68
Gambar A- 6 Area Pemasangan Handle	69
Gambar A- 7 Area Labelling	69
Gambar A- 8 Penyimpanan terpadu.....	70
Gambar A- 9 Gudang Safety Stock	70

DAFTAR NOTASI

(1).	Rumus menghitung jarak <i>reclinear</i>	22
(2).	Rumus menghitung jarak <i>euclidean</i>	22

ABSTRAK

Dalam menjaga eksistensinya, perusahaan harus mampu melakukan persaingan dengan perusahaan lainnya. Salah satunya dengan mengoptimalkan sistem produksi yang ada di perusahaannya. Namun, permasalahan yang sering dihadapi yaitu munculnya *waste* yang dapat mengurangi produktivitas perusahaan. Maka perlu adanya suatu upaya dalam menganalisis dan meminimalisir *waste* tersebut. Dalam menganalisis *waste*, dapat dilakukan menggunakan bantuan *tool Value Stream Mapping (VSM)*. Dimana penelitian ini dilakukan pada WL Aluminium yaitu salah satu IKM yang memproduksi beberapa jenis alat-alat dapur dari aluminium, terdapat beberapa *waste* yang terjadi seperti jarak *material handling* yang kurang efisien, alur produksi yang bolak balik, serta tempat penyimpanan beberapa jenis barang setengah jadi yang kurang baik. Perbaikan terhadap masalah ini dilakukan dengan merancang ulang tata letak menggunakan metode *Activity Relationship*. Hasil dari perancangan ulang tata letak tersebut yaitu menurunnya jarak *material handling* sebesar 2236,5 m /hari atau sekitar 53,2% yang diukur menggunakan metode Pengukuran Jarak *Rectlinier*, aliran produksi yang lebih efisien, serta penyimpanan barang setengah jadi dan gudang yang lebih teratur.

Kata Kunci: *Waste, Value Stream Mapping (VSM), Perancangan Ulang Tata Letak*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

WL Aluminium merupakan salah satu IKM yang memproduksi berbagai macam alat dapur dimana bahan materialnya terbuat dari aluminium. Jenis aluminium yang digunakan yaitu aluminium ingot dan rongsok. Beberapa produk yang dihasilkan oleh IKM ini yaitu wajan, panci, ketel, soblok, dan citel. WL Aluminium melakukan produksi sesuai pesanan yang ada, namun juga melakukan penyimpanan stok cadangan barang jadi untuk menyesuaikan kekurangan produksi ataupun jumlah pesanan yang tidak terpenuhi. Dalam aktivitas produksinya, WL Aluminium masih perlu melakukan evaluasi dan perbaikan untuk mengoptimalkan potensi dari proses produksi yang ada karena saat ini masih dalam tahap perkembangan sebagai industri kecil menengah. Salah satunya yaitu dengan mengoptimalkan proses produksi di IKM tersebut, sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Hal itu dilakukan untuk mempertahankan eksistensi perusahaan dari persaingan dengan industri sejenis.

Namun permasalahan yang sering dihadapi oleh perusahaan yaitu adanya *waste* atau pemborosan yang terjadi pada proses produksi. Lewis (2005) menyebutkan beberapa macam *waste* yaitu produk cacat, *inventory*, pergerakan yang tidak efektif, produksi yang berlebihan, *overprocessing*, transportasi, dan *waiting*. Beberapa dampak dari adanya *waste* yaitu terjadi pemborosan aktivitas, waktu, dan biaya yang terjadi pada proses produksi. Salah satu *waste* yang terjadi pada proses produksi WL Aluminium yaitu transportasi. Dimana hal ini terlihat pada jarak *material handling* yang relatif besar yaitu sebesar 175,5 m jika dibandingkan dengan keliling pabrik yang hanya sebesar 114 m. Selain itu permasalahan lainnya yaitu aliran dari proses produksi yang kurang baik karena berpola tidak beraturan dan bolak balik, serta penyimpanan beberapa jenis barang setengah jadi yang digabung dimana hal ini mengakibatkan tidak efisiennya aliran produksi. Maka perlu adanya analisis pada setiap proses produksi

untuk mengidentifikasi dimana terjadinya pemborosan dan bagaimana cara menghilangkannya, sehingga proses produksi bisa lebih efisien.

Dalam menganalisis *waste* dapat menggunakan berbagai macam *tool*, salah satunya yaitu *Value Stream Mapping* (VSM). VSM merupakan suatu *tool* yang mengacu pada konsep *Lean Manufacturing* yaitu suatu konsep yang mengusahakan untuk meminimasi pemborosan yang terjadi pada sistem produksi. VSM berfungsi untuk memetakan informasi mengenai keseluruhan proses produksi secara visual dimulai dari kedatangan bahan material hingga keluarnya produk jadi, dimana dapat diketahui pula jenis dan jumlah *waste* yang terdapat pada proses produksi tersebut. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitiannya pada suatu perusahaan *supplier* OEM industri otomotif yang memproduksi rakitan elektronik, dimana berhasil memetakan *waste* mengenai produk cacat serta memperbaikinya dengan menerapkan sistem inspeksi optik secara otomatis (Haefner et al., 2014). Maka analisis awal untuk mengidentifikasi *waste* yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan VSM.

Dalam penelitiannya pada proses produksi poros engkol suatu perusahaan otomotif di India, Venkataraman et al. (2014) melakukan perancangan ulang tata letak untuk membuat aliran produksi yang lebih efisien dan jarak pemindahan material yang lebih minimum. Hal itu terbukti dari penelitian tersebut yang berhasil memperbaiki aliran produksi berbentuk *zigzag* menjadi lebih efisien dan jarak *material handling* yang semula sebesar 98 m menjadi 50 m. Dapat disimpulkan bahwa tata letak sangat penting bagi keberlangsungan sistem produksi yang optimum, termasuk dalam melakukan minimasi jarak dan membuat aliran produksi yang efisien. Perancangan ulang tata letak tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan hubungan dan optimalisasi jarak antar area sehingga dapat menekan pemborosan transportasi. Dalam melakukan perancangan ulang tata letak yang memperhatikan hubungan antar area, dapat menggunakan metode *Activity Relationship*. Dimana metode ini akan membantu mempertimbangkan seberapa penting hubungan antar area, alur proses produksi, dan optimalisasi penggunaan ruangan sehingga dapat tercipta suatu tata letak yang optimal (Meyers & Stephens, 2005).

Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan akan berdampak baik bagi perusahaan karena perusahaan dapat mengidentifikasi *waste* apa saja yang terdapat pada proses produksinya, terutama *waste* mengenai transportasi. Selain itu juga dapat

meminimasi *waste* tersebut dengan melakukan perancangan ulang tata letak pabrik sehingga jarak *material handling* semakin kecil, pola aliran yang lebih teratur, dan penempatan tempat penyimpanan. Kemudian dengan menghilangkan beberapa masalah di atas juga akan menurunkan waktu dan ongkos *material handling*, tidak terjadi kebingungan dalam aliran produksi, serta penanganan barang setengah jadi yang semakin efisien. Beberapa hal di atas membuktikan bahwa penelitian ini penting untuk dilakukan demi mengoptimalkan proses produksi yang ada di perusahaan tersebut.

1.2.Rumusan Permasalahan

Adapun rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian ini yaitu:

1. Apa saja *waste* yang terdapat pada perusahaan WL Aluminium?
2. Bagaimana meminimasi *waste* tersebut dengan melakukan perancangan tata letak?

1.3.Batasan Permasalahan

Adapun batasan-batasan yang membuat penelitian ini lebih fokus yaitu:

1. Faktor manusia dan lingkungan tidak mempengaruhi kondisi lini produksi.
2. Tidak membahas masalah ekonomi dan waktu produksi.
3. Tidak ada gangguan pada sistem transportasi.
4. Tidak membahas produk yang cacat.
5. Tidak dilakukan perbandingan dengan metode lain.
6. Tidak melakukan perancangan ulang tata letak pada beberapa area yang permanen dan tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, seperti rumah Pak Wahyudi, Toilet, Mushola, Ruangan Istirahat, dan Kantor.
7. Hanya memberikan usulan rancangan tata letak baru, tidak mencapai tahap pengaplikasian usulan tersebut.

Selain itu, asumsi yang diberlakukan pada penelitian ini, yaitu:

1. Masing-masing area yang ada pada pabrik tersebut diasumsikan berbentuk persegi atau persegi panjang.
2. Kecepatan transportasi diasumsikan tetap.
3. Semua jenis produk diasumsikan mengikuti alur produksi yang paling panjang.
4. Pemindahan dan pengaturan ulang ukuran area diasumsikan tidak mengganggu aktivitas produksi.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui apa saja *waste* yang ada pada perusahaan WL Aluminium.
2. Merancang ulang tata letak untuk meminimalkan *waste* tersebut.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini yaitu:

1. Bagi perusahaan, dapat meminimasi pemborosan *material handling* di proses produksi.
2. Bagi mahasiswa, dapat menambah ilmu pengetahuan khususnya mengenai sistem produksi dan tata letak.

1.6. Sistematika Penulisan Laporan TA

Secara garis besar sistematika penulisan dari penelitian ini yaitu:

- **BAB I PENDAHULUAN**

Menjelaskan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

- **BAB II KAJIAN LITERATUR**

Memuat kajian deduktif dan induktif yang mendukung penelitian, serta membuktikan perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya.

- **BAB III METODE PENELITIAN**

Memuat objek penelitian, jenis data yang digunakan, dan tahapan dalam pengerjaan penelitian. Selain itu, bab ini juga mencakup metode pengumpulan data dan analisis data yang digunakan dalam menunjang penelitian ini.

- **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Berisi tentang data yang dikumpulkan selama penelitian, dan pengolahan data yang dilakukan untuk menganalisis serta melakukan perbaikan terhadap masalah yang dibahas dalam penelitian ini.

- **BAB V PEMBAHASAN**

Berisi tentang pembahasan hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan tujuan dari penelitian yang telah ditentukan.

- **BAB VI PENUTUP**

Berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan khususnya melalui proses pembahasan. Selain itu juga memuat saran yang akan diberikan kepada perusahaan dan pihak yang bersangkutan yang dibuat berdasarkan pengalaman serta pertimbangan penulis.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1. Kajian Deduktif

Lean Manufacturing merupakan suatu metodologi yang berkonsep pada tidak adanya *waste* yang terjadi pada suatu lini produksi berupa aktivitas *non-value-added*, sehingga hal tersebut tidak akan membebani kondisi perusahaan dan bahkan dapat terus menjaga dan meningkatkan eksistensi perusahaan (Arief Rahmawan et al., 2014). Sementara itu, Rahani & al-Ashraf (2012) mengatakan bahwa *Lean Manufacturing* berfokus pada minimasi *cost* dengan menghilangkan aktivitas *non-value-added* dan pemborosan yang terjadi pada setiap rantai produksi dari sisi energi, waktu, gerakan, dan sumber daya. Dengan menghilangkan *waste* maka berpengaruh pada kinerja perusahaan yang semakin baik.

Value Stream Mapping merupakan sebuah alat dalam *Lean Manufacturing* yang menggunakan simbol, ukuran, dan tanda panah untuk menunjukkan dan memperbaiki alur inventori dan informasi yang dibutuhkan dalam melakukan proses produksi. VSM ini merepresentasikan secara visual keadaan *waste* yang terjadi pada suatu alur produksi. VSM dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi proses produksi seperti *value added time*, *non-value added time*, *cycle time*, dan *change over time* (Venkataraman et al, 2014). Sehingga dengan menggunakan VSM dapat mengetahui *waste* yang terjadi dan kemudian dapat merumuskan usulan perbaikan untuk mengurasi *waste* tersebut (Thomas Prayogo & Tanti Octavia, 2013).

Perancangan tata letak dan *material handling* dapat berdampak baik pada produktivitas dan profitabilitas perusahaan (Meyers & Stephens, 2005). Perancangan tata letak sebagai tata cara untuk menunjang kelancaran proses produksi, serta pengelolaan *material handling* dilakukan guna mewujudkan waktu proses dan lintasan produksi yang optimal. Perancangan tata letak pabrik adalah perencanaan atau pengelolaan fasilitas-fasilitas pabrik demi keberlangsungan proses produksi yang

optimal. Selain itu, tujuan dari perancangan tata letak yaitu guna menciptakan aktivitas pemindahan material (*Material handling*) yang lebih efisien (Sritomo Wignjosobroto, 1996).

2.2. Kajian Induktif

- a) Pada penelitian yang berjudul “Pengurangan *Waste* Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*” (Akhmad Jakfar et al., 2014), yang bertujuan mengurangi *waste* dengan melakukan identifikasi *waste* yang terjadi menggunakan alat *Value Stream Mapping* (VSM). Kemudian analisis penyebab permasalahan tersebut dilakukan menggunakan bantuan *Ishikawa Diagram*. Hasil dari penelitian ini yaitu berhasil melakukan pengurangan jumlah *product defect* dan *waiting time* dengan merekomendasi menggunakan alat bantu untuk memindahkan material yang dibutuhkan.
- b) Pada penelitian yang berjudul “Optimasi Lini Produksi dengan *Value Stream Mapping* dan *Value Stream Analysis Tools*” (Yosua Caesar Fernando & Sunday Noya, 2014), bertujuan untuk meminimalkan pemborosan. Alat yang digunakan untuk memetakan informasi data produksi yaitu *Value Stream Mapping* (VSM), sedangkan perbaikan dilakukan menggunakan salah satu alat dari VALSAT yaitu *Process Activity Mapping* (PAM) yang berhasil mengurangi jumlah waktu aktivitas *non-value-added*.
- c) Rohac & Januska (2015), melakukan penelitian yang berjudul “*Value Stream Mapping Demonstration on Real Case Study*” yang berfokus pada pengaplikasian VSM pada suatu studi kasus yang nyata dan bertujuan untuk memperkenalkan fungsi dari VSM demi mendapatkan solusi yang terbaik bagi permasalahan yang ada di perusahaan nyata. Metode yang digunakan yaitu dengan memetakan seluruh aliran informasi menggunakan VSM, kemudian mengidentifikasi *waste* dan menganalisis perbaikan untuk menghilangkan *waste* tersebut. Selanjutnya memetakan kembali informasi dengan *waste* yang telah dihilangkan menggunakan *Future Value Stream Mapping*. Hasil dari penelitian ini yaitu dapat meningkatkan produktivitas dengan mengurangi *Lead Time* dan *Inventory Cost*.
- d) Penelitian yang berjudul “*Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study*” (Azizi & Manoharan, 2015), meneliti

peningkatan produktivitas suatu perusahaan kecil menengah yang bertujuan untuk menghilangkan aktivitas *non-value-added*. Metode yang digunakan yaitu dengan membangun *Current Value Stream Mapping* untuk memetakan informasi mengenai aktivitas *non-value-added*, kemudian dengan mengidentifikasi permasalahannya serta menganalisis bagaimana cara menyelesaikannya. Selanjutnya perbaikan yang dilakukan dengan menerapkan *Kaizen* menggunakan metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED). Hingga informasi mengenai proses produksi hasil dari perbaikan ini kemudian dipetakan kembali menggunakan *Future Value Stream Mapping*, serta dilakukan perbandingan antara *Current* dan *Future Value Stream Mapping*. Hasil dari penelitian ini yaitu berhasilnya penggunaan *Value Stream Mapping* dalam mengidentifikasi *waste* yang ada di bagian produksi, serta penggunaan SMED yang berhasil meningkatkan produktivitas dengan menurunkan *Lead Time*.

- e) Indah Pratiwi et al. (2012) melakukan penelitian yang berjudul “Perancangan Tata Letak pada Industri Tahu Menggunakan Algoritma *Blocplan*” yang berfokus pada perancangan ulang tata letak pada pabrik tahu. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Algoritma *Blocplan*. Metode ini menghasilkan 10 alternatif solusi yang kemudian dipilih yang terbaik. Pemilihan alternatif mengacu pada variabel jarak, dimana perhitungannya menggunakan metode *Rectlinier*, *Euclidean*, dan *Squared Euclidean*. Hasil dari penelitian ini yaitu dengan terjadinya penurunan jarak dan pemasukan kas yang diduga akan dihasilkan dengan penurunan jarak tersebut.
- f) Selain itu, Ojaghi (2015) penelitian mengenai perancangan *layout* yang sekaligus menggunakan beberapa metode yaitu *Systematic Layout Planning* (SLP), *Graph Based Theory* (GBT) dan *Pairwise Exchange Method* (PEM). Penelitian ini dilakukan untuk melakukan perancangan ulang tata letak fasilitas pada pabrik pengolahan daging yang dilakukan demi mengoptimalkan tata letak tersebut. Hal itu dilakukan pertama-tama dengan membangun beberapa alternatif *layout* menggunakan metode-metode di atas, kemudian memilih alternatif terbaik dan mengoptimalkannya. Penelitian ini juga menggunakan *software* MATLAB untuk mengolah data terkait. Hasil dari penelitian ini yaitu pemilihan alternatif terbaik yang dihasilkan dari perbaikan oleh PEM yang menunjukkan tingkat efisiensi meningkat dari 90,43% menjadi 94,68%.

- g) Penelitian lainnya yang dilakukan di suatu perusahaan yang memproduksi alat karbit, dimana melakukan perancangan tata letak menggunakan metode sel manufaktur (Allahyari & Azab, 2015). Penelitian tersebut bertujuan untuk meminimasi jumlah biaya perpindahan dengan mempertimbangkan bentuk, ukuran, dan karakteristik geometri. Hal itu dilakukan dengan mengatur fasilitas dan mesin ke dalam masing-masing sel sesuai dengan kesamaannya. Selain itu, digunakan suatu *software* yang bernama *FICO Xpress Optimization Suit* untuk menunjang penelitian. Hasil dari penelitian ini yaitu terdapat 4 sel yang terbentuk dari pengelompokkan fasilitas dan mesin yang telah dilakukan, serta dapat mengetahui biaya alur pemindahan antar sel yaitu sebesar $\text{Rp}852617$.
- h) Pada penelitian yang dilakukan oleh Rahani & al-Ashraf (2012), berfokus pada analisis alur produksi dengan konsep *Lean Manufacture* dimana menggunakan *tool Value Stream Mapping*. Pertama dengan menganalisis keadaan sekarang menghasilkan *Current Stream Map*, kemudian mengidentifikasi permasalahan dan melakukan perbaikan sehingga menghasilkan *Future Stream Map*.
- i) Pada penelitian yang dilakukan oleh Venkataraman et al (2014), berfokus pada implementasi *tool Value Stream Mapping* untuk mereduksi waktu siklus pada proses permesinan. Pertama dengan menganalisis proses permesinan tersebut sehingga memperoleh visualisasi keadaan awal, elemen-elemen, dan faktor-faktor yang berpengaruh di dalamnya. Penelitian ini juga menggunakan metode *Analitycal Hierarchical Process* dalam menentukan kriteria-kriteria yang berpengaruh pada aktivitas tersebut, kemudian mengoptimalkan dan mengaplikasikannya pada kondisi awal sebelumnya.
- j) Pada penelitian yang dilakukan oleh Haefner et al (2014), membahas tentang *Quality Stream Mapping* yang digunakan untuk menganalisis sistem produksi pada suatu industri elektronik, untuk mengetahui aktivitas *non-value added*. Kemudian dengan menggunakan FMEA dalam mengetahui tingkat kegagalan yang terjadi di dalamnya, sehingga dapat dirumuskan perbaikan yang dapat dilakukan pada sistem produksi tersebut.
- k) Arief Rahmawan et al. (2014) melakukan penelitian dengan mengaplikasikan teknik *Quality Function Deployment* dan *Lean Manufacture* untuk meminimasi *waste*. Penelitian ini mengintegrasikan antara QFD dan *lean* untuk mengidentifikasi tingkat

pemborosan dikorelasikan dengan kategori-kategori yang telah didapatkan sebelumnya menggunakan *Ishikawa Diagram*.

- l) Penelitian lainnya mengenai perancangan tata letak juga dilakukan pada sebuah perusahaan yang memproduksi pakaian muslim (Nita Puspita Anugrawati Hidayat, 2012). Penelitian tersebut menggunakan Algoritma CRAFT dan *software* WinQSB untuk membantu mengolah data. Untuk menentukan *layout* baru dilakukan dengan menginputkan data hasil *from-to-chart* dan *move-cost chart*. Hasil dari penelitian ini yaitu pengurangan momen perpindahan sebesar 29%.
- m) Selanjutnya penelitian serupa mengenai perancangan tata letak untuk meminimumkan ongkos *material handling* menggunakan Algoritma CRAFT (Daniel Bunga Paillin, 2013). Penelitian ini dilakukan di sebuah perusahaan yang dikhususkan untuk memproduksi boiler. Permasalahan yang ditemukan yaitu besarnya ongkos *material handling* berbanding lurus dengan besarnya jarak *material handling* yang disebabkan aliran bolak-balik material dan frekuensi yang tinggi. Hasil dari penelitian ini yaitu penghematan jarak *material handling* sebesar 19,95% dan OMH sebesar 23,46%.

2.3. Ringkasan

Dari kajian literatur di atas diketahui bahwa belum ada yang membahas mengenai meminimasi *waste* berupa jarak area yang kurang optimal, alur produksi yang kurang efisien, serta sistem penyimpanan yang kurang baik dalam suatu lini produksi dengan mengacu Konsep *Lean Manufacturing* dimana menggunakan *tool Value Stream Mapping* untuk mengidentifikasi aktivitas *non-value added* dan melakukan perancangan ulang tata letak demi memperbaiki permasalahan tersebut. Selain itu, pengukuran jarak *material handling* dilakukan menggunakan metode *Rectlinier Distance Measurement*.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1.Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini yaitu untuk mengurangi jarak *material handling* yang terjadi pada lini produksi di WL Aluminium, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang aluminium dan memproduksi berbagai alat dapur. Perusahaan ini berlokasi di Jl. Pakel Baru Selatan 14. Kota Yogyakarta Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.2.Sumber dan Jenis Data

1. Data Primer, yaitu data-data yang diperoleh langsung oleh peneliti.
 - a. Wawancara, yaitu data yang secara langsung diperoleh dari wawancara kepada pihak perusahaan mengenai lini produksi di perusahaannya, seperti proses produksi, mesin yang digunakan, dan kebijakan perusahaan lainnya.
 - b. Observasi, yaitu pengamatan langsung untuk memperoleh data mengenai lini produksi. Data yang diperlukan yaitu alur produksi, waktu, jarak, dan biaya produksi.
2. Data Sekunder, yaitu data-data yang diperoleh secara tidak langsung oleh peneliti.
 - a. Data Historis, yaitu data-data yang diambil dari histori perusahaan mengenai lini produksi dan komponen-komponennya. Data yang diperlukan yaitu jenis, fungsi, dan jumlah produk.
 - b. Literatur Review, yaitu teori-teori yang disadur dari berbagai literature seperti buku, jurnal, dan sebagainya.

3.3. Metode Pengolahan Data

3.3.1. Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM), digunakan untuk memetakan segala informasi secara visual mengenai kegiatan *Value Added* dan *Non-Value-Added* dari bagian produksi mulai dari *raw material* dari *supplier*, proses produksi, hingga pendistribusian produk jadi kepada konsumen. Sehingga dengan menggunakan VSM, peneliti dapat menganalisis bagian dalam suatu sistem produksi yang terdapat *waste* di dalamnya, serta dapat menganalisis dampak dan cara mengatasinya. Kemudian VSM ini akan digunakan untuk melakukan perbandingan keadaan sebelum dan setelah dilakukan perbaikan pada lini produksi tersebut. Tujuan dari VSM adalah untuk proses *improvement* dalam sebuah sistem.

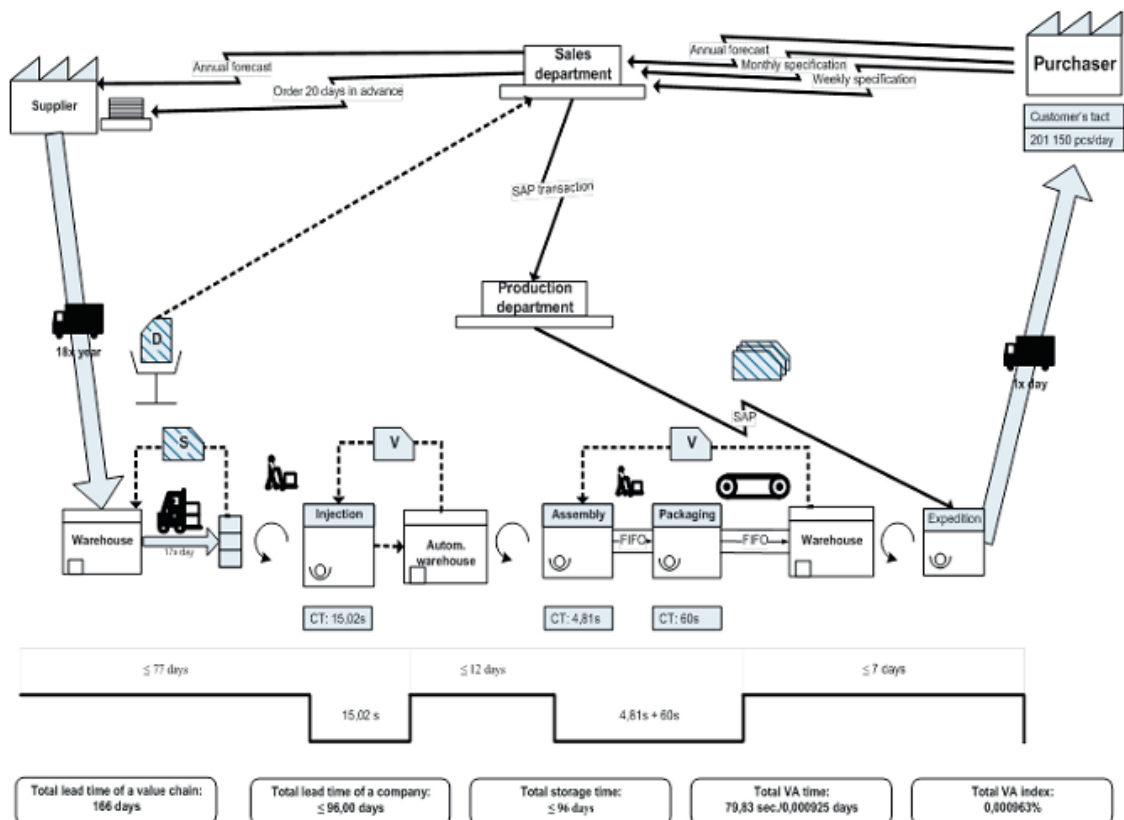
Dalam pembuatannya, VSM dibuat se jelas mungkin untuk dapat dibaca dan dimengerti akan informasi yang terdapat di dalamnya, serta juga dibuat semenarik mungkin. Untuk mewujudkan hal tersebut, maka perlu menggunakan beberapa simbol yang dapat mewakili setiap aktivitas di dalamnya. Beberapa simbol yang digunakan dalam pembuatan VSM, demi kemudahan dalam membaca aliran informasi tersebut yaitu:

Purchaser Supplier	Department	Purchase	Warehouse	Electronic information	Operational communication	Process	Inventory
Transport flow	Consumption	Information	Signal supply	PUSH	PULL	Traffic kanban	Consumption kanban
Production Kanban	Batch to expedition	Lorry Transport	Mech. handling	Handling	Conveyor	VA line	Shift foreman

Gambar 4. 1 Beberapa simbol yang digunakan pada VSM dan tersedia di *Microsoft Visio*

(Rohac & Januska, 2015)

Tidak hanya memetakan informasi mengenai aktivitas secara umum yang ada pada suatu produksi, namun VSM juga memetakan aktivitas mana saja yang mengandung *waste*, untuk selanjutnya dapat diidentifikasi aktivitas *value-added* dan *non-value-added*. Selain itu, VSM juga mencakup beberapa informasi khusus yang sebagai data dari setiap aktivitas yang ada di dalamnya, seperti data mengenai waktu siklus, *lead time*, waktu *set-up*, data *up-time*, dan sebagainya. Berikut ini adalah contoh dari *value stream mapping*:



Gambar 4. 2 Contoh penggunaan dari *Value Stream Mapping*

(Rohac & Januska, 2015)

3.3.2. Perancangan Tata Letak

Perancangan Tata Letak Pabrik merupakan suatu tata cara dalam mengatur fasilitas-fasilitas pabrik demi tercapainya kelancaran proses produksi, alur produksi yang efisien yang kemudian dapat mempengaruhi keadaan lintasan, waktu, jarak, dan biaya produksi. (Indah Pratiwi et al., 2012).

Suatu perancangan tata letak yang baik membutuhkan data-data yang dapat menunjang keberhasilan perancangan, dimana data tersebut berpengaruh terhadap kinerja dari tata letak yang dirancang. Dalam melakukan perancangan ulang tata letak, dapat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut (Sritomo Wignjosoebroto, 1996):

3.3.2.1. Analisis Produk

Analisis produk dilakukan dengan memecah informasi dari suatu produk untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan tata letak, seperti komponen pembentuk produk, jumlahnya, serta cara memperoleh komponen yang mempengaruhi perencanaan fasilitas yang diperlukan. Dalam membantu menganalisis produk, dapat dilakukan menggunakan bantuan tabel informasi produk:

Tabel 3. 1 Tabel informasi komponen penyusun produk

(Sritomo Wignjosoebroto, 1996)

PARTS LIST				
Nama: Dongkrak Mekanis			Nomor Gambar: 561	
No Part	Nama Komponen	Jumlah	Material	Keterangan
1	Penyangga	1	Besi Tuang	Buat (proses pengecoran dikontrakkan)
2	Tutup Ulir	1	Besi Tuang	Buat

3.3.2.2. Analisis Proses

Dalam usaha mengubah input menjadi output, harus melewati berbagai macam dan tahapan proses manufaktur. Hal tersebut mencakup teknologi, mesin, peralatan, serta fasilitas lainnya yang digunakan selama proses manufaktur. Beberapa alat yang dapat digunakan dalam membantu menganalisis proses produksi dari sebuah produk yaitu:

a) Rute produksi

Hal yang perlu dilakukan pada rute produksi yaitu menganalisis langkah-langkah proses manufaktur yang harus dilewati. Data yang diperlukan mencakup mesin yang digunakan, dan alur proses produksi. Berikut contoh penggunaan rute produksi:

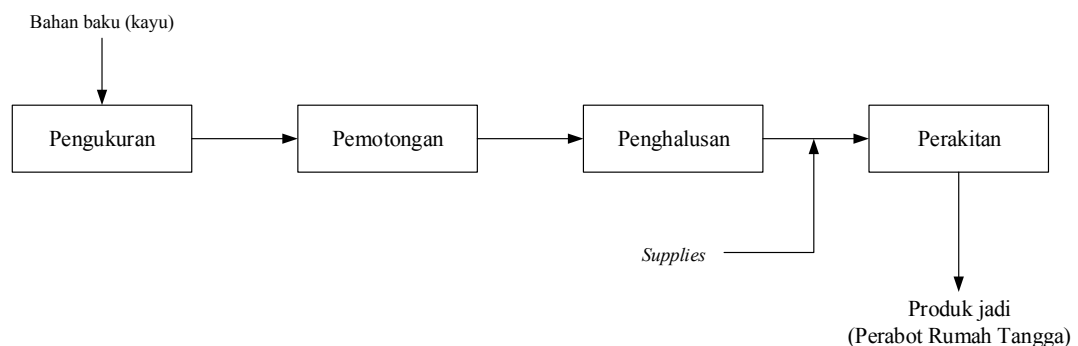
Tabel 3. 2 Contoh penggunaan tabel rute produksi "Jack Stand"

(Sritomo Wignjosoebroto, 1996)

PRODUCTION ROUTING				
Nama benda kerja : <i>Jack Stand</i> Jenis Material : Besi tuang kelabu			No Gambar : 562	
No. Operasi Kerja	Operasi Kerja	Mesin yang dipakai	<i>Tools, Jigs, & Fixtures</i>	Waktu Standar (jam/unit)
01	Membuat permukaan atas, membuat lubang senter dengan <i>centre drill</i> .	<i>Turret Lathe</i>	<i>Chuck</i>	0,019
02	Membubut/menghaluskan bagian atas, bawah, dan sisi.	820 <i>Logan Lathe</i>	<i>Chuck, form tools</i>	0,064
03	Melebarkan lubang, membuat ulir dalam dan <i>counter bore</i> .	2 L. <i>Gisholt Lathe</i>	<i>Square thread boring</i>	0,042

b) Peta proses

Pada langkah ini, dilakukan analisis terhadap tahapan pengerjaan produk dari awal hingga akhir. Secara umum peta proses digambarkan sebagai grafik yang mendefinisikan setiap operasi yang terjadi pada proses produksi. Peta proses yang sederhana salah satunya berbentuk blok diagram. Berikut contoh dari blok diagram:



Gambar 3. 1 Contoh dari penggunaan blok diagram dari Perabot Rumah Tangga sederhana

(Sritomo Wignjosoebroto, 1996)

c) Dasar Perancangan Proses

Proses manufaktur yang dilakukan untuk mengubah input menjadi output memerlukan tahapan-tahapan proses pengerjaan serta informasi mengenai teknologi, mesin, dan fasilitas yang digunakan. Hal ini juga bergantung pada karakteristik produk yang akan dibuat. Berikut beberapa jenis tipe aliran dasar, yaitu *flow shop*, *job shop*, dan proyek (Sritomo Wignjosoebroto, 1996).

a. *Flow Shop*

Flow Shop merupakan suatu aliran proses produksi yang mengonversi input menjadi output dengan melewati proses yang sama dan menggunakan mesin tertentu, serta biasanya berlangsung dalam posisi tetap selama lintasan produksi diselenggarakan.

b. *Job Shop*

Job Shop merupakan suatu aliran proses produksi yang mengonversi input menjadi output dimana jenis-jenis produk telah ditentukan berbeda-beda, dengan mengikuti langkah-langkah yang berbeda pula, serta mengikuti fasilitas yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya.

c. Proyek

Proyek merupakan suatu usaha dalam mengonversi input, dimana output yang dihasilkan bersifat sangat kompleks. Hal ini biasanya dilakukan hanya sekali dalam kurun waktu tertentu.

Selain itu, terdapat beberapa jenis pola aliran bahan yang digunakan sebagai acuan dalam proses produksi. Beberapa jenis pola aliran tersebut yaitu:

a. *Straight Line*

Pola aliran ini berbentuk garis lurus yang biasa digunakan pada proses produksi yang berlangsung singkat, sederhana, dan umumnya terdiri dari beberapa komponen produksi. Pola aliran ini memberikan keuntungan yaitu jarak antar area sekaligus *material handling* yang kecil, serta proses produksi yang berlangsung lurus sepanjang mesin pertama sampai mesin terakhir.

b. *Serpentine* atau *zig-zag (S-Shaped)*

Pola aliran ini berbentuk seperti huruf “S” yang biasa digunakan pada proses produksi yang lebih panjang dibandingkan dengan luasan area yang tersedia. Pola aliran tersebut dibelokkan untuk menambah panjang garis aliran produksi secara ekonomis, serta dapat mengatasi permasalahan akan keterbatasan area, bentuk, dan ukuran bangunan pabrik yang ada.

c. *U-Shaped*

Pola aliran ini berbentuk seperti huruf “U” yang biasa digunakan pada proses produksi dimana awal produksi berada pada lokasi. Pola aliran ini mempunyai keuntungan mempermudah dalam pemanfaatan transportasi dan pengawasan keluar masuknya material.

d. *Circular*

Pola aliran ini berbentuk lingkaran yang biasa digunakan pada proses produksi yang mengembalikan material atau produk pada titik awal aliran produksi berlangsung. Hal ini memiliki keuntungan pada area masuk material atau produk jadi direncanakan pada lokasi yang sama.

e. *Odd Angle*

Pola aliran ini biasa digunakan pada proses produksi diantara beberapa area yang saling berhubungan. Selain itu, pola aliran ini memiliki keuntungan dalam memanfaatkan area yang kecil dan pola aliran yang tetap.

3.3.2.3. Analisis Aliran Hubungan

Pengukuran aliran bahan dapat dilakukan secara kualitatif dengan mendefinisikan hubungan antara suatu fasilitas dengan fasilitas lainnya sehingga menghasilkan nilai bagi setiap hubungan tersebut. Penilaian dilakukan berdasarkan alasan-alasan yang melandasi pendefinisian sebuah penilaian tersebut. Beberapa langkah yang dapat dilakukan dalam mendefinisikan aliran hubungan yaitu:

a. *Activity Relationship Chart (ARC)*







ARC merupakan suatu teknik sederhana dalam menentukan derajat hubungan antar fasilitas berdasarkan pemilihan alasan-alasan yang sesuai dengan kondisi dari hubungan tersebut. Pemilihan alasan-alasan ini dapat bersifat subjektif berdasarkan pertimbangan yang ada. Berikut contoh dari penggunaan ARC:

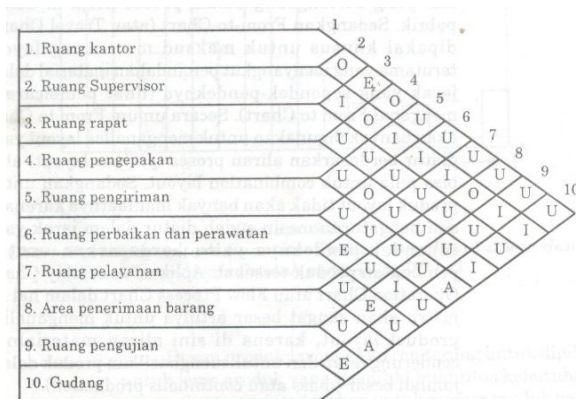
Tabel 3. 3 Alasan-alasan yang dapat digunakan dalam menentukan derajat hubungan
(Sritomo Wignjosoebroto, 1996)

Kode Alasan	Deskripsi Alasan
1.	Penggunaan catatan secara bersama
2.	Menggunakan tenaga kerja yang sama
3.	Menggunakan <i>space</i> area yang sama
4.	Derajat kontak personel yang sering dilakukan
5.	Derajat kontak kertas kerja yang sering dilakukan
6.	Urutan aliran produksi
7.	Melaksanakan kegiatan kerja yang sama
8.	Menggunakan peralatan yang sama
9.	Kemungkinan adanya bau yang tidak mengenakan, ramai, dll.

Tabel 3. 4 Derajat hubungan antar fasilitas/area

(Sritomo Wignjosoebroto, 1996)

Simbol derajat hubungan	Keterangan
 A	Mutlak perlu didekatkan
 E	Sangat penting untuk didekatkan
 I	Penting untuk didekatkan
 O	Cukup/Biasa
 U	Tidak penting
 X	Tidak dikehendaki berdekatan



Gambar 3. 2 Contoh penggunaan ARC menentukan derajat hubungan antar fasilitas/area
(Sritomo Wignjosoebroto, 1996)

b. *Worksheet* (Lembaran Kerja)

Setelah membuat ARC dengan mendefinisikan setiap derajat hubungan antara fasilitas/area berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang ada, selanjutnya yaitu memasukkan data mengenai informasi derajat hubungan pada suatu lembaran kerja (*worksheet*) untuk kemudian dapat membuat *Activity Relationship Diagram* (ARD). Contoh dari penggunaan lembaran kerja yaitu:

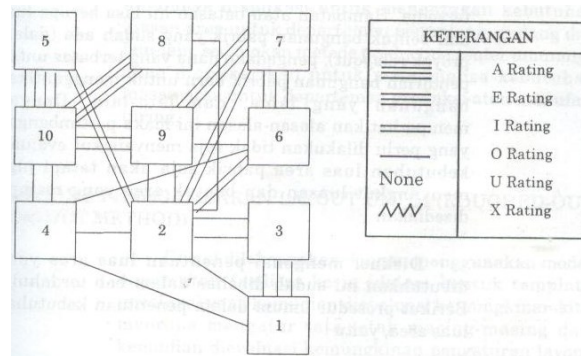
Tabel 3. 5 Contoh penggunaan dari ARW

(Sritomo Wignjosoebroto, 1996)

Nomor dan Nama Departemen		Derajat Keterdekatan					
		A	E	U	O	U	X
I	Penerimaan dan Pengiriman	I	-	V	III,V,VIII	VI,VII	-
II	Penyimpanan Material	I,V	-	-	III,V,VII	VI,VII	-
III	Penyimpanan Alat dan Perkakas	IV,V	-	-	I,II	VI,VII,VIII	-
IV	Maintenance	III,V	-	-	I,II,VIII	VI,VII	-
V	Produksi	II,III,IV	VI,VII,VIII	I	-	-	-
VI	Ganti Pakaian	-	V	VII	-	I,II,III,IV	VIII
VII	Kantin	-	V	VI	VIII	I,II,III,IV	-
VIII	Kantor Administrasi	-	V	-	I,II,IV,VII	III	VI

c. *Activity Relationship Diagram (ARD)*

Setelah menyusun data hasil dari ARC ke dalam Lembaran Kerja, maka selanjutnya yaitu dengan membuat ARD. ARD dibuat dengan memperhatikan hubungan antara masing-masing fasilitas/area dengan menggunakan penggambaran dari kombinasi garis yang mewakili setiap derajat hubungannya. Dimana setiap derajat hubungan yang telah ditentukan sebelumnya kemudian digambar sebagai garis yang mewakilinya, serta menghubungkan kedua area yang memiliki derajat hubungan tersebut. Penggunaan dari ARD dapat dilihat pada gambar berikut:



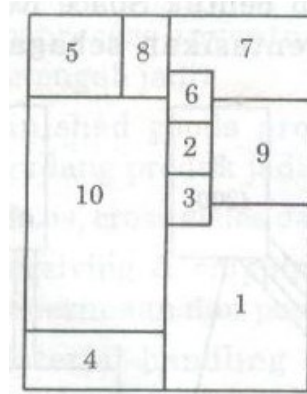
Gambar 3. 3 Contoh penggunaan dari ARD

(Sritomo Wignjosoebroto, 1996)

d. *Analisis Blocplan*

Setelah menentukan derajat hubungan antar fasilitas/area, sekaligus mengatur posisi dari fasilitas/area tersebut menggunakan ARD sebelumnya dengan memperhitungkan derajat hubungan yang ada. Maka proses selanjutnya yaitu mengalokasikan area ke dalam *space* yang telah ditentukan dengan menggunakan *Blocplan*. Area-area tersebut diletakkan sesuai posisi hasil dari analisis kedekatan berdasarkan ARD yang telah dibuat sebelumnya, diusahakan tanpa meninggalkan sisa *space* yang ada. Hal tersebut dilakukan untuk meminimalisir jarak antar area sehingga jarak antar area tidak terlalu jauh dan dapat lebih optimal.

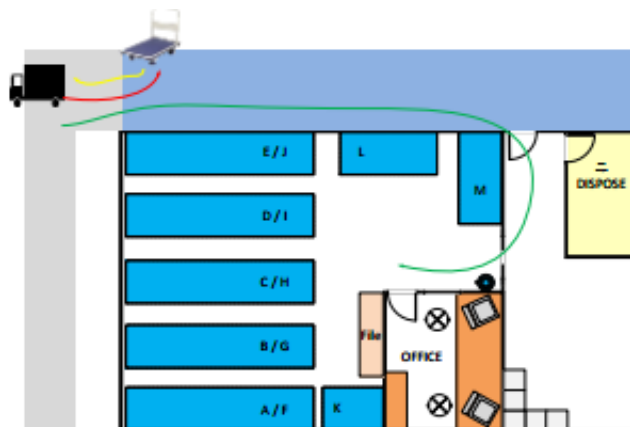
Berikut contoh penggunaan dari *Blocplan* yaitu:



Gambar 3. 4 Contoh penggunaan dari *Blocplan*

e. Perancangan *Layout Detail*

Setelah ditentukan letak masing-masing area, tentu masih terdapat luasan area yang masih kurang optimal dalam mengisi keseluruhan area yang telah disediakan. Maka proses selanjutnya yaitu mencoba menyesuaikan luasan setiap area berdasarkan *space* yang tersedia secara optimal. Hal tersebut dapat dilakukan dengan merancang *Layout Detail* dimana setiap area berdasarkan luasan yang ditentukan akan disesuaikan seoptimal mungkin pada *space* yang tersedia. Berikut perancangan *layout detail* dalam menyesuaikan area yang akan mengisi *space* yang telah tersedia secara optimal:



Gambar 3. 5 Contoh perancangan *layout detail* dengan menyesuaikan luasan setiap area pada *space* yang telah ditentukan

(Thomas Prayogo & Tanti Octavia, 2013)

3.3.2.4. Perhitungan Jarak

Dalam melakukan perancangan ulang tata letak, tentu saja akan berpengaruh terhadap pemindahan material (*material handling*). *Material Handling* merupakan suatu cara penanganan material. Penanganan material memiliki berbagai macam pengertian, mulai dari proses, pemindahan, dan perlakuan terhadap material. Namun pada perspektif tata letak, *material handling* diartikan sebagai suatu usaha dalam memindahkan material dari suatu proses produksi menuju proses produksi selanjutnya (Sritomo Wignjosoebroto, 1996). Salah satu parameter yang berpengaruh terhadap optimalisasi suatu *material handling* yaitu jarak. Hal ini dikarenakan jarak dari *material handling* akan mempengaruhi kinerja dari proses produksi yang ada di suatu perusahaan. Jarak yang semakin jauh akan membuat waktu *material handling* semakin lama, penggunaan energi yang berlebih, sampai pada pemborosan ongkos *material handling*. Maka perlu dilakukan analisis terhadap jarak *material handling* yang dipengaruhi oleh perancangan tata letak. Berikut beberapa metode yang dapat digunakan dalam mengukur jarak *material handling* :

a. *Rectlinier*

Jarak *Rectlinier*, merupakan jarak yang dihitung secara tegak luruh secara vertikal maupun horizontal. Perhitungan jarak ini sering digunakan karena mudah dalam menghitung dan memahaminya. Jarak *Reclinier* biasa digunakan pada pengukuran jarak dimana jarak antar fasilitas/area memiliki jalur aktivitas yang hanya bisa mengikuti jalur tegak lurus.

Perhitungan jarak *rectlinier* dapat dilakukan menggunakan notasi sebagai berikut:

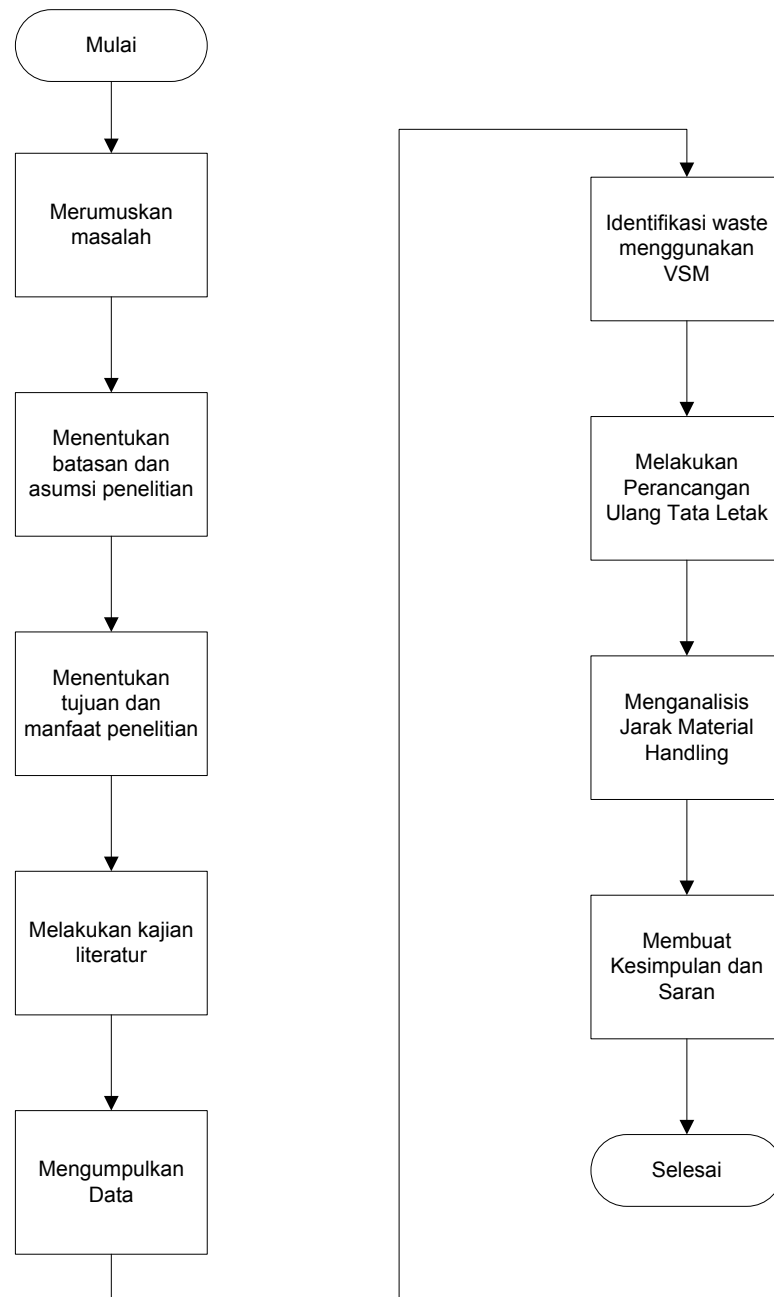
$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad \dots (1)$$

b. *Euclidean*

Jarak *Euclidean* , merupakan jarak yang dihitung secara lurus dari titik pusat koordinat suatu fasilitas/area menuju fasilitas/area lainnya. Perhitungan jarak ini biasa digunakan untuk menghitung jarak *material handling* yang menggunakan beberapa model *conveyor*.

$$d_{ij} = \sqrt{[(x_i - x_j) + (y_i - y_j)]} \quad \dots (2)$$

3.4. Alur Penelitian



Gambar 3. 6 Flowchart dari alur penelitian yang akan dilakukan

Berikut penjelasan *flowchart* alur penelitian di atas:

- Perumusan masalah, yaitu merumuskan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini.

- Menentukan batasan dan asumsi penelitian, dimana hal ini dilakukan agar masalah yang dibahas tidak terlalu melebar dan asumsi digunakan untuk mendukung penelitian yang dilakukan.
- Menentukan tujuan dan manfaat penelitian, yaitu menentukan poin-poin yang menjadi tujuan dari penelitian ini, serta bagaimana manfaat dengan dilakukannya penelitian ini bagi beberapa pihak.
- Melakukan kajian literatur, yaitu menghimpun berbagai macam referensi yang akan mendukung penelitian ini dari teori-teori yang telah ditemukan sebelumnya.
- Mengumpulkan data, yaitu menghimpun data-data yang berhubungan dengan permasalahan untuk kemudian diolah dan dianalisis.
- Identifikasi *waste*, yaitu melakukan identifikasi terhadap aktivitas yang tidak bernilai pada suatu perusahaan menggunakan alat analisis. Pada penelitian ini menggunakan alat *Value Stream Mapping* (VSM) dalam mengidentifikasi masalah yang mungkin terjadi.
- Melakukan perancangan tata letak, yaitu sebagai usaha dalam meminimalisir *waste* yang terjadi. Perancangan ulang tata letak pada penelitian ini menggunakan bantuan *Relationship Chart* dan *Blocplan*.
- Menganalisis jarak *material handling*, yaitu melakukan pengukuran dan analisis terhadap jarak *material handling* sebelum maupun sesudah dilakukan perancangan untuk dilakukan perbandingan. Pengukuran jarak *material handling* pada penelitian ini menggunakan metode pengukuran jarak *Rectlinier*.
- Membuat kesimpulan dan saran, yaitu menyimpulkan hasil dari penelitian yang dilakukan berdasarkan rumusan masalah. Serta memberikan saran terhadap pihak yang bersangkutan dari pengalaman penulis pada saat melakukan penelitian.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Sejarah Umum Perusahaan

WL Aluminium merupakan IKM yang bergerak di bidang aluminium serta memproduksi berbagai macam produk aluminium seperti wajan, soblok, ketel, dan panci. Nama “WL” itu sendiri diambil dari nama pendiri dari IKM ini yaitu Bapak Waluyo. Pada awalnya Pak Waluyo merupakan karyawan di perusahaan aluminium lainnya, yang kemudian berinisiatif untuk keluar dan mendirikan perusahaan sejenis. Tidak henti-hentinya beliau mengembangkan perusahaannya hingga pada tahun 1980 bertambahlah variasi produk yaitu soblok. Kemudian pada tahun 1990 juga semakin bertambah variasi produk yaitu panci. Selanjutnya pada tahun 1997 juga bertambah variasi produk yaitu wajan. Hingga pada tahun 2005 beliau berhasil membuat kreasi produk yang bernama citel, yang merupakan produk yang berfungsi sebagai panci dan ketel.

Setelah beliau wafat, kepemimpinan perusahaan dilanjutkan oleh putra beliau yaitu Bapak Wahyudi yang hingga kini masih menjalankan perusahaan tersebut. Di bawah kepemimpinan beliau, WL Aluminium telah mempunyai merk sendiri dan telah diakui kualitasnya oleh SNI dan ISO. Pemasaran dari perusahaan ini juga telah meluas di pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan.

WL Aluminium melakukan produksi sesuai pesanan yang ada, dan juga melakukan penyimpanan produk *safety stock*. Hal tersebut dilakukan untuk memenuhi kekurangan produksi ataupun permintaan yang banyak. Dalam produksinya, WL Aluminium masih menggunakan alat-alat bantu yang masih tradisional dan dioperasikan secara manual. Begitu pula dengan tata letak pabrik yang masih seperti awal mula pabrik tersebut ada. Sehingga kondisi tata letak pabrik di perusahaan tersebut masih perlu dioptimalkan agar proses produksi bisa lebih efisien.

4.1.2. Produk yang Dihasilkan Perusahaan

WL Aluminium memproduksi beberapa jenis alat-alat dapur dimana bahan materialnya terbuat dari aluminium ingot dan rongsok. Secara keseluruhan proses produksi dari semua produk yang dihasilkan oleh IKM ini hampir sama, namun terdapat beberapa produk yang sedikit berbeda karena melewati suatu proses. Sehingga dapat dilakukan pengelompokkan produk yang memperhatikan kesamaan proses produksi. Kemudian dalam pengelompokkan menghasilkan dua kelompok yaitu Kelompok A dan Kelompok B, dimana Kelompok B yang terdiri dari wajan melewati proses boring dan pemasangan *handle* karena memang produk tersebut tidak harus dilakukan perakitan *handle*. Sedangkan produk lainnya harus melewati pengeboran dan pemasangan *handle*. Berikut beberapa produk yang dihasilkan oleh WL Aluminium dan pengelompokkannya:

Tabel 4. 1 Kelompok produk yang dihasilkan oleh WL Aluminium

Kelompok Produk A	Kelompok Produk B
Panci	Wajan
Ketel	
Soblok	
Citel	



Gambar 4. 3 Gambar beberapa produk WL Aluminium seperti soblok, panci, dan wajan

4.1.3. Data Area yang Terdapat Pada Perusahaan WL Aluminium

- a. Area Penyimpanan Bahan Material
- b. Area Peleburan
- c. Area Pencetakan
- d. Area Gudang *Safety Stock*
- e. Area Kikir
- f. Area Bubut
- g. Area Boring
- h. Kantor
- i. Area Pemasangan *Handle*
- j. Area *Labelling*
- k. Area Penimbangan
- l. Area Produk Siap Kirim
- m. Penyimpanan Terpadu (Berisi penyimpanan barang setengah jadi 1-4)

4.1.4. Proses Produksi

Berikut proses produksi yang dilakukan dalam memproduksi produk dari WL Aluminium:

- a. Peleburan
Proses produksi yang pertama yaitu peleburan bahan material yang berupa aluminium ingot dan rongsok. Peleburan ini dilakukan menggunakan tungku yang dapat memanaskan aluminium hingga melebur.
- b. Pencetakan
Material aluminium yang telah melebur kemudian dicetak berdasarkan bentuk yang telah ditentukan sesuai jenis produk yang diinginkan. Pencetakan ini dilakukan menggunakan alat pencetak yang mewakili masing-masing jenis dari produk.
- c. Pengikiran
Produk setengah jadi yang telah tercetak kemudian dikikir agar setiap bagian tepi produk dapat terasa halus dan tidak tajam.
- d. Pembubutan
Selanjutnya tidak hanya bagian tepi produk yang dihaluskan dengan cara dikikir, namun permukaan produk juga dihaluskan dengan cara dibubut. Pembubutan ini dilakukan menggunakan mesin bubut.

e. Pengeboran

Setelah produk setengah jadi dihaluskan pada bagian tepi dan permukaannya, kemudian dilakukan pengeboran pada bagian yang akan dipasang kawat *handle*, khusus untuk produk soblok, ketel, dan panci. Pengeboran ini dilakukan menggunakan mesin bor.

f. Pemasangan *Handle*

Produk setengah jadi yang telah dilubangi kemudian dipasang kawat dan bagian pegangan sebagai *handle*. Pemasangan *handle* ini cukup dengan memasang kawat dan bagian pegangan pada produk setengah jadi, serta dikencangkan dengan baut yang dipasang menggunakan bantuan palu. Proses ini juga khusus pada produk jenis panci, soblok, dan ketel.

g. Penimbangan

Produk jadi kemudian ditimbang untuk ketahu beratnya dan menjadi catatan produksi sebagai referensi data produksi.

h. Pemasangan Label

Proses terakhir pada produk yaitu dengan dilakukan penempelan label untuk mengetahui jenis, ukuran, dan merk dari produk tersebut.

i. Disimpan sebagai *safety stock*

Produk jadi yang telah siap kemudian dibawa ke gudang *safety stock* untuk disimpan.

j. Produk jadi siap kirim

Produk jadi yang lama akan diambil dari gudang *safety stock* untuk dikirim kepada konsumen. Pengiriman dilakukan dengan terlebih dahulu mengemas produk pada kemasan yang telah ditentukan.

Dalam kenyataannya, alur dari proses produksi memiliki beberapa tambahan sesuai dengan kebiasaan ataupun kebijakan perusahaan yang telah lama dilakukan. Beberapa tambahan tersebut terkadang dianggap tidak efisien karena dapat berdampak buruk bagi proses produksi. Contohnya yaitu material yang telah diproduksi pada suatu proses tidak akan langsung menuju proses selanjutnya karena proses selanjutnya masih mengerjakan pekerjaan dari material lainnya, sehingga terjadi adanya penyimpanan barang setengah jadi. Tentu saja aktivitas ini dapat mengurangi efisiensi dari proses

produksi dan membebani *inventory* perusahaan. Berikut alur dari proses produksi nyata yang dibuat secara detail:

Tabel 4. 2 Alur proses produksi nyata yang dibuat secara detail

Elemen Kerja	Elemen Kerja Bayangan	Tempat	Alat Bantu
	Mobil Supplier Datang (penerimaan bahan material dan diletakkan di tempat penyimpanan bahan material)	Pintu Masuk	Mobil
	Membawa material dari mobil menuju tempat penyimpanan material untuk kemudian dibawa kembali menuju tungku.	Jalan menuju tungku	Kereta Sorong
Peleburan Material		Ruangan tungku+pencetakan	Tungku
	Memindahkan material dari tungku menuju alat pencetak	Ruangan tungku+pencetakan	Kereta Sorong
Pencetakan		Ruangan tungku+pencetakan	Alat Pencetak
	Membawa material yg sudah dicetak menuju penyimpanan terpadu	Jalan menuju penyimpanan terpadu	Kereta Sorong
	Membawa material yg sudah dicetak dari penyimpanan terpadu menuju Ruangan kikir	Penyimpanan Terpadu	Kereta Sorong
Proses Kikir		Area Kikir	Alat Kikir
	Membawa produk setengah jadi yg sudah dikikir menuju penyimpanan terpadu	Jalan menuju penyimpanan terpadu	Kereta Sorong
	Membawa produk setengah jadi yg sudah dikikir dari penyimpanan terpadu menuju area bubut	Penyimpanan Terpadu	Kereta Sorong
Proses Pembubutan		Area Bubut	Mesin Bubut
	Membawa produk setengah jadi yg sudah dibubut menuju penyimpanan terpadu	Jalan menuju penyimpanan terpadu	Kereta Sorong
	Membawa produk setengah jadi yg sudah dibubut dari penyimpanan terpadu menuju area bor	Penyimpanan Terpadu	Kereta Sorong

Elemen Kerja	Elemen Kerja Bayangan	Tempat	Alat Bantu
Proses Boring		Area Bor	Mesin Bor
	Membawa produk setengah jadi yang sudah dibor menuju penyimpanan terpadu	Jalan menuju penyimpanan terpadu	Kereta Sorong
	Membawa produk setengah jadi yang sudah dibor dari penyimpanan terpadu menuju area pemasangan handle	Penyimpanan Terpadu	Kereta Sorong
Proses Pemasangan Handle		Area Pemasangan Handle	Palu + (bahan kawat, handle)
	Membawa produk setengah jadi yang sudah dipasangi handle menuju penyimpanan terpadu	Jalan menuju penyimpanan terpadu	Kereta Sorong
	Membawa produk setengah jadi yang sudah dipasangi handle dari penyimpanan terpadu menuju area penimbangan	Penyimpanan Terpadu	Kereta Sorong
Penimbangan		Area penimbangan	Neraca
Proses Penempelan Label		Area Penempelan	
	Membawa produk yang sudah ditempel label menuju Gudang <i>Safety Stock</i> dan Penyimpanan Produk Jadi siap Kirim	Penyimpanan Terpadu	Kereta Sorong
Penyimpanan <i>Safety Stock</i>		Gudang <i>Safety Stock</i>	
Penyimpanan Produk Jadi Siap Kirim (<i>Shipping</i>)	Produk yang siap kirim di- <i>packing</i> sesuai dengan pengemasan yang telah ditentukan untuk kemudian dilakukan pengiriman.	Penyimpanan Terpadu	(bahan tali rafia, kertas penahan, dan plastik pembungkus)

4.1.5. Identifikasi *Waste*

Setelah melakukan observasi langsung dan wawancara mengenai informasi proses produksi di WL Aluminium, terdapat beberapa permasalahan yang dapat berdampak buruk bagi perusahaan. Beberapa permasalahan tersebut lebih banyak berjenis transportasi, dan lainnya merupakan permasalahan produk cacat, inventori, *waiting*, dan gerakan yang tidak perlu. Maka daripada perlu adanya analisis dan upaya untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Dari beberapa permasalahan berikut, penelitian ini akan berfokus untuk membahas mengenai Jarak *Material Handling* yang merupakan *waste* transportasi. Hal ini karena permasalahan tersebut bersifat penting yang akan berdampak besar bagi perusahaan. Dimana dengan meminimasi jarak *material handling* maka akan berpengaruh pada beberapa permasalahan lainnya, seperti Waktu, Biaya, Penggunaan Alat Transportasi *Material Handling*, dan sebagainya.

Analisis mengenai *waste* jarak *material handling* dilakukan menggunakan bantuan VSM yang dapat menggambarkan dimana saja letak dari *waste* dan berapa jumlahnya. Kemudian dilakukan usaha untuk meminimalisir *waste* tersebut dengan suatu cara agar proses produksi lebih optimal. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara kondisi awal proses produksi dan kondisi susulannya, untuk mengetahui pengurangan yang telah dilakukan.

Untuk meminimalisir jarak *material handling* dapat dilakukan dengan melakukan perancangan ulang tata letak yang lebih optimal. Hal ini seperti yang dilakukan oleh Venkataraman et al. (2014) yang melakukan perancangan tata letak untuk meminimalisir jarak *material handling* dan waktu siklus, serta memperbaiki pola aliran proses produksi. Sehingga dalam penelitian ini, untuk mengatasi permasalahan *material handling* dilakukan dengan merancang ulang tata letak pabrik yang lebih optimal.

Untuk menganalisis jarak *material handling* dilakukan dengan menggunakan perhitungan jarak *rectlinier* yang mengacu pada jarak aliran lurus horizontal dan vertikal. Perhitungan jarak dilakukan sebelum dan sesudah perbaikan, kemudian dilakukan perbandingan antara keduanya untuk mengetahui seberapa besar penurunan yang dapat dilakukan demi mengoptimalkan tata letak dan mengurangi jarak *material handling*.

Berikut beberapa identifikasi *waste* yang ada pada proses produksi WL Aluminium:

Tabel 4. 3 Identifikasi *waste* yang ada pada proses produksi

No	Permasalahan	Jenis <i>Waste</i>	Rincian
1	Jarak <i>Material Handling</i> yang besar	Transportasi	Jarak <i>material handling</i> keseluruhan yang harus ditempuh dalam membawa material antar area dari proses produksi awal hingga akhir jika dijumlahkan sebesar 175,5 m. Padahal keliling dari pabrik hanya sebesar 114 m. Sehingga dapat diindikasikan terdapat jarak <i>material handling</i> yang tidak efisien membuat jaraknya melebihi keliling dari pabrik tersebut.
2	Waktu Pemindahan material yang lama	Transportasi	Waktu yang dihabiskan oleh perusahaan dalam memindahkan material mulai dari proses produksi awal hingga akhir, dipengaruhi oleh jarak, metode, dan alat bantu <i>material handling</i> . Dengan jarak <i>material handling</i> keseluruhan perharinya sebesar 4207 m dan diasumsikan kecepatan memindahkan material tetap sebesar 0,5 m/s. Maka waktu <i>material handling</i> yang dihabiskan yaitu sebesar $4207/0,5=8415$ detik (=2,3 jam). Tentu saja waktu tersebut sangat lama dan bahkan 2/8 waktu kerja yaitu selama 8 jam.
3	Ongkos Pemindahan Material	Transportasi	Seperti halnya jarak dan waktu <i>material handling</i> , ongkos <i>material handling</i> merupakan suatu biaya yang dihabiskan untuk memindahkan material antar area dari awal proses produksi hingga akhir secara keseluruhan. Semakin lama dan jauh pemindahan material maka semakin membuat lebih banyak pekerjaan yang tentu saja membutuhkan biaya.
4	Aliran Produksi yang bolak balik	Transportasi	Pada proses produksi WL Aluminium terdapat aliran produksi yang bolak balik. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa area yang ada di belakang aliran proses produksi selanjutnya

No	Permasalahan	Jenis Waste	Rincian
			<p>seperti letak gudang <i>safety stock</i> yang ada di belakang aliran proses produksi selanjutnya yaitu <i>labelling</i>. Sehingga membuat aliran yang seharusnya ke depan menjadi berbalik ke belakang. Tentu saja aktivitas tersebut merupakan suatu pemborosan dan harus dihilangkan.</p>
5	WIP	<i>Inventory, Waiting</i>	<p>Pada beberapa proses seperti pencetakan, kikir, dan bubut, material hasil proses tersebut tidak langsung menuju proses selanjutnya namun harus diletakkan di penyimpanan sementara untuk menunggu proses selanjutnya selesai memproses material lainnya dan siap memproses material tersebut. Sehingga material tersebut menjadi aktivitas <i>bottleneck</i>, dimana aktivitas tersebut merupakan aktivitas yang tidak efisien dan seharusnya dihilangkan.</p>
6	Postur Kerja yang Tidak Ergonomis	Pergerakan yang tidak Efektif	<div data-bbox="792 692 1339 1200" data-label="Image"> </div> <p>Suatu pekerjaan yang dilakukan secara manual tanpa menggunakan alat bantu dapat membuat postur kerja menjadi tidak baik serta meningkatkan kemungkinan terjadinya cedera otot. Menurut beberapa penelitian tentang <i>Musculoskeletal Disorder</i> (MSDs) yang salah satunya diteliti di Amerika pada tahun 2004, menyatakan bahwa ada sekitar 60% pekerja <i>manual handling</i> menderita nyeri dan cedera pada daerah punggung dan hal itu disebabkan aktivitas manual saat bekerja, seperti mengangkat, menarik serta memegang sesuatu (McAtamney & Corlett, 1993). Sama halnya dengan apa yang terjadi pada</p>

No	Permasalahan	Jenis <i>Waste</i>	Rincian
			salah satu karyawan WL Aluminium bagian pencetakan, dimana melakukan pekerjaannya yang masih manual tanpa alat bantu sehingga memak tubuhnya untuk membentuk sudut yang besar. Tentu saja jika hal ini terjadi terus menerus akan berdampak buruk bagi kesehatannya.
7	Jumlah produk cacat yang banyak	Produk Cacat	Dari data produk cacat jenis wajan yang tercatat oleh perusahaan khususnya pada bagian pencetakan, setidaknya terdapat 10 produk cacat dalam sehari pengerjaan dimana sehari dapat mengerjakan sebanyak 180 produk. Sehingga persentase produk cacat wajan saat melakukan pencetakan sebesar 5,6%. Persentase tersebut dianggap masih terlalu besar dan perlu adanya analisis dan perbaikan terhadap penyebab dari adanya produk cacat tersebut.

4.1.6. Data Area yang Terdapat Pada *Layout* Awal beserta ukuran dan titik pusat koordinat

Pada produksi WL Aluminium terdapat beberapa area yang memiliki masing-masing fungsi dan aktivitas. Maka perlu dilakukan pengukuran, penentuan lokasi, serta alur dari suatu area menuju area lainnya berdasarkan proses produksi yang ada. Berikut perhitungan ukuran area, serta titik pusat koordinat setiap area dengan mengacu pada titik yang ada pada pojok kiri bawah layout sebagai titik 0 dari sumbu koordinat sehingga menghasilkan informasi sebagai berikut:

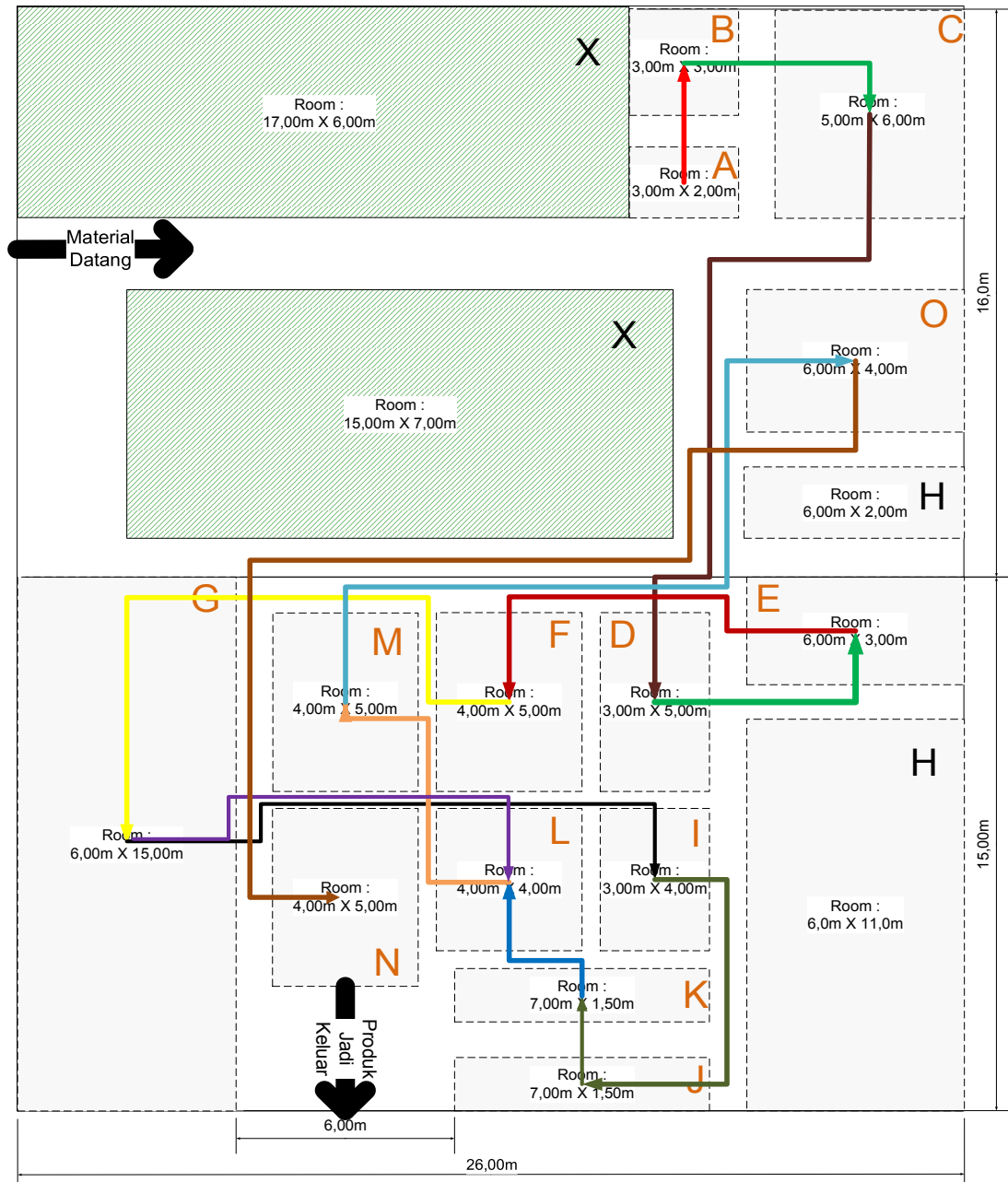
Tabel 4. 4 Data setiap area pada layout awal beserta ukuran dan titik pusatnya

Simbol	Nama Area	Ukuran		Luas (m ²)	Perhitungan Titik Pusat		Titik pusat		Titik Pusat Koordinat	Predecessor	Successor
		x	y		X	Y	x	y			
A	Penyimpanan Material	3	2	6	$26-5-1-(3/2)$	$15+16-3-1-(2/2)$	18,50	26,00	(18.5 , 26)		B
B	Peleburan Material	3	3	9	$26-5-1-(3/2)$	$15+16-(3/2)$	18,50	29,50	(18.5 , 29.5)	A	C
C	Pencetakan	5	6	30	$26-(5/2)$	$15+16-(6/2)$	23,50	28,00	(23.5 , 28)	B	D
E	Kikir	6	3	18	$26-(6/2)$	$11+1+(3/2)$	23,00	13,50	(23 , 13.5)	D	F
G	Bubut	6	1,5	90	(6/2)	(15/2)	3,00	7,50	(3 , 7.5)	F	I
J	<i>Boring</i>	7	1,5	10,5	$26-6-1-(7/2)$	1.5/2	21,50	7,50	(17.75 , 7.5)	I	K
K	Pemasangan Handle	7	1,5	10,5	$26-6-1-(7/2)$	$1.5+1+(1.5/2)$	21,50	3,25	(17.75 , 3.25)	J	L
L	Penimbangan +inspeksi	4	4	16	$6+1+4+0.5+(4/2)$	$1.5+1+1.5+0.5+(4/2)$	13,50	6,50	(13.5 , 6.5)	K	M
M	Labelling dan penyimpanan	4	5	20	$6+1+(4/2)$	$15-1-(5/2)$	9,00	11,50	(9 , 11)	L	O
O	Gudang <i>Safety Stock</i>	6	4	24	$26-(6/2)$	$15+1+2+1+(4/2)$	23,00	21,00	(23 , 21)	M	N
D	Penyimpanan sebelum Kikir	3	5	15	$6+1+4+0.5+4+0.5+(3/2)$	$1.5+1+1.5+0.5+4+0.5+(5/2)$	17,50	11,50	(17.5 , 11.5)	C	E
F	Penyimpanan sebelum Bubut	4	5	20	$6+1+4+0.5+(4/2)$	$1.5+1+1.5+0.5+4+0.5+(5/2)$	13,50	11,50	(13.5 , 11.5)	E	G
I	Penyimpanan sebelum bor	3	4	12	$6+1+4+0.5+4+0.5+(3/2)$	$1.5+1+1.5+0.5+(4/2)$	17,50	6,50	(17.5 , 6.5)	G	J
N	Produk Jadi dan <i>Packing</i>	4	5	20	$6+1+(4/2)$	$3.5+(5/2)$	9,00	6,00	(9 , 6)	O	-

4.1.7. Data Tata Letak Awal

WL Aluminium sendiri telah menentukan tata letak dalam proses produksi yang selanjutnya dapat disebut *layout* awal. Dari tata letak tersebut mencakup area-area yang memiliki fungsi dan aktivitas masing-masing. Pada *layout* awal dapat dilihat pula aliran proses produksi dari dan menuju setiap area. Aliran proses produksi *layout* awal terlihat bolak balik, dimana beberapa proses harus kembali lagi menuju penyimpanan barang setengah jadi berulang-ulang. Tentu saja aliran yang seperti itu dianggap masih kurang efisien karena akan membuat jarak *material handling* yang ditempuh semakin besar,

serta lalu lintas *material handling* yang tidak baik berpotensi terjadinya kebingungan operator dan berpapasan dengan aliran dari area lainnya. Untuk lebih jelasnya, berikut *layout* awal dari perusahaan WL Aluminium beserta gambaran aliran proses produksi dari dan menuju setiap area:



Keterangan Tambahan:

H: Ruang Loker dan Ruang Karyawan
(Tidak berhubungan langsung dengan proses produksi namun dapat dipindah)

X: Rumah Pak Wahyudi
(Tidak berhubungan langsung dengan proses produksi dan tidak dapat dipindah)

Gambar 4. 4 Layout awal proses produksi di WL Aluminium beserta ukuran area dan aliran proses produksinya

4.1.8. Perhitungan Jarak Antar Area pada Tata Letak Awal

Setelah menentukan posisi, ukuran, dan titik pusat dari masing-masing area, selanjutnya dapat melakukan perhitungan jarak *material handling* dari dan menuju setiap area berdasarkan aliran produksi yang ada. Perhitungan jarak *material handling* dapat dilakukan menggunakan metode *Rectlinear* karena perpindahan material yang terjadi pada tata letak ini berbentuk tegak lurus mengikuti jalur perpindahan antar area secara horizontal maupun vertikal. Berikut perhitungan jarak *material handling* menggunakan metode *Rectlinear*:

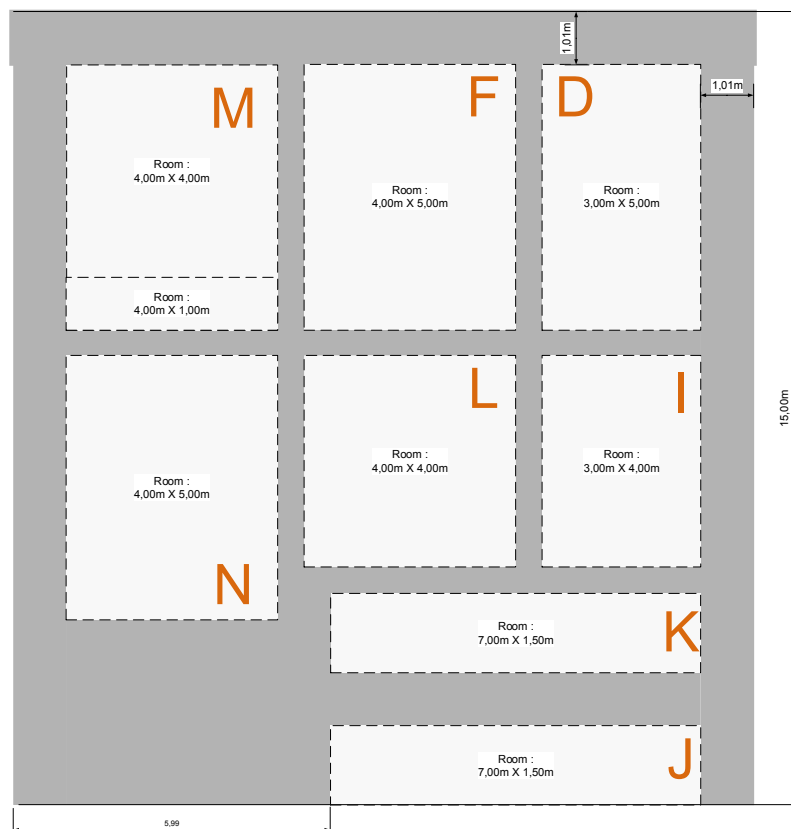
Tabel 4. 5 Tabel perhitungan jarak *material handling* menggunakan metode *Rectlinear*

Dari	Menuju	Jarak Berdasar Sumbu: (m)		Jarak MH Antar Area (m)		Frek /batch	Fre k /hari	Jarak MH Keseluruhan /hari (m)
		x	y	Klmpk Produk A	Klmpk Produk B			
A	B	0,0	3,5	3,5	3,5	3	27	94,5
B	C	5,0	1,5	6,5	6,5	3	27	175,5
C	D	6,0	16,5	22,5	22,5	3	27	607,5
D	E	5,5	2,0	7,5	7,5	3	27	202,5
E	F	9,5	2,0	11,5	11,5	3	27	310,5
F	G	10,5	4,0	14,5	14,5	3	27	391,5
G	I	14,5	1,0	15,5	-	2	18	279
I	J	4,0	1,0	5	-	2	18	90
J	K	0,0	4,3	4,25	-	2	18	76,5
K	L	8,0	3,3	11,25	-	2	18	202,5
L	M	4,5	5	9,5	9,5	3	27	256,5
M	O	14	9,5	23,5	23,5	3	27	634,5
O	N	14	15	29	29	3	27	783
G	L	10,5	1	-	11,5	1	9	103,5
Jumlah				164	139,5			4207,5

4.1.9. Penyimpanan Terpadu (Penyimpanan Barang Setengah Jadi)

Selanjutnya yang perlu diperhatikan pada sebuah tata letak yaitu bagaimana sebuah area dapat diposisikan se-efisien mungkin, dan mudah dibedakan dengan area lainnya. Sedangkan yang terjadi pada *layout* awal yaitu semua penyimpanan berbagai jenis barang setengah jadi dan bahkan barang jadi dicampur menjadi satu lokasi di penyimpanan terpadu. Pencampuran area ini dianggap kurang baik karena

dapat terjadi bolak baliknya *material handling* dari beberapa area lainnya, meningkatkan kemungkinan tercampurnya barang yang berbeda jenis sehingga membingungkan operator dalam mengambil barang tersebut, serta jarak dengan area berhubungan yang sebenarnya masih dapat diminimalisir. Berikut gambaran penyimpanan terpadu yang terdapat pada *layout* awal perusahaan WL Aluminium:



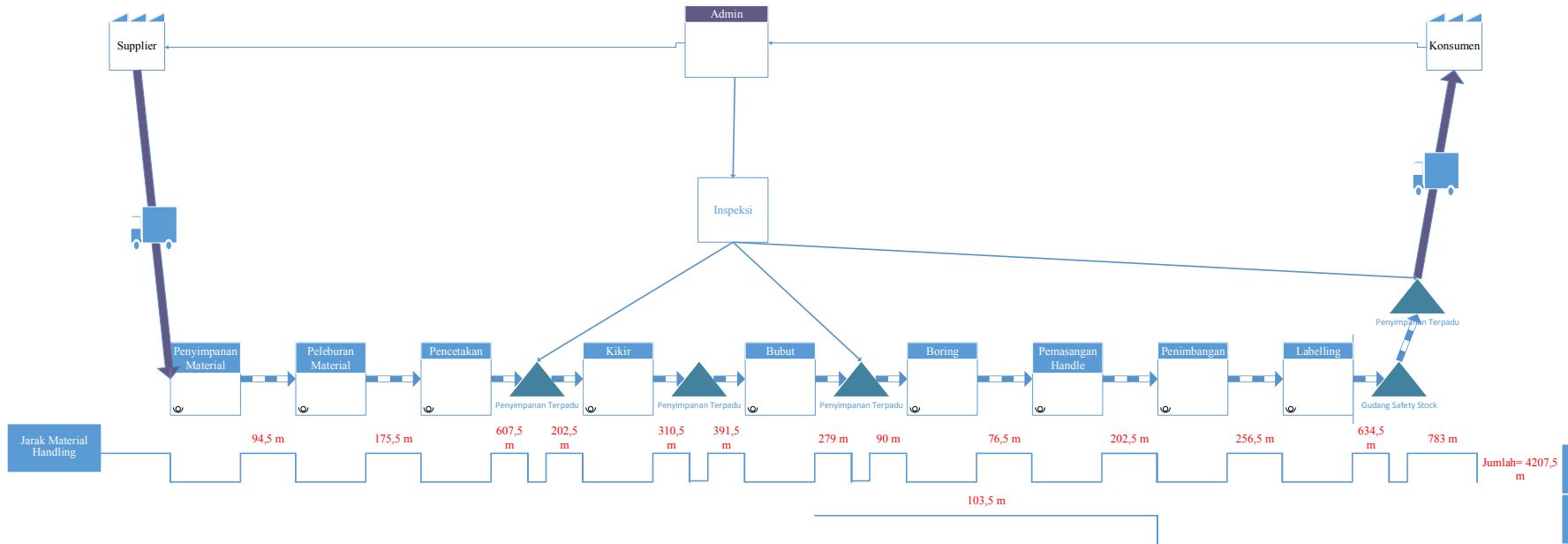
Gambar 4. 5 Penyimpanan terpadu yang mencakup semua jenis barang setengah jadi dan barang jadi

4.2.Pengolahan Data

4.2.1. Value Stream Mapping (VSM)

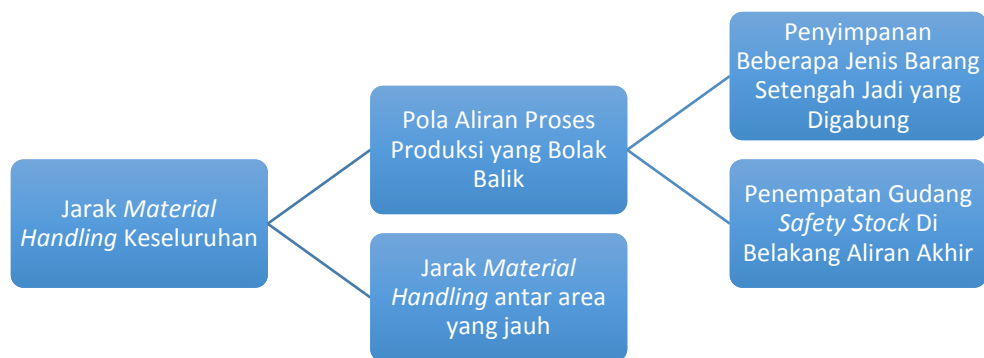
Dalam setiap proses produksi yang ada, terdapat kemungkinan adanya *waste* yang dapat mengakibatkan pemborosan dari segala aspek. Maka perlu adanya identifikasi *waste* yang terjadi pada suatu proses produksi dan berusaha menghilangkannya. Salah satu alat yang dapat mengidentifikasi *waste* yaitu *Value Stream Mapping* (VSM), dimana merupakan suatu alat yang memiliki konsep *Lean Manufacture*. Pada identifikasi masalah jarak *material handling* dapat menggunakan VSM.

Berikut identifikasi *waste* yang ada pada proses produksi di WL Aluminium:



Gambar 4. 6 Penggunaan VSM dalam mengidentifikasi waste material handling pada alur produksi WL Aluminium

Dari identifikasi *waste* menggunakan VSM seperti ditunjukkan oleh gambar di atas, menghasilkan kesimpulan bahwa masih terdapat *waste* pada proses produksi di WL Aluminium. Beberapa *waste* tersebut yaitu terdapat aktivitas *material handling* yang menghasilkan jarak *material handling* keseluruhan perharinya sebesar 4207,5 m. Selanjutnya terdapat beberapa aliran yang selalu menuju sebuah penyimpanan barang setengah jadi, dari beberapa area menuju dan bolak balik ke penyimpanan tersebut. Hal ini dikarenakan penyimpanan semua jenis barang setengah jadi dan bahkan barang jadi siap antar disatukan pada sebuah penyimpanan terpadu. Sehingga di sini terlihat dua masalah, yaitu aliran produksi yang bolak balik menuju dan balik dari penyimpanan terpadu serta tercampurnya beberapa jenis penyimpanan di ruang terpadu tersebut. Kedua permasalahan tersebut akan mempengaruhi besarnya jarak *material handling*. Berikut gambaran permasalahan yang ada di proses produksi WL Aluminium:



Gambar 4. 7 Gambaran permasalahan yang ada di proses produksi WL Aluminium

4.2.1. Perancangan Ulang Tata Letak

Dalam menyelesaikan permasalahan mengenai jarak *material handling* yang tidak efisien, dapat melakukan perancangan ulang tata letak. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Venkataraman et al. (2014) yang melakukan perancangan ulang tata letak untuk mengurangi *lead time*, *cycle time*, dan jarak *material handling*. Hasil dari penelitian tersebut yaitu berkurangnya jarak *material handling* dari yang semula sebesar 98 m menjadi 50 m. Selain itu, perbaikan yang juga dilakukan yaitu memperbaiki pola aliran produksi yang berbentuk *zigzag* menjadi lurus dan beraturan. Maka daripada itu, untuk menyelesaikan permasalahan jarak *material handling* yang terjadi pada WL Aluminium dilakukan dengan cara merancang ulang tata letak yang lebih optimal.

4.2.2.1. Analisis Produk

Perusahaan WL Aluminium memiliki beberapa produk yang kemudian dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok produk dengan memperhatikan kesamaan proses produksi dari masing-masing produk. Walaupun sebenarnya dari kedua kelompok juga hampir memiliki kesamaan proses produksi, hanya kelompok A mempunyai komponen lebih untuk dirakit seperti kawat *handle*, dan pegangan sedangkan kelompok B tidak. Kelompok A yaitu mencakup produk Panci, Ketel, Citel, dan Soblok, sedangkan Kelompok B mencakup produk Wajan. Berikut analisis produk yang dibedakan berdasarkan kelompok produk.

Tabel 4. 6 Analisis komponen penyusun produk yang dibedakan per kelompok

PARTS LIST						
No	Kelompok A		Kelompok B		Material	Keterangan
	Produk: Panci, Ketel, Citel, dan Soblok		Nama: Wajan			
	Nama Komponen	Jumlah	Nama Komponen	Jumlah		
1	<i>Body</i>	1	<i>Body</i>	1	Aluminium Ingot dan Rongsok	Buat
2	Kawat <i>Handle</i>	1	-	-	Kawat	Beli
2	Pegangan	1	-	-	Polimer	Beli

4.2.2.2. Analisis Proses

Sedangkan analisis yang dilakukan pada proses produksi dari setiap kelompok menghasilkan bahwa kedua kelompok memiliki proses produksi yang sama, namun Kelompok B tidak melewati beberapa proses seperti Pelubangan, dan Pemasangan *Handle*. Berikut rute produksi dari kedua kelompok:

a. Rute Produksi

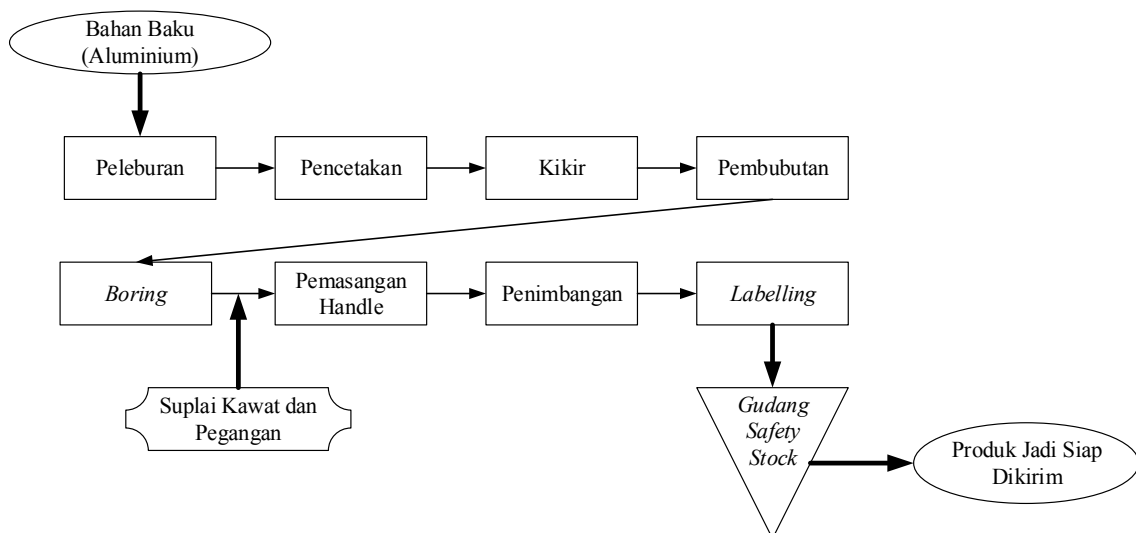
Tabel 4. 7 Rute produksi dari produk WL Aluminium

PRODUCTION ROUTING				
No. Operasi Kerja	Operasi Kerja		Mesin	Alat Bantu
	Kelompok A	Kelompok B		
01	Peleburan	Penimbangan	Tungku	-
02	Pencetakan	<i>Labelling</i>	-	Cetakan

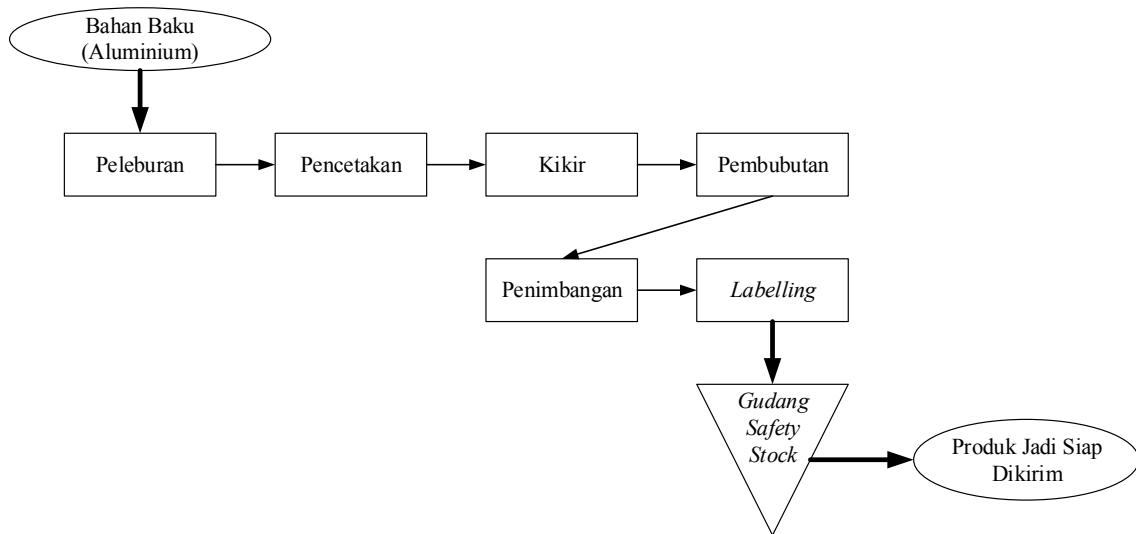
03	Kikir	<i>Packing</i>	-	Alat Kikir
04	Pembubutan	Penimbangan	Mesin Bubut	-
05	<i>Boring</i>	-	Mesin Bor	-
06	Pemasangan <i>Handle</i>	-	-	Palu
07	Penimbangan	Penimbangan	-	Timbangan
08	<i>Labelling</i>	<i>Labelling</i>	-	-

b. Peta Proses

Setelah mengetahui apa saja proses produksi yang harus dilewati dari kedua kelompok produk, maka selanjutnya yaitu membuat peta proses yang menggambarkan alur dari proses produksi secara ringkas dan jelas menggunakan gambar yang ada. Peta proses yang sederhana mencakup operasi apa saja yang terdapat pada proses produksi, serta bahan baku yang digunakan. Karena kedua produk melewati proses yang berbeda maka perlu dibuat dua peta proses yang mewakili masing-masing Kelompok Produk. Berikut peta proses dari kedua kelompok produk:



Gambar 4. 8 Peta proses produksi dari kelompok produk A



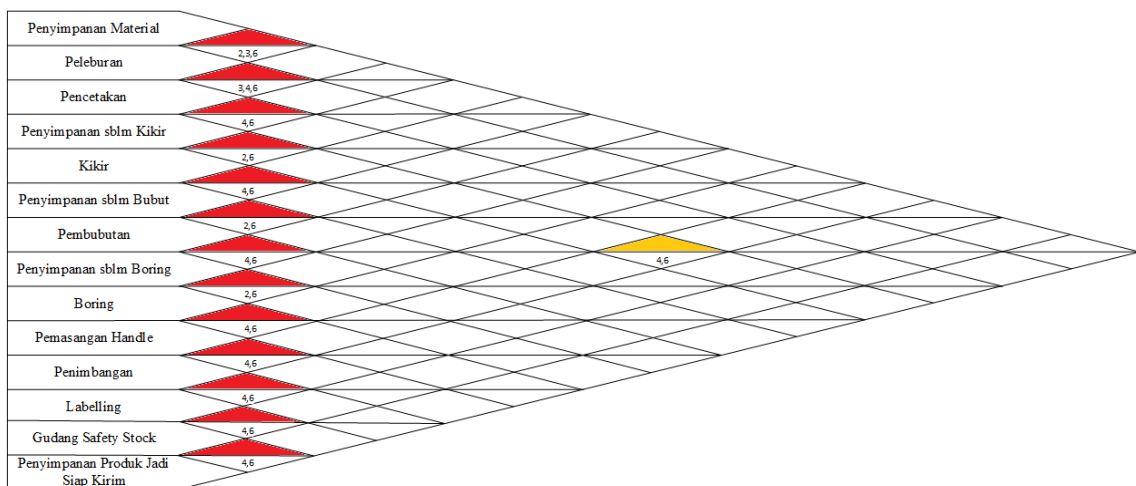
Gambar 4. 9 Peta proses produksi dari kelompok produk B

4.2.2.3. Analisis Aliran Hubungan

Setelah melakukan analisis produk dan proses, selanjutnya yaitu melakukan analisis terhadap aliran hubungan diantara area yang ada. Dalam melakukan analisis aliran hubungan, dapat menggunakan beberapa alat bantu. Berikut analisis hubungan dari produk yang dihasilkan oleh WL Aluminium:

a. *Activity Relationship Chart (ARC)*

Langkah pertama dalam melakukan analisis hubungan yaitu ARC, dimana dilakukan penentuan hubungan antar area dengan alasan tertentu. Dari alasan tersebut akan menghasilkan derajat hubungan antar area tersebut.



Gambar 4. 10 Analisis derajat hubungan menggunakan ARC

Dari ARC di atas dapat diketahui terdapat beberapa area yang saling berhubungan dan memiliki jenis derajat hubungan masing-masing. Salah satu alasan yang paling mempengaruhi derajat hubungan yaitu hubungan berdasar alur produksi. Hal ini dilakukan demi menyelesaikan permasalahan utama yang ditemukan sebelumnya, yaitu meminimalisir jarak setiap area, membuat aliran produksi lebih teratur, serta memperbaiki penempatan penyimpanan barang setengah jadi.

Kesimpulan dari hasil ARC di atas yaitu hampir setiap area memiliki satu derajat hubungan mutlak dengan area sesudahnya dalam hal alur produksi. Kecuali terdapat hubungan yang menjadi prioritas kedua pada pembubutan dan penimbangan karena menyesuaikan alur dari kelompok produk B yang memiliki frekuensi lebih sedikit dari jalur yang melewati area pengeboran dan pemasangan *handle*.

b. Lembaran Kerja (*Worksheet*)

Setelah melakukan identifikasi hubungan antar area menggunakan ARC, langkah selanjutnya yaitu merangkum derajat hubungan tersebut ke dalam sebuah tabel. Tabel tersebut merupakan lembaran kerja (*Worksheet*) yang menunjukkan derajat hubungan diantara area hasil analisis dari ARC sebelumnya. Berikut lembaran kerja produk yang diproduksi oleh WL Aluminium:

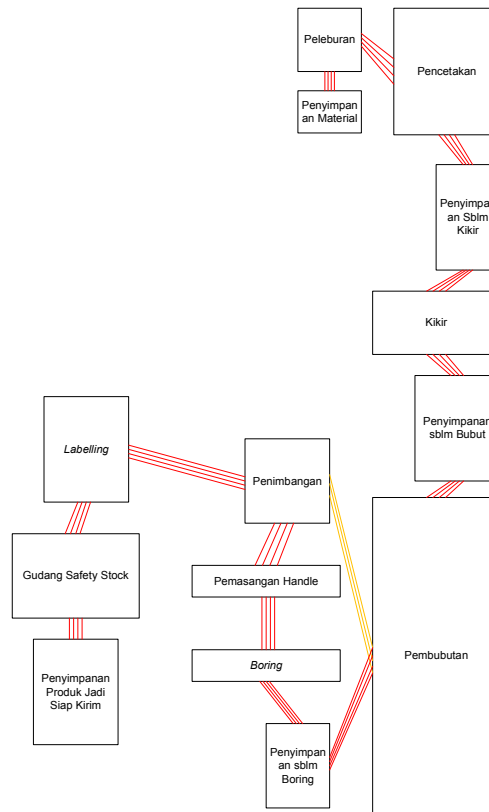
Tabel 4. 8 Lembaran kerja produk dari WL Aluminium

Nomor dan Nama Area		Derajat Keterdekatan					
		A	E	U	O	U	X
I	Penyimpanan Material	II				III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X,XI,XII,XIII,XIV	
II	Peleburan	I,III				IV,V,VI,VII,VIII,IX,X,XI,XII,XIII,XIV	
III	Pencetakan	II,IV				I,V,VI,VII,VIII,IX,X,XI,XII,XIII,XIV	
IV	Penyimpanan sbml Kikir	III,V				I,II,VI,VII,VIII,IX,X,XI,XII,XIII,XIV	
V	Kikir	IV,VI				I,II,III,VII,VIII,IX,X,XI,XII,XIII,XIV	
VI	Penyimpanan sbml bubut	V,VII				I,II,III,IV,VIII,IX,X,XI,XII,XIII,XIV	

VII	Pembubutan	VI,VIII, XI	XI			I,II,III,IV,V,IX,X,XII,XIII,XIV	
VIII	Penyimpanan sbml Bor	VII,IX				I,II,III,IV,V,VI,X,XI,XII,XIII,XIV	
IX	<i>Boring</i>	VIII,X				I,II,III,IV,V,VI,VII,XI,XII,XIII,XIV	
X	Pemasangan <i>Handle</i>	IX,XI				I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,XI,XII,XIII,XIV	
XI	Penimbangan	X,XII	VII			I,II,III,IV,V,VI,VIII,IX,XII,XIII,XIV	
XII	<i>Labelling</i>	XI,XIII				I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X,XIV	
XIII	Gudang <i>Safety Stock</i>	XII,XIV				I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X,XI	
XIV	Penyimpanan Produk Jadi Siap Kirim	XIII				I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X,XI,XII	

c. *Activity Relationship Diagram (ARD)*

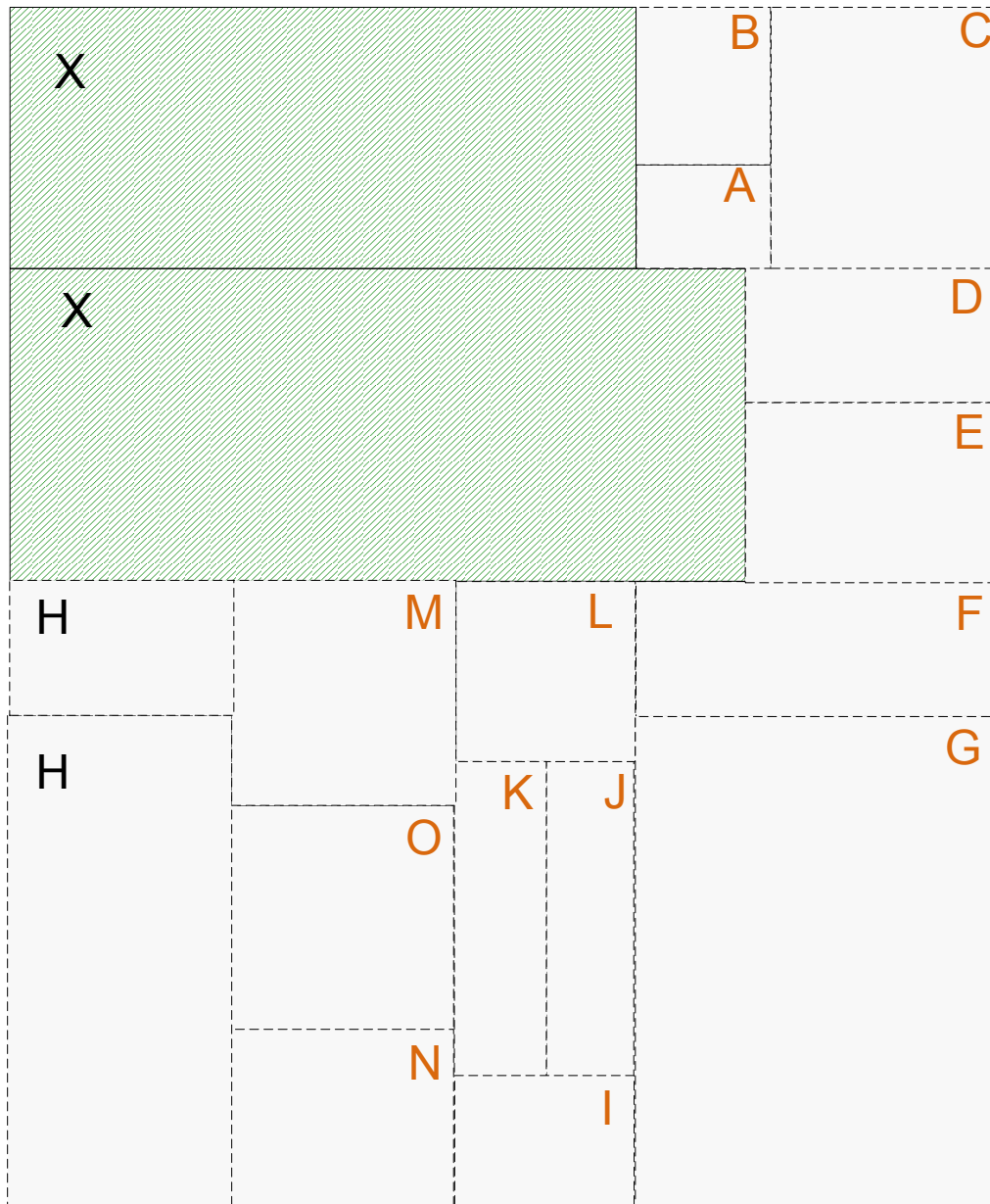
Kemudian langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu membuat sebuah diagram yang bernama ARD yang menggambarkan secara ringkas derajat hubungan antara area-area tersebut. Derajat hubungan tersebut diwakili oleh garis-garis yang berbeda sesuai jenis derajat hubungan, yang menghubungkan beberapa area. Berikut diagram hubungan aktivitas dari proses produksi yang ada di WL Aluminium:



Gambar 4. 11 Penentuan alur proses produksi menggunakan ARD

d. Analisis *Blocplan*

Setelah menentukan aliran proses produksi dan derajat hubungan diantara beberapa area, langkah selanjutnya yaitu mengalokasikan area-area tersebut ke dalam suatu *space* yang telah ditentukan. Area-area tersebut diletakkan berdasarkan diagram hubungan aktivitas sebelumnya. Namun, pada analisis *Blocplan* berikut terdapat dua area diluar area yang dibahas sebelumnya karena bukan merupakan proses produksi dan sebagai area yang berlokasi tetap. Berikut pengalokasian setiap area ke dalam *space* yang telah ditentukan:

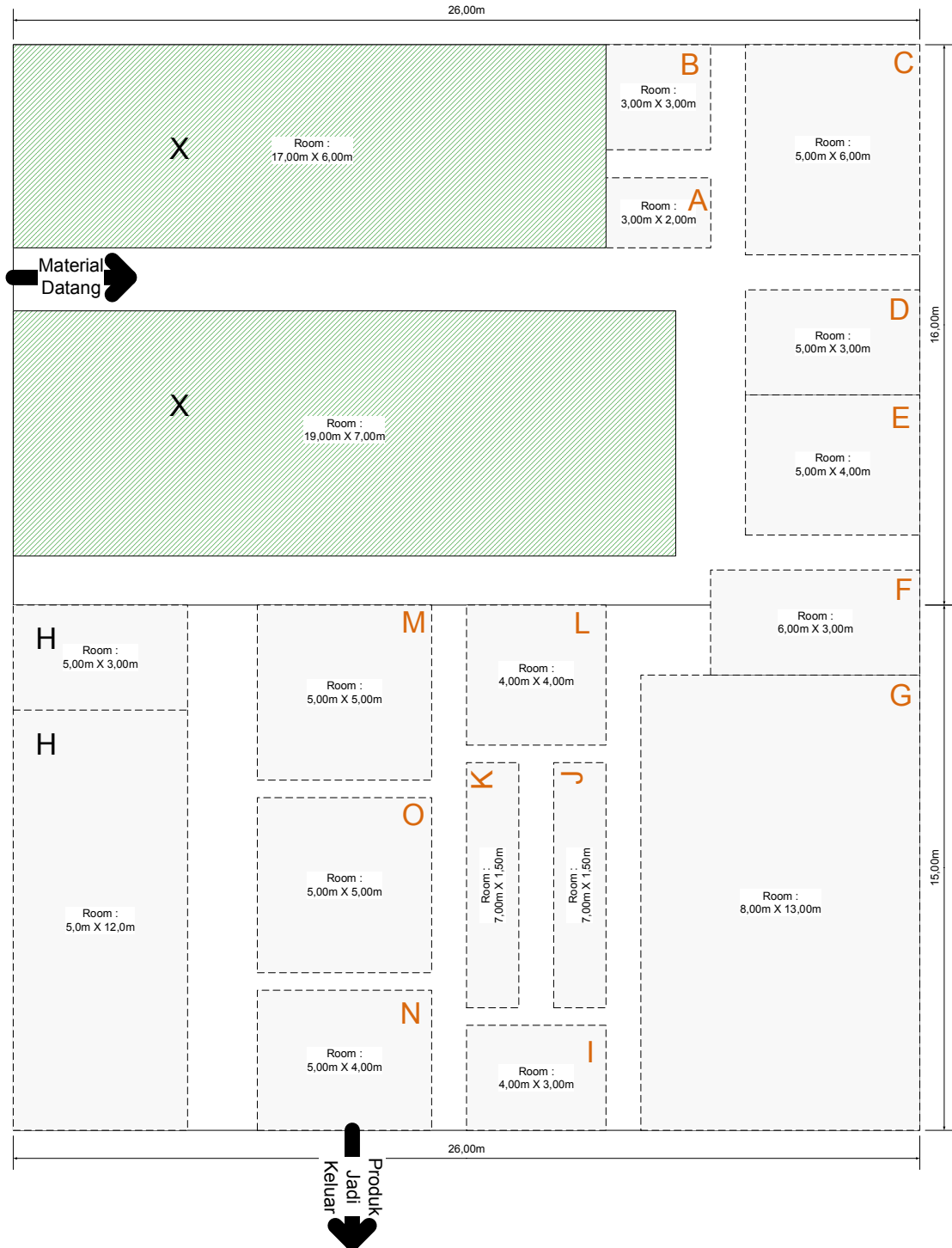


Gambar 4. 12 Pengalokasian posisi setiap area menggunakan *Blochplan*

e. Perancangan *Layout Detail*

Setelah melakukan pengalokasian area menggunakan *Blochplan*, langkah selanjutnya yaitu melakukan penyesuaian area berdasarkan ukuran-ukuran nyata dan memperhitungkan *space* antar area yang kemudian digunakan sebagai jalur transportasi. Setiap area disesuaikan dengan ketersediaan *space*, sehingga ukuran dari area dapat berubah dari sebelumnya walaupun tidak terlalu signifikan. Selain itu, pada *Layout Detail* berikut juga telah memasukkan area yang sebelumnya tidak dibahas karena bukan termasuk sebagai proses produksi

dan berlokasi tetap. Hal ini disesuaikan dengan kondisi nyata karena memang area tersebut merupakan suatu area permanen yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pemindahan lokasi dalam jangka pendek menengah. Berikut penyesuaian area berdasarkan situasi nyata menggunakan *Blocplan*:



Gambar 4. 13 Penempatan dan penyesuaian ukuran setiap area pada *layout* detail

BAB V

PEMBAHASAN

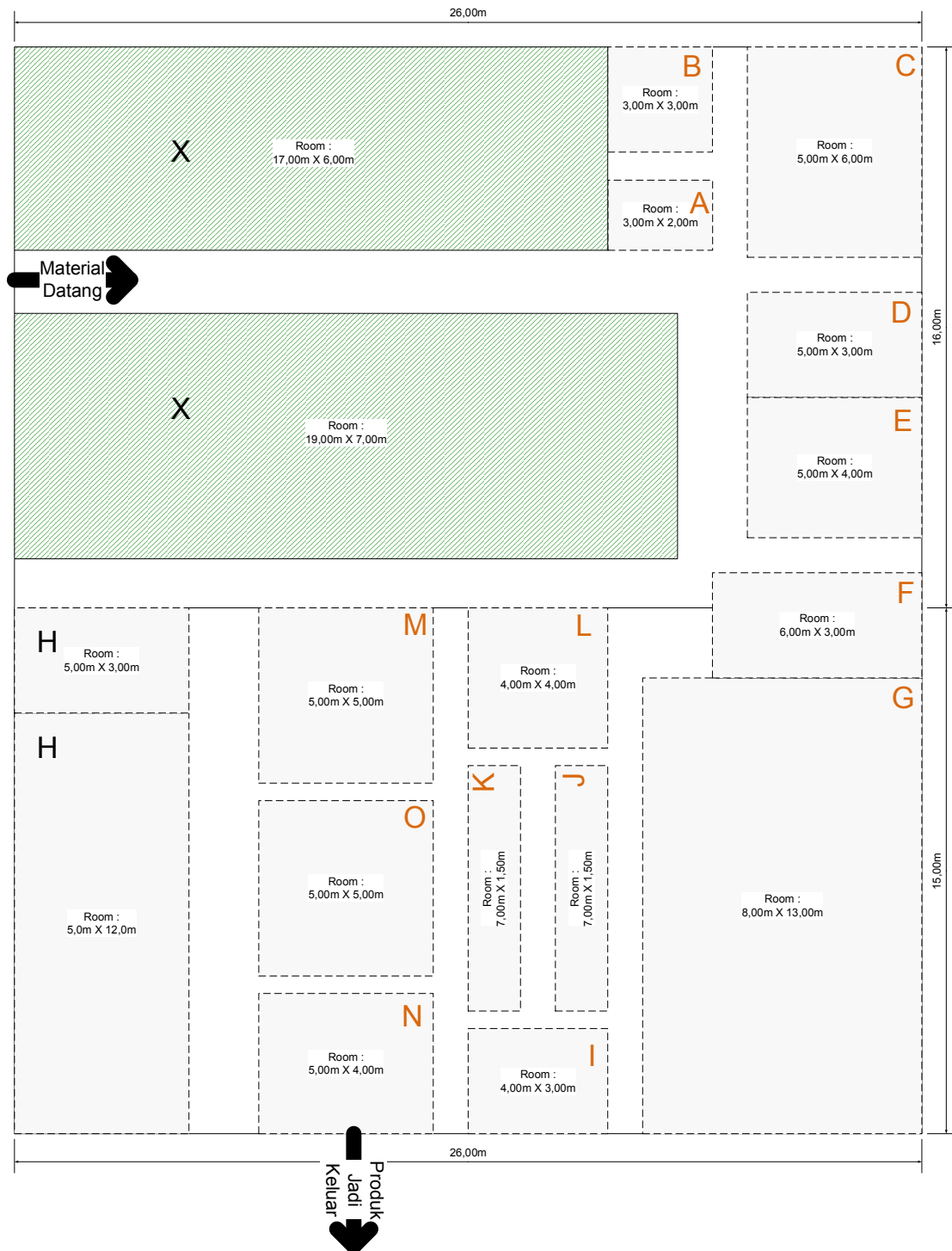
5.1. Identifikasi *Waste*

Berdasarkan identifikasi menggunakan VSM dan data *layout* awal, dapat terlihat bahwa terdapat aktivitas *material handling* yang dikategorikan sebagai *waste* karena berpotensi sebagai pemborosan pada proses produksi. Dari VSM terlihat jarak *material handling* terjauh yang terjadi pada proses produksi sebesar 4207,5 m. Selain itu, terdapat beberapa aliran yang terus menuju ke satu area yaitu penyimpanan terpadu yang akan membuat aliran menjadi bolak balik. Dampak dari aliran yang bolak balik akan menambah jarak *material handling*, dan terjadi papasan antara beberapa jalur. Permasalahan selanjutnya yaitu penyimpanan barang setengah jadi yang dijadikan satu di penyimpanan terpadu. Hal ini akan menyebabkan beberapa jenis barang setengah jadi akan tercampur, membingungkan operator untuk mengambil barang tersebut, serta terdapat penyimpanan barang setengah jadi yang terlalu jauh dari area terkait.

5.2. Perancangan Ulang Tata Letak

Perancangan ulang tata letak dilakukan dengan tujuan meminimalisir *waste* yang terjadi pada proses produksi yang disebabkan oleh perancangan tata letak awal yang kurang efisien. Perancangan ulang ini memperhatikan hubungan antar area, dan pengalokasian area berdasarkan *space* yang ada. Sehingga tata letak usulan yang dibuat menjadi lebih efisien dengan jarak antar area yang lebih dekat, aliran produksi yang lurus tidak bolak balik, serta penempatan area yang baik dengan berada di depan aliran proses produksi sebelumnya.

Berikut rancangan *Layout Usulan* yang telah dibuat berdasarkan langkah-langkah perancangan tata letak yang telah dilakukan”



Gambar 5. 1 Layout Usulan dari proses produksi

5.2.1. Jarak *Material Handling*

Dari perancangan ulang tata letak yang dilakukan, dapat dihitung jarak *material handling* yang terdapat pada masing-masing *layout* dari titik pusat yang antar area. Selanjutnya dengan melakukan perbandingan jarak *material handling* antara *Layout* Awal dan *Layout* Usulan untuk mengetahui *layout* yang lebih baik. Berikut penentuan titik pusat koordinat dan perhitungan jarak *material handling* dari masing-masing tata letak:

a. *Layout* Akhir

Dalam menentukan perancangan ulang tata letak, terkadang perlu dilakukan menyesuaikan ukuran area. Penyesuaian ukuran area dapat dilakukan dengan mengacu pada kebutuhan area minimal yang diperhitungkan dari stasiun kerja, mesin, atau luasan yang diperlukan untuk meletakkan material. Maka daripada itu, berikut perhitungan kebutuhan luasan area minimal yang diperlukan setiap area pada proses produksi WL Aluminium yang akan digunakan sebagai acuan penyesuaian ukuran area selanjutnya:

No	Simbol	Nama Area	Luas Material, Mesin, Stasiun Kerja (m)			Jumlah	Luas Area Min yg Dibutuhkan (m)
			x	y	Luas		
1	A	Penyimpanan Material	0,6	0,6	0,36	6	2,16
2	B	Peleburan Material	2	3	6	1	6
3	C	Pencetakan	1,5	1	1,5	15	22,5
4	E	Kikir	1,5	1	1,5	7	10,5
5	G	Bubut	2	1,5	3	15	45
6	J	<i>Boring</i>	1,5	1,5	2,25	4	9
7	K	Pemasangan <i>Handle</i> dan penyimpanan	2	1,5	3	1	3
8	L	Penimbangan	1,5	1,5	2,25	1	2,25
9	M	<i>Labelling</i>	2	1,5	3	1	3
10	O	Gudang <i>Safety Stock</i>	1	1	1	20	20
11	D	Penyimpanan sbm Kikir	1	1	1	10	10
12	F	Penyimpanan sbm Bubut	1	1	1	10	10
13	I	Penyimpanan sbm bor	1	1	1	10	10
14	N	Produk Jadi dan <i>Packing</i>	1	1	1	15	15

Tabel 5. 1 Perhitungan ukuran dan titik pusat koordinat seluruh area pada Layout Usulan

No	Simbol	Nama Area	Ukuran		Luas (m ²)	Perhitungan Titik Pusat		Titik pusat		Titik Pusat Koordinat	Predessor	Successor
			x	y		X	Y	x	y			
1	A	Penyimpanan Material	3	2	6	26-5-1-(3/2)	31-3-1-(2/2)	18,50	26,00	(18.5 , 26)		B
2	B	Peleburan Material	3	3	9	26-5-1-(3/2)	31-(3/2)	18,50	29,50	(18.5 , 29.5)	A	C
3	C	Pencetakan	5	6	30	26-(5/2)	31-(6/2)	23,50	28,00	(23.5 , 28)	B	D
4	E	Kikir	5	4	20	26-(5/2)	31-6-1-3-(4/2)	23,50	19,00	(23.5 , 19)	D	F
5	G	Bubut	8	13	104	26-(8/2)	(13/2)	22,00	6,50	(22 , 6.5)	F	I
6	J	Boring	1,5	7	10,5	26-8-1-(1,5/2)	3+0,5+(7/2)	16,25	7,00	(16.25 , 7)	I	K
7	K	Pemasangan Handle dan penyimpanan	1,5	7	10,5	26-8-1-1,5-1-(1,5/2)	3+0,5+(7/2)	13,75	7,00	(13.75 , 7)	J	L
8	L	Penimbangan +inspeksi + penyimpanan	4	4	16	26-8-1-(4/2)	15-(4/2)	15,00	13,00	(15 , 13)	K	M
9	M	Labelling dan penyimpanan	5	5	25	5+2+(5/2)	15-(5/2)	9,50	12,50	(9.5 , 8)	L	O
10	O	Gudang Safety Stock	5	5	25	5+2+(5/2)	15-5-0,5-(5/2)	9,50	8,00	(9.5 , 12.5)	M	N
11	D	Penyimpanan sebelum Kikir	5	3	15	26-(5/2)	31-6-1-(3/2)	23,50	22,50	(23.5 , 22.5)	C	E
12	F	Penyimpanan sebelum Bubut	6	3	18	26-(6/2)	13+(2/2)	23,00	14,00	(23 , 14)	E	G
13	I	Penyimpanan sebelum bor	4	3	12	26-8-1-(4/2)	(3/2)	15,00	1,50	(15 , 1.5)	G	J
14	N	Produk Jadi dan Packing	4	5	20	5+2+(5/2)	(4/2)	9,50	2,00	(9.5 , 2)	O	

Tabel 5. 2 Perhitungan jarak material handling pada Layout Usulan

Dari	Ke	Jarak Berdasar Sumbu: (m)		Jarak MH Antar Area (m)		Frek /batch	Frek /hari	Jarak MH Keseluruhan (m)
		x	y	Klmpk Produk A	Klmpk Produk B			
A	B	0,0	3,5	3,5	3,5	3	27	94,5
B	C	5,0	1,5	6,5	6,5	3	27	175,5
C	D	0,0	5,5	5,5	5,5	3	27	148,5
D	E	0,0	3,5	3,5	3,5	3	27	94,5
E	F	0,5	5,0	5,5	5,5	3	27	148,5
F	G	1,0	7,5	8,5	8,5	3	27	229,5
G	I	7,0	5,0	12	-	2	18	216
I	J	1,3	5,5	6,75	-	2	18	121,5
J	K	2,5	0,0	2,5	-	2	18	45
K	L	1,3	6,0	7,25	-	2	18	130,5
L	M	5,5	0,5	6	6,0	3	27	162
M	O	0	4,5	4,5	4,5	3	27	121,5
O	N	0	6	6	6,0	3	27	162
G	L	7	6,5	-	13,5	1	9	121,5
Jumlah				78	63			1971

b. Perbandingan

Setelah mengetahui jarak seluruh area pada *Layout Awal* dan *Layout Usulan*, dapat dilakukan perbandingan antara kedua *layout* tersebut. Dari hasil perbandingan kedua *layout* dapat diketahui bahwa hampir seluruh jarak *material handling* antara area memiliki penurunan persentase jarak pada *Layout Usulan* dibandingkan dengan *Layout Awal*. Sedangkan secara keseluruhan jarak *material handling Layout Usulan* juga lebih kecil dibandingkan dengan *Layout Awal*. Persentase penurunan jarak *material handling* Kelompok Produk A sebesar 52,4%, sedangkan Kelompok Produk B sebesar 54,8%. Hal ini menunjukkan bahwa usaha penurunan jarak *material handling* dengan melakukan perancangan ulang tata letak dapat dikatakan berhasil. Berikut perbandingan jarak *material handling* antara *Layout Awal* dan *Usulan*, beserta persentase penurunannya.

Tabel 5. 3 Tabel penurunan jarak material handling dengan membandingkan kedua tata letak (dengan mengacu frekuensi per-hari)

Dari	Ke	Jarak MH Antar Area		Penurunan (m)	Frek /batch	Penurunan Keseluruhan /batch (m)	Frek /hari	Penurunan Keseluruhan /hari (m)
		Awal	Usulan					
A	B	3,5	3,5	0	3	0	27	0
B	C	6,5	6,5	0	3	0	27	0
C	D	22,5	5,5	17	3	51	27	459
D	E	7,5	3,5	4	3	12	27	108
E	F	11,5	5,5	6	3	18	27	162
F	G	14,5	8,5	6	3	18	27	162
G	I	15,5	12	3,5	2	7	18	63
I	J	5	6,75	-1,75	2	-3,5	18	-31,5
J	K	4,25	2,5	1,75	2	3,5	18	31,5
K	L	11,25	7,25	4	2	8	18	72
L	M	9,5	6	3,5	3	10,5	27	94,5
M	O	23,5	4,5	19	3	57	27	513
O	N	29	6	23	3	69	27	621
G	L	11,5	13,5	-2	1	-2	27	-18
Jumlah						248,5		2236,5

Dari tabel perhitungan penurunan jarak *material handling* dengan membandingkan kedua tata letak seperti terlihat di atas, dapat diketahui bahwa hampir semua jenis jarak *material handling* antar area pada tata letak usulan mengalami penurunan. Sedangkan selain itu pada I-J dan G-L mengalami kenaikan namun tidak terlalu signifikan. Perhitungan penurunan jarak *material handling* di atas mengacu pada frekuensi per-hari, dimana sehari perusahaan dapat memproduksi sebanyak 9 *batch* serta per-*batch* terdapat sekitar 1-3 frekuensi antar area-nya. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa penurunan jarak *material handling* keseluruhan perharinya yaitu sebesar 2236,5 m.

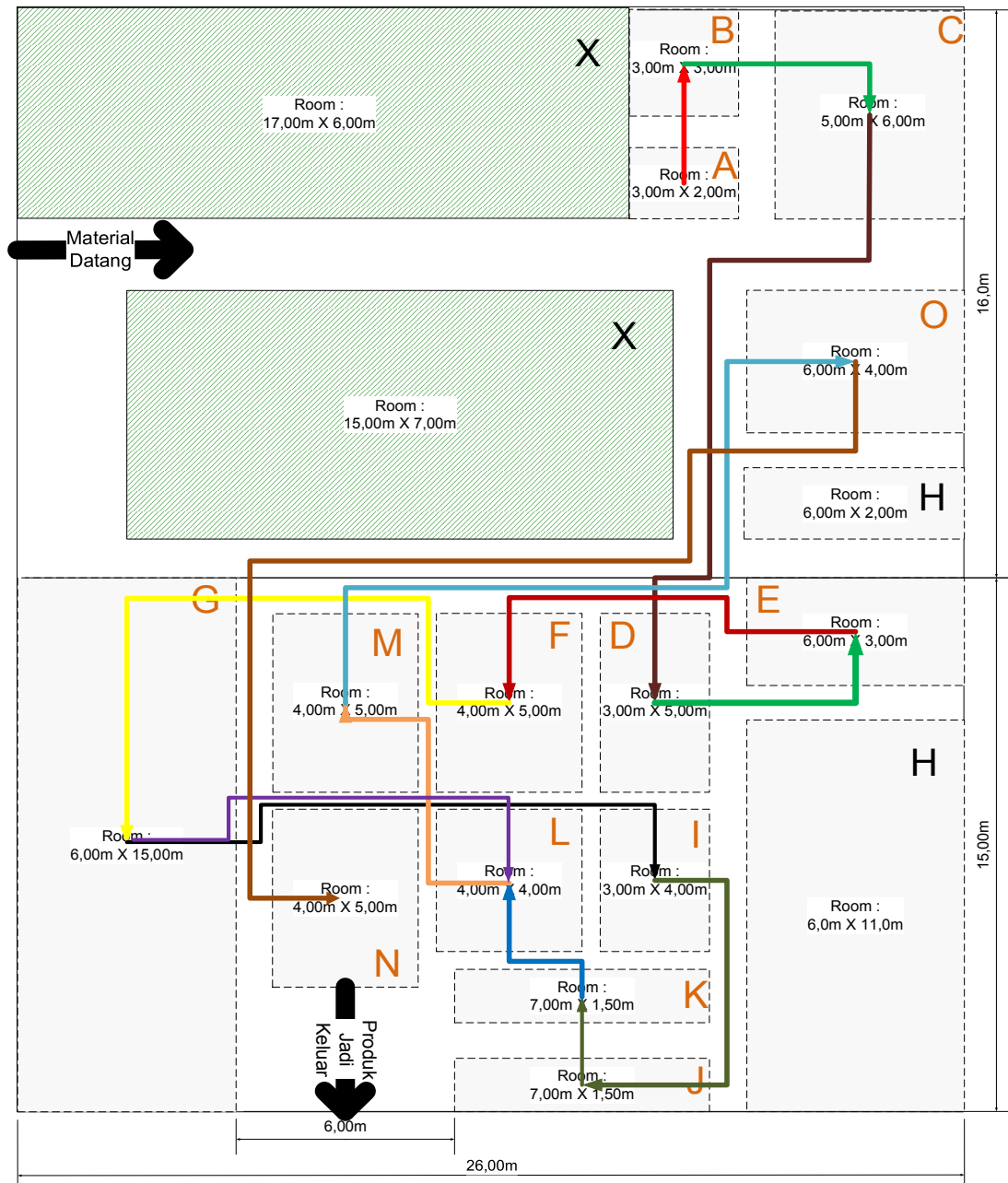
Tabel 5. 4 Perbandingan jarak material handling layout awal dan usulan beserta persentase penurunan

Da ri	Menu ju	Jarak MH Antar Area						Jarak MH Keseluruhan		
		Kelompok Produk A			Kelompok Produk B			/hari		
		Aw al	Usula n	%Penurun an	Aw al	Usula n	%Penurun an	Awal	Usula n	%Penurun an
A	B	3,5	3,5	0,0%	3,5	3,5	0,0%	94,5	94,5	0%
B	C	6,5	6,5	0,0%	6,5	6,5	0,0%	175,5	175,5	0%
C	D	22,5	5,5	75,6%	22,5	5,5	75,6%	607,5	148,5	76%
D	E	7,5	3,5	53,3%	7,5	3,5	53,3%	202,5	94,5	53%
E	F	11,5	5,5	52,2%	11,5	5,5	52,2%	310,5	148,5	52%
F	G	14,5	8,5	41,4%	14,5	8,5	41,4%	391,5	229,5	41%
G	I	15,5	12	22,6%				279	216	23%
I	J	5	6,75	-35,0%	-	-	-	90	121,5	-35%
J	K	4,25	2,5	41,2%	-	-	-	76,5	45	41%
K	L	11,25	7,25	35,6%	-	-	-	202,5	130,5	36%
L	M	9,5	6	36,8%	9,5	6	36,8%	256,5	162	37%
M	O	23,5	4,5	80,9%	23,5	4,5	80,9%	634,5	121,5	81%
O	N	29	6	79,3%	29	6	79,3%	783	162	79%
G	L	-	-	-	11,5	13,5	-17,4%	103,5	121,5	-17%
Jumlah		164	78	52,4%	139,5	63	54,8%	4207,5	1971	53,2%

5.2.2. Aliran Proses Produksi

Begitu pula dengan aliran proses produksi pada *Layout* Usulan terlihat lebih efisien dibandingkan dengan *Layout* Awal. Dimana pada *Layout* Awal, aliran proses produksi terlihat lebih panjang, bolak balik, dan beberapa aliran berpapasan dengan aliran lainnya. Sedangkan pada *Layout* Usulan, aliran proses produksi terlihat lebih pendek, tidak bolak balik, dan tidak ada jalur aliran yang saling berpapasan.

Berikut gambaran perbandingan aliran proses produksi pada *Layout Awal dan Usulan*:

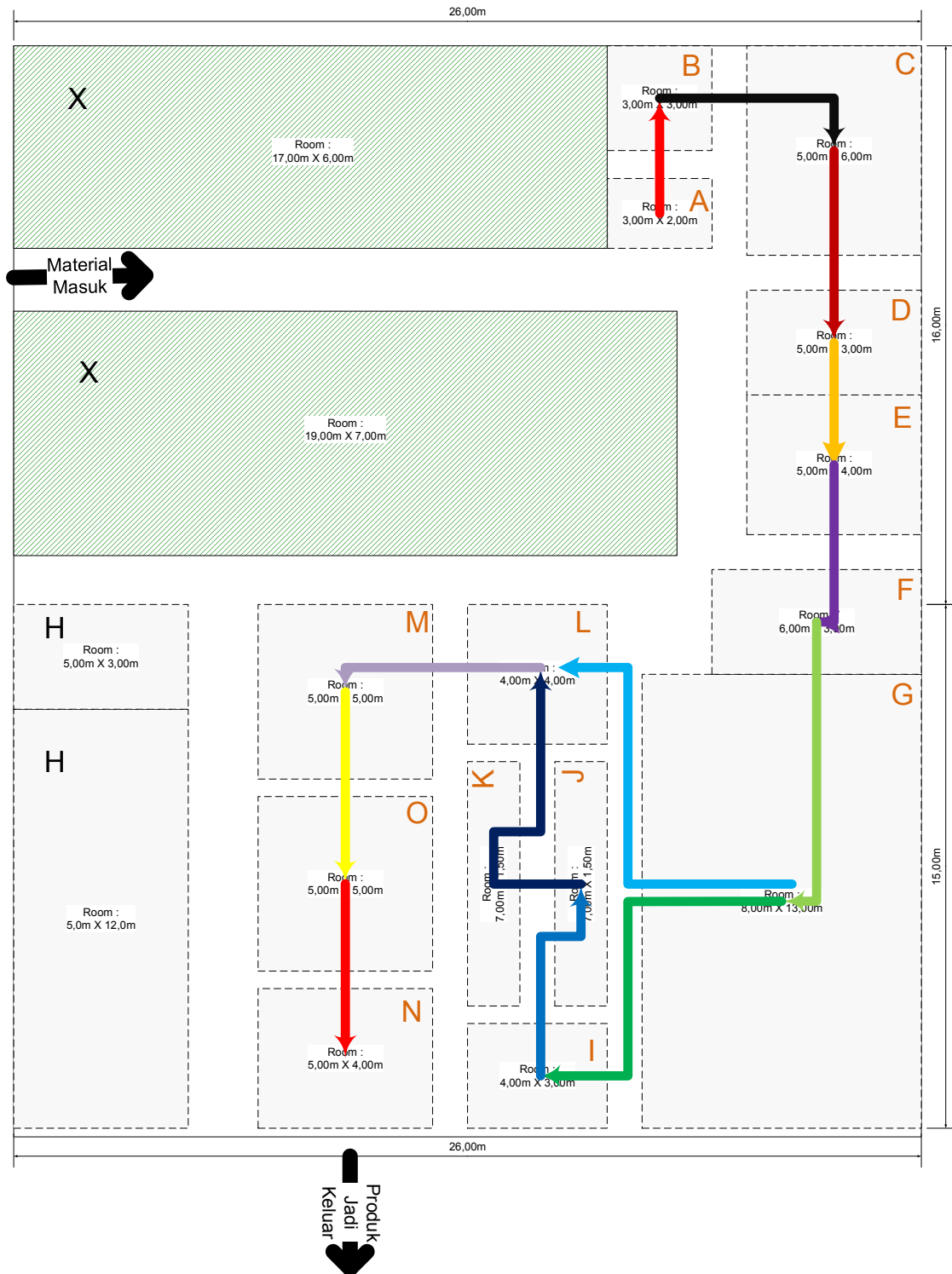


Keterangan Tambahan:

H: Ruang Loker dan Ruang Karyawan
(Tidak berhubungan langsung dengan proses produksi namun dapat dipindah)

X: Rumah Pak Wahyudi
(Tidak berhubungan langsung dengan proses produksi dan tidak dapat dipindah)

Gambar 5. 2 Layout awal yang memperlihatkan aliran proses produksi, ukuran setiap area dan gambaran penyimpanan terpadu



Gambar 5. 3 Aliran proses produksi pada layout usulan

5.2.3. Penempatan Gudang *Safety Stock*

Perancangan ulang tata letak tersebut juga melakukan penempatan terhadap gudang *safety stock* yang sebelumnya jauh dibelakang aliran proses produksi akhir yaitu *labelling*, menjadi di dekat dan di depan aliran produksi setelah *labelling*. Penempatan ulang tersebut membuat aliran produksi menjadi lurus dan menurunkan jarak *material handling* antara area *labelling* menuju gudang *safety stock*. Berikut perbandingan jarak *material handling* antara area *labelling* menuju gudang *safety stock* pada kondisi awal dan usulan:

Tabel 5. 5 Perbandingan jarak *material handling* antara area *labelling* menuju gudang *safety stock*

Dari	Menuju	Jarak <i>Material Handling</i> Keseluruhan					
		Kelompok Produk A			Kelompok Produk B		
		Awal	Usulan	%Penurunan	Awal	Usulan	%Penurunan
<i>Labelling</i>	Gudang <i>Safety Stock</i>	23,5	4,5	80,9%	23,5	4,5	80,9%
Gudang <i>Safety Stock</i>	Produk Jadi Siap Kirim	29	6	79,3%	29	6	79,3%
Jumlah		52,5	10,5	80,0%	52,5	10,5	80,0%

5.2.4. Penempatan Penyimpanan Barang Setengah Jadi

Selain itu, perancangan ulang tata letak yang dilakukan menghasilkan pemisahan antara seluruh jenis barang setengah jadi. Hal ini memiliki keuntungan yaitu masing-masing jenis penyimpanan barang setengah jadi bisa lebih dekat dengan area yang berhubungan, memperkecil kemungkinan terjadinya pencampuran antara beberapa jenis barang setengah jadi, dan memudahkan operator dalam mengambil barang setengah jadi sesuai yang dikehendaki.

Berikut jarak antar penyimpanan barang setengah jadi dengan proses sebelum dan sesudahnya, serta perbandingan penurunan antara kondisi awal dan usulan:

Tabel 5. 6 Perbandingan jarak *material handling* masing-masing jenis penyimpanan barang setengah jadi

Penyimpanan	Dari	Menuju	Kelompok Produk A			Kelompok Produk B		
			Jarak (m)		% Penurunan	Jarak (m)		% Penurunan
			Awal	Usulan		Awal	Usulan	
Sblm Kikir	Cetak		22,5	5,5	75,6%	22,5	5,5	75,6%
		Kikir	7,5	3,5	53,3%	7,5	3,5	53,3%
Sblm Bubut	Kikir		11,5	5,5	52,2%	11,5	5,5	52,2%
		Bubut	14,5	8,5	41,4%	14,5	8,5	41,4%
Sblm Boring	Bubut		15,5	12	22,6%	-	-	-
		Boring	5	6,75	-35,0%	-	-	-
Jumlah			76,5	41,75	45,4%	56	23	58,9%

Dari perbandingan di atas terlihat hampir seluruh jarak pada kondisi usulan mengalami penurunan jarak *material handling*. Secara keseluruhan penurunan jarak *material handling* yang dapat dihasilkan dari pengaturan ulang penyimpanan terpadu yaitu sebesar 45,4% pada kelompok A dan 58,9% pada kelompok B. Hal ini menunjukkan pengaturan ulang penyimpanan terpadu dapat lebih baik dengan memperhatikan hubungan dan jarak dengan proses produksi sebelum dan sesudahnya.

5.3. Perbandingan Kondisi Awal dan Sesudah Perbaikan

Dengan melakukan perancangan ulang tata letak menghasilkan perbaikan pada beberapa aspek yang menjadi fokus penelitian. Beberapa aspek tersebut yaitu jarak *material handling*, pola aliran produksi, dan pengaturan penyimpanan barang setengah jadi. Berikut perbandingan kondisi dari ketiga aspek tersebut dari kondisi awal dan usulan:

Tabel 5. 7 Perbandingan permasalahan antara kondisi awal dan usulan

No	Permasalahan	Kondisi Awal	Kondisi Usulan
1	Jarak <i>material handling</i> keseluruhan /hari	4207,5 m	1971 m
2	Pola Aliran	Bolak Balik,	Lurus,

		Tidak Beraturan	Tidak Bolak Balik
3	Penempatan ulang Gudang <i>Safety Stock</i>	Jauh di belakang aliran proses produksi terakhir. Jarak <i>material handling</i> kelompok A dan B: 52,5 m	Dekat di depan aliran proses produksi terakhir. Jarak <i>material handling</i> kelompok A dan B: 10,5 m
4	Penempatan ulang Penyimpanan Barang Setengah Jadi	Terpadu, Jauh dari Area yang Berhubungan, Jarak <i>material handling</i> : Kelompok A 76,5 m Kelompok B 56 m	Terpisah, Dekat dengan Area yang Berhubungan, Jarak <i>material handling</i> : Kelompok A 41,75 m Kelompok B 23 m

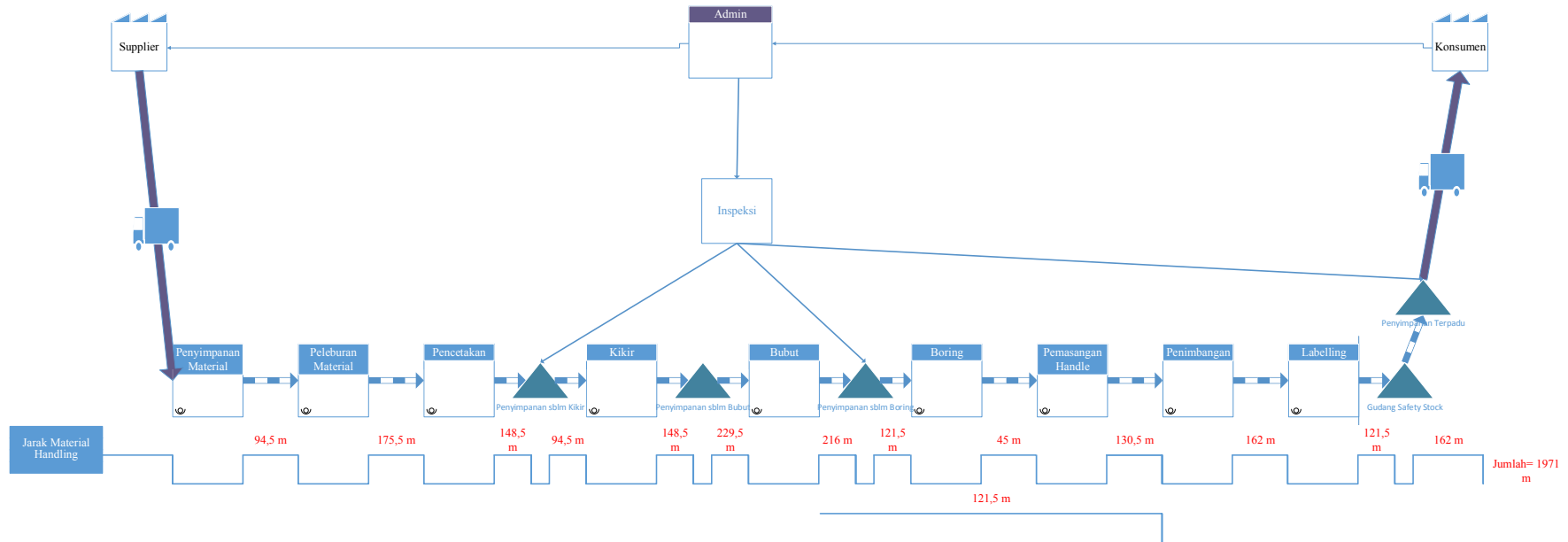
Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa perancangan tata letak dapat menurunkan jarak *material handling* keseluruhan perhari sebesar 53,2%. Selain itu, pola aliran yang sebelumnya tidak beraturan dan terlihat bolak balik, setelah dilakukan perbaikan menghasilkan pola yang lurus, beraturan, dan tidak bolak balik. Selanjutnya yaitu penempatan ulang gudang *safety stock* yang dapat menurunkan jarak *material handling* sebesar 80%. Kemudian pengaturan penyimpanan barang setengah jadi dapat menurunkan jarak *material handling* sebesar 45,4% pada Kelompok Produk A dan 58,9% pada kelompok produk B.

5.4.Kelemahan Penelitian

Dari penelitian tersebut telah melakukan perbaikan terhadap jarak *material handling*, pola aliran produksi, dan pengaturan penyimpanan barang setengah jadi. Namun, penelitian ini tidak membahas *material handling* dari perspektif biaya dan waktu. Padahal perubahan jarak *material handling* juga akan berpengaruh terhadap beberapa perspektif tersebut.

Selain itu, *waste* yang terjadi yaitu terdapat barang setengah jadi yang ada kemungkinan karena proses produksi yang kurang optimal. Adanya barang setengah jadi akan mengakibatkan biaya tambahan dari segi penyimpanan dan transportasi. Sehingga perlu adanya usaha dalam menganalisis dan menghilangkan barang setengah jadi tersebut. Hal tersebut juga tidak dibahas pada penelitian ini karena hanya berfokus pada pengaturan penyimpanan barang setengah jadi untuk meminimalisir jarak *material handling* tanpa membahas bagaimana meminimalisir jumlah dari barang setengah jadi tersebut.

Berikut *future Value Stream Mapping* yang dibuat berdasarkan *layout* usulan:



Gambar 5. 4 Future Value Stream Mapping

BAB VI

PENUTUP

6.1.Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM), dapat diketahui bahwa beberapa *waste* yang terdapat pada proses produksi di perusahaan WL Aluminium yaitu jarak *material handling* keseluruhan yang kurang efisien dikarenakan jarak *material handling* antar area yang jauh, aliran proses produksi yang bolak balik, penempatan gudang *safety stock* di belakang aliran proses sebelumnya, serta penyimpanan beberapa jenis barang setengah jadi yang digabung.
2. Perbaikan terhadap proses produksi untuk meminimalisir jarak *material handling* dilakukan dengan merancang ulang tata letak area pada proses produksi tersebut. Hasil dari perancangan tata letak yang dilakukan yaitu berkurangnya jarak *material handling* keseluruhan sebesar 53,2%, aliran proses produksi yang kontinu tanpa bolak balik hasil dari pertimbangan alur produksi dan hubungan antar area, penyimpanan barang setengah jadi yang lebih tersusun sesuai jenisnya dan berdekatan dengan area yang terkait dapat menurunkan jarak *material handling* sebesar 45,4% pada kelompok A sedangkan Kelompok B sebesar 58,9%, serta penempatan gudang *safety stock* di depan aliran proses produksi terakhir yang dapat menurunkan jarak *material handling* sebesar 80,9%.

6.2.Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan kesimpulan yang didapat yaitu:

1. Perusahaan dapat memperhitungkan suatu kebijakan untuk melakukan perancangan ulang terhadap tata letak demi meningkatkan produktivitas perusahaan.
2. Penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian mengenai minimasi *waste* dari perspektif lain, seperti biaya dan waktu pemindahan material, efisiensi penggunaan mesin, minimasi WIP, serta perancangan alat bantu pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allahyari, M. Z., & Azab, A. (2015). A Novel Bi-level Continuous Formulation for the Cellular Manufacturing System Facility Layout Problem. *Procedia CIRP* 33 , 87-92. 2212-8271.
- Arief Rahmawan, Sugiono, & Chen, C.-C. (2014). Aplikasi Teknik Quality Function Deployment Dan Lean Manufacturing Untuk Minimasi Waste. *Jurnal of Engineering and Management in Industrial System VOL. 2 NO. 1*, ISSN 2338-3925.
- Azizi, A., & Manoharan, T. (2015). Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time. *2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, MIMEC2015* (hal. 153-158. 2351-9789). Bali: Elsevier B.V. Diambil kembali dari <http://www.sciencedirect.com>
- Daniel Bunga Paillin. (2013). Usulan Perbaikan Tata Letak Lantai Produksi Menggunakan Algoritma CRAFT dalam Meminimumkan Ongkos Material Handling dan Total Momen Jarak Perpindahan (Studi Kasus PT. Grand Kartect Jakarta). *Jurnal Metris*, 73-82. ISSN: 1411-3287.
- Haefner, B., Kraemer, A., Stauss, T., & Lanza, G. (2014). Quality Value Stream Mapping. *47th CIRP Conference on Manufacturing* (hal. 254 – 259. ISSN 2212-8271). Elsevier B.V.
- Indah Pratiwi, Etika Muslimah, & Abdul Wahab Aqil. (2012). Perancangan Tata Letak Industri Tahu Menggunakan Algoritma Bloc Plan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, ISSN 1412-6869.
- Lewis, J. (2005). Identifying Seven Types of Waste. *Upholstery Manufacturing*, 20.
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorder. *Applied Ergonomics*, 91-99.
- Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2005). *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. New Jerser: Pearson Education.
- Nita Puspita Anugrawati Hidayat. (2012). Perancangan Tata Letak Departemen Finishing Pabrik CV. SG-Bandung. *Jurnal Teknik Industri*, ISSN: 1411-6340.
- Ojaghi, Y., Khademi, A., Yusof, N. M., Renani, N. G., & Syed Ahmad Helmi bin Syed Hassan. (2015). Production Layout Optimization for Small and Medium Scale Food Industry. *Procedia CIRP* 26, 247-251. 2212-8271.

- Rahani, A., & al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. *International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors 2012 (IRIS 2012)* (hal. 1727-1734). Elsevier Ltd.
- Rohac, T., & Januska, M. (2015). Value Stream Mapping Demonstration on Real Case Study. *25th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, DAAAM 2014* (hal. 520-529). Elsevier Ltd. .
- Sritomo Wignjosebroto. (1996). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Material*. Jakarta: PT. Guna Widya.
- Thomas Prayogo, & Tanti Octavia. (2013). Identifikasi Waste dengan Menggunakan Value Stream Mapping di Gudang PT. XYZ. *Jurnal Titra, Vol. 1, No. 2,* 119-126.
- Venkataraman, K., Ramnath, B. V., Kumar, V. M., & Elanchezhian, C. (2014). Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. *3rd International Conference on Materials Processing and Characterisation (ICMPC 2014)* (hal. 1187-1196). Elsevier Ltd.
- Yosua Caesar Fernando, & Sunday Noya. (2014). OPTIMASI LINI PRODUKSI DENGAN VALUE STREAM MAPPING DAN VALUE STREAM ANALYSIS TOOLS. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, ISSN 1412-6869.

LAMPIRAN



Gambar A- 1 Area Peleburan yang terdapat Tungku



Gambar A- 2 Area Pencetakan



Gambar A- 3 Area Kikir



Gambar A- 4 Area Bubut



Gambar A- 5 Area Boring



Gambar A- 6 Area Pemasangan Handle



Gambar A- 7 Area Labelling



Gambar A- 8 Penyimpanan terpadu



Gambar A- 9 Gudang Safety Stock

