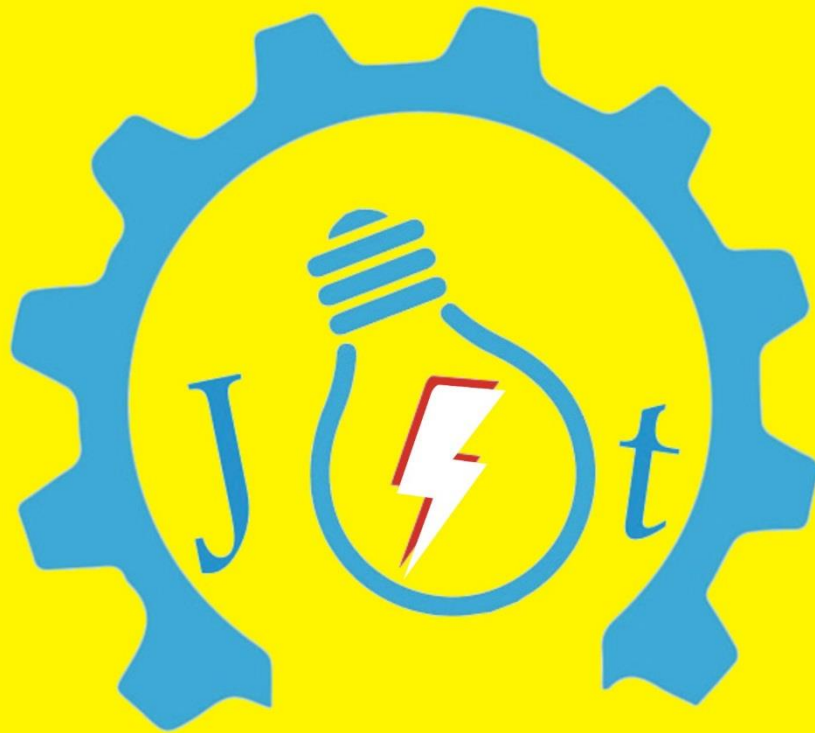




ISSN 2088-060X

Jurnal Sains & Teknologi
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Volume XII. No 1. Maret 2022



Diterbitkan Oleh :
Fakultas Teknik Universitas Darma Persada
© 2022

**REDAKSI JURNAL SAINS & TEKNOLOGI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Penasehat : Dr. Tri Mardjoko, SE, MA

Penanggung Jawab : Dr. Ade Supriyana, ST, MT

Pimpinan Redaksi : Yefri Chan, ST, MT

Redaksi Pelaksana : Yendi Esye, ST, M.Si

Mohammad Darsono, ST, MT

Didik Sugiyanto, ST, M.Eng

Drs. Eko Budi Wahyono, MT

Adam Arif Budiman, ST. M.Kom

Mitra Bestari : Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU

Prof. Dr. Ir. Raihan

Dr. Ir. Asyari Daryus

Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, STP, M.Eng

Dr. Ir. Budi Sumartono, MT

Dr. Iskandar Fitri

Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin ST. MT

Dr. Muswar Muslim ST. M.Sc

Alamat Redaksi : **Fakultas Teknik**

Universitas Darma Persada

Jl. Radin Inten II, Pondok Kelapa, Jakarta Timur

Telp (021) 8649051, 8649053, 8649057

Fax (021) 8649052/8649055

Pengantar Redaksi

Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada pada Volume XII. No. 1. Maret 2022 ini menyuguhkan tiga puluh (30) tulisan bidang teknologi. Tulisan tersebut ditulis oleh dosen-dosen dari 4 (empat) universitas yang terdiri dari 5 (lima) Fakultas dan 1 (satu) Sekolah Pasca Sarjana yaitu dosen-dosen Fakultas Teknik Universitas Darma Persada, dosen-dosen Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada, dosen-dosen, dosen Program Studi Teknik Informatika Universitas Indraprasta PGRI, dosen-dosen Jurusan Sistem Informasi Universitas Bina Sarana Informatika, dosen Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Respati Indonesia Jakarta yang tentu saja kami harap dapat menambah wawasan pembaca.

Jurnal Volume XII. No. 1. Maret 2022 ini diawali dengan bidang teknik elektro yaitu Analisis Pengukuran Dan Perhitungan *Total Harmonic Distortion* (THD) Pada Beban Non Linier, Peningkatan Penyerapan Energi Cahaya Matahari Pada Solar Cell Dengan Solar Tracker, Pemanfaatan Daya Listrik Bagi Pelanggan Tegangan Menengah, Analisis Penggunaan Cahaya Laser Untuk Menentukan Indeks Bias Kaca.

Kemudian bidang teknik mesin dan teknik industri yaitu Pengaruh Kecepatan Media Pendingin Air Terhadap Kekerasan Baja Karbon AISI 1045, Kajian Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Pada Industri Manufaktur Gula Di Indonesia, Analisis Kelayakan Struktur Rangka Mesin Pengupas Kulit Ari Biji Jagung Berbasis Komputer, Rancang Bangun Mesin Penyedot Gabah Kering Kapasitas 20 Kg Dilengkapi Sensor Kapasitas Untuk Proses Pengemasan, Perbaikan Customer Satisfaction Melalui Pendekatan 5 (Lima) Faktor Serqual Pada PT. "X" Cibinong, Studi Perbandingan Material Handling Antara Towing Dengan Automated Guided Vehicle (AGV) Dengan Metode Sistem Produksi Toyota Di PT X.

Bidang teknik perkapalan Pemodelan Varian Desain Life Buoy Dengan Menggunakan Software Berbasis Energi Terbarukan, Penilaian Keamanan Fasilitas Pelabuhan Berdasarkan Isps Code (Studi Kasus: PT Pelabuhan X), A Study On Fiberglass Construction As Lamination For Boat According To Standard Rules, Analisa Resiko Kegagalan Sistem Pemadam Kebakaran (Fifi-System) Berdasarkan Criticality Analysis, Analisa Prioritas Pemeliharaan Komponen General Service System Berdasarkan Efek & Tipe Kegagalan Menggunakan Metode FMEA, Analisa Performa Bow Thruster Antara Penggerak Hidrolik Dengan Penggerak Elektrik

Dilanjutkan bidang sistem informasi dan teknologi informasi yaitu Rancang Bangun Sistem Informasi Pemilihan Pemasok Makanan Beku Pada CV. Nirwana Sukses Sejahtera, Solusi Sistem Informasi Ketersediaan Bahan Baku Pada Gerai Pizza XYZ Dengan Metode Fefo (First Expired First Out), Klusterisasi Jumlah Penderita Demam Berdarah Di Kota Indonesia Menggunakan Algoritma K-Mean, Rancang Bangun Sistem Informasi Persediaan Barang Gudang Menggunakan Metode First In First Out (Fifo) Pada PT. Jasa Armada Indonesia Jakarta, Rancang Bangun Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan Menggunakan Metode Topsis Dan 360 Derajat Pada PT. Murni Mandiri Lestari Jaya, Analisis Peramalan Harga Beli Emas Dengan Kombinasi Metode Regresi Linier Sederhana Dan Single Moving Average (Studi Kasus : Pegadaian), Pendeteksi Banjir Lokal Berbasis Arduino Pada Bantaran Sungai, Penerapan Algoritma Kriptografi Untuk Pengamanan Dokumen Transaksi Dengan Metode Rivest Shamir Adleman, Studi Literatur Pemanfaatan Metoda Data Mining Dalam Bidang Filantropi Di Indonesia, Implementasi Sistem Pendukung

Keputusan Untuk Rekomendasi Kelayakan Geografis Lokasi Pengeboran Minyak, Penerapan Metode Rapid Applications Development (Rad) Pada Aplikasi Sistem Manajemen Dokumen Di PT. XYZ, Perancangan Sistem Aplikasi Perpustakaan Pada SD Islam Al-Munir Bekasi Berbasis Visual Basic.Net, Determinasi Nilai Produk Bidding Dengan Menggunakan Metode Single Moving Average Dan Metode Exponential Smoothing.

Jurnal Volume XII. No. 1. Maret 2022 ini ditutup dengan tulisan bidang energy terbarukan yaitu Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Menggunakan Panel Surya Tipis Tanpa Rangka Aluminium Untuk Pelanggan Rumah Tangga Pln Di Indonesia

Kami mengharapkan untuk edisi berikutnya bisa menampilkan tulisan-tulisan dari luar Universitas Darma Persada lebih banyak lagi, selamat membaca dan kami berharap tulisan-tulisan ini dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan minat pembaca.

Jakarta, 14 Maret 2022

Redaksi Jurnal



DAFTAR ISI

PENGANTAR REDAKSI.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
1. ANALIS PENGUKURAN DAN PERHITUNGAN <i>TOTAL HARMONIC DISTORTION</i> (THD) PADA BEBAN NON LINIER	1 - 8
Tomy Nugroho, Istoni Reza	
2. PENINGKATAN PENYERAPAN ENERGI CAHAYA MATAHARI PADA SOLAR CELL DENGAN SOLAR TRACKER	9 - 18
Musrifun, Yendi Esye	
3. PEMANFAATAN DAYA LISTRIK BAGI PELANGGAN TEGANGAN MENENGAH	19 - 27
Galih Ardiansyah, Eko Budi Wahyono	
4. ANALISIS PENGGUNAAN CAHAYA LASER UNTUK MENENTUKAN INDEKS BIAS KACA	28 - 33
Nur Hasanah	
5. PENGARUH KECEPATAN MEDIA PENDINGIN AIR TERHADAP KEKERASAN BAJA KARBON AISI 1045	34 - 40
Asyari Daryus, Jonathan Jayadi, Nopryandi	
6. KAJIAN PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) PADA INDUSTRI MANUFAKTUR GULA DI INDONESIA	41 - 48
Erwin, Husen Asbanu, Yefri Chan	
7. ANALISIS KELAYAKAN STRUKTUR RANGKA MESIN PENGUPAS KULIT ARI BIJI JAGUNG BERBASIS KOMPUTER	49 - 59
Husen Asbanu, Yefri Chan, Muhammad Muslih	
8. RANCANG BANGUN MESIN PENYEDOT GABAH KERING KAPASITAS 20 KG DILENGKAPI SENSOR KAPASITAS UNTUK PROSES PENGEPAKAN	60 - 71
Trisna Ardi Wiradinata, Didik Sugiyanto, Ronaldo	
9. PERBAIKAN CUSTOMER SATISFACTION MELALUI PENDEKATAN 5 (LIMA) FAKTOR SERQUAL PADA PT. "X" CIBINONG	72 - 79
Atik Kurnianto, Muhammad Adif	
10. STUDI PERBANDINGAN MATERIAL HANDLING ANTARA TOWING DENGAN AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) DENGAN METODE SISTEM PRODUKSI TOYOTA DI PT. X	80 - 91
Alfian Destha Joanda, Ario Kurnianto, Riska Anzani	
11. PEMODELAN VARIAN DESAIN LIFE BUOY DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE BERBASIS ENERGI TERBARUKAN	91 - 97
Ali Imran, Augustinus Pusaka, Ayom Buwono, Aldyn Clinton Partahi Oloan, Mohammad Danil Arifin	
12. PENILAIAN KEAMANAN FASILITAS PELABUHAN BERDASARKAN ISPS CODE (STUDI KASUS: PT PELABUHAN X)	98 - 113
Dimas Rizki, Danny Faturachman, Mohammad Danil Arifin	
13. A STUDY ON FIBERGLASS CONSTRUCTION AS LAMINATION FOR BOAT ACCORDING TO STANDARD RULES	114 - 118
Shahrin Febrin	

14. ANALISA RESIKO KEGAGALAN SISTEM PEMADAM KEBAKARAN (FIFI-SYSTEM) BERDASARKAN CRITICALITY ANALYSIS 119 - 127
Aldo Fernando Syarief, Danny Faturachman, Mohammad Danil Arifin, Aldyn Clinton Partahi Oloan
15. ANALISA PRIORITAS PEMELIHARAAN KOMPONEN GENERAL SERVICE SYSTEM BERDASARKAN EFEK & TIPE KEGAGALAN MENGGUNAKAN METODE FMEA 128 - 137
Taufikurrahman Silitonga, Mohammad Danil Arifin, Danny Faturachman
16. ANALISA PERFORMA BOW THRUSTER ANTARA PENGGERAK HIDROLIK DENGAN PENGGERAK ELEKTRIK 138 - 144
Aldyn Clinton Partahi Oloan, Mohammad Danil Arifin
17. RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PEMILIHAN PEMASOK MAKANAN BEKU PADA CV. NIRWANA SUKSES SEJAHTERA 145 - 156
Eka Yuni Astuty, Hasna Yunita
18. SOLUSI SISTEM INFORMASI KETERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA GERAJ PIZZA XYZ DENGAN METODE FEFO (FIRST EXPIRED FIRST OUT) 157 - 165
Endang Ayu S, Aburizal Ridwan
19. KLUSTERISASI JUMLAH PENDERITA DEMAM BERDARAH DI KOTA INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEAN 166 - 171
Bibit Sudarsono, Umi Faddillah, Ayuni Asistiyasari, Yosep Nuryaman
20. RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN BARANG GUDANG MENGGUNAKAN METODE FIRST IN FIRST OUT (FIFO) PADA PT. JASA ARMADA INDONESIA JAKARTA 172 - 185
Yahya, Eva Novianti, Lucy
21. RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENILAIAN KINERJA KARYAWAN MENGGUNAKAN METODE TOPSIS DAN 360 DERAJAT PADA PT. MURNI MANDIRI LESTARI JAYA 186 - 195
Eva Novianti, Fadel Muhammad
22. ANALISIS PERAMALAN HARGA BELI EMAS DENGAN KOMBINASI METODE REGRESI LINIER SEDERHANA DAN SINGLE MOVING AVERAGE (Studi Kasus : Pegadaian) 196 - 205
Suzuki Syofian, Denny Sanjaya
23. PENDETEKSI BANJIR LOKAL BERBASIS ARDUINO PADA BANTARAN SUNGAI 206 - 211
Andi Susilo, Reihand Achmad Firdaus
24. PENERAPAN ALGORITMA KRIPTOGRAFI UNTUK PENGAMANAN DOKUMEN TRANSAKSI DENGAN METODE RIVEST SHAMIR ADLEMAN 212 - 220
Bagus Tri Mahardika.,MMSI, Muhammad Rizky Alfian
25. STUDI LITERATUR PEMANFAATAN METODA DATA MINING DALAM BIDANG FILANTROPI DI INDONESIA 221 - 228
Yan Sofyan A.S
26. IMPLEMENTASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK REKOMENDASI KELAYAKAN GEOGRAFIS LOKASI PENGEBORAN MINYAK 229 - 339
Herianto, Sulthan Alawy Shihab

27. PENERAPAN METODE RAPID APPLICATIONS DEVELOPMENT (RAD) PADA APLIKASI SISTEM MANAJEMEN DOKUMEN DI PT. XYZ 240 - 247
Afri Yudha, Rizki Rizkyatul Basir
28. PERANCANGAN SISTEM APLIKASI PERPUSTAKAAN PADA SD ISLAM AL-MUNIR BEKASI BERBASIS VISUAL BASIC.NET 248 - 257
Indra Bayu Setiadi Utomo, Budi Prasetya
29. DETERMINASI NILAI PRODUK BIDDING DENGAN MENGGUNAKAN METODE SINGLE MOVING AVERAGE DAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING 258 - 264
Timor Setiyaningsih, Susy Purwanti
30. POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP MENGGUNAKAN PANEL SURYA TIPIS TANPA RANGKA ALUMINIUM UNTUK PELANGGAN RUMAH TANGGA PLN DI INDONESIA 265 - 274
Aep Saepul Uyun, Carolus Boromeus Rudationo Tri Wahjatmo, Bangun Novianto, Erkata Yandri, Syukri Muhammad Nur, Riki Firmandha Ibrahim, Fitriani



STUDI PERBANDINGAN MATERIAL HANDLING ANTARA TOWING DENGAN AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) DENGAN METODE SISTEM PRODUKSI TOYOTA DI PT X

Alfian Destha Joanda¹, Ario Kurnianto¹, Riska Anzani²

¹Dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Darma Persada

²Program Studi Teknik Industri Universitas Darma Persada

Koresponden : a.desthajoanda@ft.unsada.ac.id, ario.kurnianto@gmail.com, anzanirizka1709@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui implementasi AGV sebagai penanganan material handling di lantai produksi. Pada mulanya proses material handling dilakukan secara manual dengan menggunakan operator yang mengendarai towing lalu diganti dengan menggunakan AGV. Metodologi dalam penelitian ini menggunakan pendekatan Sistem Produksi Toyota dengan diagram Yamazumi (Loading Chart) untuk mengetahui perbaikan antara sebelum dan sesudah menerapkan sistem AGV sebagai material handling di lantai produksi. Berdasarkan hasil penelitian setelah penerapan AGV jarak tempuh menurun yang sebelumnya 320 meter menjadi 200 meter, Output per hari meningkat yang sebelumnya 1800 pcs menjadi 3600 pcs, Jumlah putaran selama satu shift meningkat yang sebelumnya 16 putaran menjadi 32 putaran dan Jumlah manpower menurun yang sebelumnya enam manpower menjadi tiga manpower.

Kata Kunci: AGV, Material Handling, Sistem Produksi Toyota

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur pada saat ini senantiasa melakukan peningkatan efisiensi yang setinggi-tingginya untuk tetap bertahan dalam menjalankan proses produksinya. Perusahaan harus berinovasi dengan melibatkan rekayasa teknologi terkini. Awalnya perkembangan pembuatan produk dilakukan secara konvensional (manual) berubah menjadi terotomasi. Dengan adanya otomasi, perusahaan dapat beradaptasi dengan permintaan customer yang menuntut *lead time* yang lebih pendek, standar kualitas yang tinggi dan harga standar yang bersaing.

Salah satu bagian terpenting untuk dilakukan otomasi yaitu pada proses material handling. Kegiatan material handling adalah kegiatan transportasi antar stasiun kerja yang membutuhkan 87% dari keseluruhan waktu proses produksi dan menghabiskan 15-70% dari total biaya produk yang dihasilkan (Tompkins, 1996). Hal ini karena terdapat banyak pekerjaan yang harus dilakukan untuk pemindahan material pada tingkat proses-proses produksi yang harus dilalui dalam suatu produksi.

PT. X adalah perusahaan yang bergerak dalam industri otomotif dengan produk utama komponen pendingin mobil. Perusahaan berusaha untuk berbagai macam perbaikan (*continuous improvement*) secara bertahap dan berlanjut. Seiring berkembangnya teknologi, PT. X mengembangkan sistem material handling dengan konsep otomasi. Transportasi pemindahan material yang dahulu dioperasikan secara manual oleh operator dengan alat angkut *towing*, sekarang memungkinkan untuk

dioperasikan secara otomatis tanpa adanya bantuan yaitu dengan *Automated Guided Vehicle* (AGV).

Saat ini perusahaan sedang mengembangkan penggunaan AGV untuk penanganan transfer material pada proses pengerjaan komponen produk. Karena pada lini produksi tersebut masih menggunakan sistem manual yaitu dengan *towing cart* dan *trolley*. Dengan penanganan transfer material secara manual membutuhkan waktu dan sumber daya yang besar. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk menekan biaya produksi dari proses material handling adalah perusahaan perlu meningkatkan efisiensi proses material handling tersebut.

Penggunaan pendekatan *Toyota Production System* (TPS) memungkinkan untuk menemukan potensi masalah yang ada sehingga bisa meningkatkan produktivitas. TPS memungkinkan perusahaan bisa menghasilkan produk dengan kualitas terbaik, efisiensi biaya produk, pengiriman tepat waktu, tetap menjaga kondisi lingkungan dan standar keselamatan terbaik. TPS bisa menekan biaya produksi dari proses material handling dan AGV sebagai alat material handling dengan kelebihanannya yaitu *driverless*, fleksibilitas dalam pergerakannya serta pengiriman tepat waktu. Hal ini berimbas pada penghematan waktu produksi serta sumber daya yang digunakan. TPS terus melakukan perbaikan secara berkelanjutan dan bertahap.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari laporan kerja praktek ini sebagai berikut:

1. Mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi implementasi AGV sebagai penanganan transfer material otomatis.
2. Membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan AGV sebagai penanganan transfer material otomatis.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang penelitian ini adalah pengambilan data dilakukan hanya satu shift dengan waktu kerja regular (8 jam).

2. LANDASAN TEORI

2.1. Automated Guided Vehicle

Automated Guided Vehicle (AGV) merupakan alat pemindah material dengan listrik sebagai sumber dayanya, tanpa pengemudi, dan dapat dikontrol dengan cara komputerisasi. (Groover, 2008). AGV ditenagai oleh baterai yang terpasang yang memungkinkan pengoperasian berjam-jam (biasanya 8-16 jam) setelah itu perlu diisi ulang. Tipe AGV dibagi menjadi tiga kategori yaitu, AGV tipe penarik, AGV *truck pallet*, dan AGV tipe pengangkut muatan unit. AGV sering kali digunakan pada industri manufaktur, tujuan utama AGV adalah untuk meningkatkan produktivitas dengan memperhatikan faktor lingkungan global dan menurunkan biaya operator. Meskipun investasi diawal cukup besar, tetapi perusahaan dapat melakukan penghematan dari segi tenaga kerja, sehingga untuk jangka panjang lebih menguntungkan.

Penerapan utama AGV dalam produksi dan logistik adalah operasi yang digunakan tanpa pengemudi, penyimpanan dan distribusi, aplikasi di jalur perakitan dan sistem manufaktur fleksibel. (Groover, 2008). Sistem navigasi AGV ditentukan dan dikendalikan untuk mengikuti jalur, seperti kabel navigasi yang tertanam dalam AGV, jalur strip pada lantai, pita magnetik, laser guided vehicle, dan navigasi inersia. Kelebihan AGV menurut Groover (2008):

1. Fleksibel karena memiliki *guide path*, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
2. Meningkatkan kehandalan karena baterai penggerak AGV didesain untuk menjangkau stasiun yang akan dituju AGV, sehingga material dapat sampai tepat waktu.
3. Meningkatkan efisiensi karena AGV tidak membutuhkan operator, sehingga dapat menurunkan jumlah pekerja terutama dalam hal penanganan material.
4. AGV dapat diintegrasikan dengan komponen lain.
5. AGV sesuai untuk tingkat produksi rendah hingga medium, jarak yang jauh, serta adanya produk dan proses bervariasi.

2.2. Sistem Produksi Toyota

Toyota Production Systems (TPS) merupakan suatu sistem produksi yang dicetuskan oleh Mr. Sakichi Toyoda, Mr. Kiichiro Toyoda (anak dari Mr. Sakichi Toyoda) dan Taiichi Ohno dari Toyota Motor Corporation (TMC). Sistem ini diperkenalkan pada tahun 1940-1960 di Jepang. TPS adalah sistem produksi guna menurunkan biaya dengan mengeliminasi pemborosan (*muda*) dan meningkatkan efisiensi. Sistem Produksi Toyota adalah kerangka konsep dan metode untuk meningkatkan vitalitas perusahaan dan memungkinkan perusahaan untuk mencapai keuntungan yang terus-menerus dalam produktivitas sambil memuaskan harapan pelanggan untuk kualitas dan pengiriman yang cepat. (Public Affairs Division, 1998).

Ada 2 pilar utama TPS yaitu *just in time* dan *jidoka*, yang menyelaraskan pada *built-in-quality* serta tidak membiarkan produk cacat masuk ke proses selanjutnya, ketika ada kondisi abnormal maka mesin akan berhenti otomatis (otomatisasi). Sistem produksi ini pada awalnya dilakukan dengan tujuan meningkatkan profit perusahaan tanpa menaikkan harga jual produk. Beberapa diantaranya cara untuk melakukan hal tersebut adalah dengan melakukan standarisasi kerja, *Kaizen* (*Continuous Improvement*) dan memilah Elemen Kerja sehingga dapat menekan biaya produksi. Dengan biaya produksi yang lebih rendah, keuntungan dapat ditingkatkan tanpa harus menaikkan harga jual. (Liker, 2004).

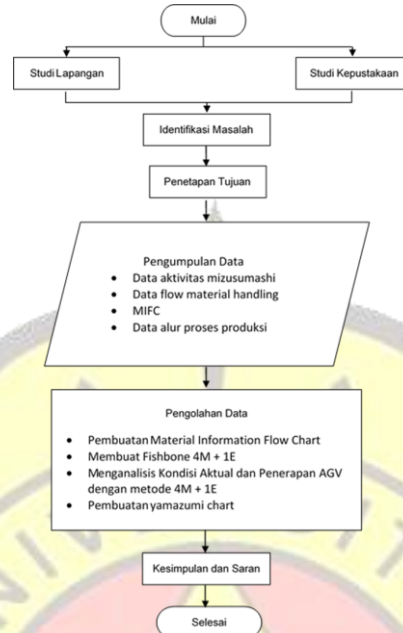
2.3. Diagram Yamazumi (Loading Chart)

Diagram *Yamazumi* Adalah diagram yang menunjukkan keseimbangan beban kerja antara jumlah operator atau susunan (*yamazumi*) elemen pekerjaan yang ditampilkan pada TSKK (Tabel Standar Kerja Kombinasi), SOP (*Standard Operation Procedure*), atau *Work Element Sheet*. Biasanya diagram *yamazumi* ditemukan pada sebuah perusahaan Jepang yang memakai konsep produksi *Toyota Production Systems*. *Yamazumi* ini dipakai sebagai alat atau instrumen untuk mengawasi secara visual keseluruhan proses dan mengawasi atau mempertahankan elemen pekerjaan. *Toyota Production System* (2006: 75) dengan demikian dapat dianalisis terhadap tiap pekerjaan, sehingga dapat dilakukan *kaizen*. Keuntungan menggunakan diagram *yamazumi* yaitu:

1. Secara visual
Karena disajikan dalam bentuk *chart*, bukan tertulis, maka membuat yang melihatnya lebih mudah mengerti apa yang dimaksudkan dari data yang disajikan.
2. Penyajian sederhana tetapi jelas.
3. Mutlak
Dapat digunakan terus-menerus (*kaizen*).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

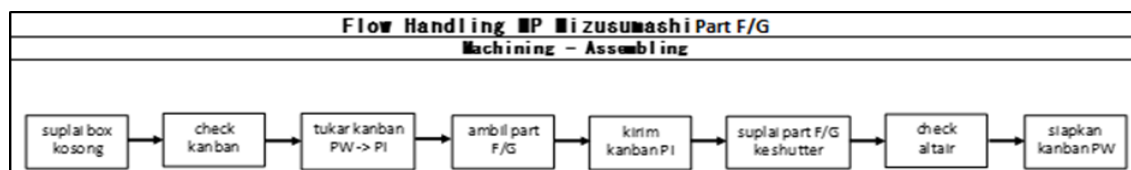
4. Hasil dan Pembahasan

Pendekatan Sistem Produksi Toyota yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *genba* yaitu melihat dan datang langsung ke lapangan. Dalam hal ini melakukan pengamatan pada aliran proses penanganan manual transfer material, *genjitsu* mencari penyebab masalah melalui faktor 4M + 1E dari proses penanganan manual transfer material yang dibuat dalam *fishbone* dan *genbutsu* melakukan analisis dan perbandingan antara kondisi saat ini dengan penerapan AGV sebagai penanganan otomatis transfer material. Dimulai dari melihat aliran *material handling* dengan *mizusumashi*, *operation process chart*, pembuatan *Material Information Flow Chart* (MIFC) dan *loading chart* (yamazumi) untuk menyeimbangkan beban kerja *manpower* pada penerapan AGV.

4.1. Mizusumashi

Mizusumashi adalah *manpower* proses penanganan manual transfer material yang bertugas membawa part F/G (*rear housing*, *front housing*, *cylinder* dan *shaft assy*) dari *shutter machining* dan *shaft assy* ke *assembling* baik dengan *trolley* dan *towing cart*.

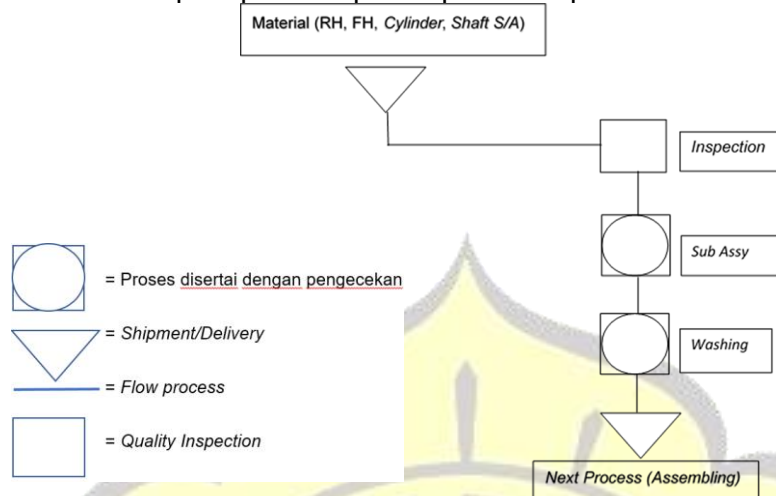
Berikut proses penanganan material handling part F/G:



Gambar 2. Flow Material Handling Part F/G

4.2. Peta Proses Operasi Area Assembling

Berikut adalah peta proses operasi perakitan part F/G

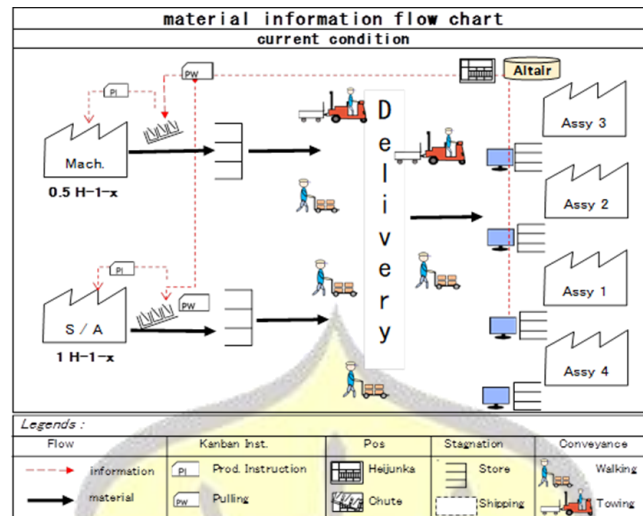


Gambar 3. Peta Proses Operasi Area Assembling Part F/G

Material part F/G yang sudah disuplai oleh *mizusumashi* di letakkan dalam *shutter assembling*. Kemudian empat varian tersebut masing-masing di inspeksi oleh satu orang operator. Setelah itu box yang berisi material yang telah diperiksa sebelumnya, part F/G tersebut ditaruh di konveyor, yaitu proses *sub-assy*. Proses ini dilakukan secara manual dengan bantuan operator. Kemudian masing-masing part tersebut masuk ke proses *washing*. Proses *washing* adalah pencucian part dengan bahan kimia (*neos*) yang setelahnya masuk ke bagian perakitan (*assembling*).

4.3. Material Information Flow Chart (MIFC) Proses Penanganan Manual

Assembling lini satu sampai empat yang merupakan *customer* (pihak yang melakukan order) menginformasikan jenis dan kuantitas komponen yang diperlukan melalui *Altair* kepada pihak pemasok (*shutter machining*). Kemudian *mizusumashi* menyiapkan kanban penarikan (PW) lalu disusun di *heijunka* post agar sesuai dengan urutan yang paling penting. Setelah itu *mizusumashi* pergi ke *shutter machining* untuk melakukan shopping part sesuai request via kanban penarikan. *Mizusumashi* juga menukar kanban penarikan (PW) dengan kanban produksi (PI) untuk mengambil part sesuai request yang dibutuhkan oleh *assembling* (*customer*).

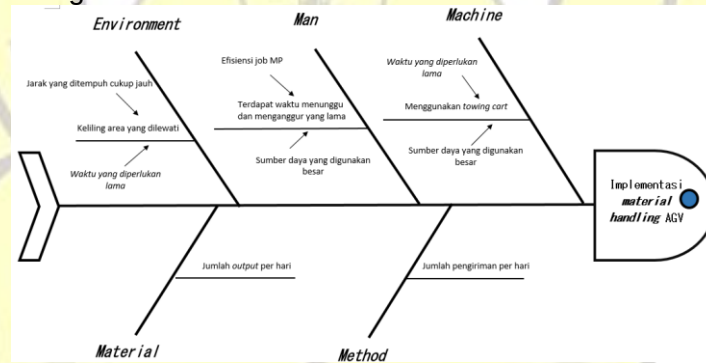


Gambar 4. MIFC Penanganan Manual Transfer Material

Pihak *machining* F/G dan S/A sebagai pemasok mengirimkan part yang dibutuhkan oleh *assy* lalu part tersebut disimpan di *store machining* F/G dan SA. Apabila ada pesanan, part dikirim oleh *mizusumashi* dan disimpan di *store assembling* untuk dirakit sesuai dengan request yang diminta.

4.4. Analisis Kondisi saat ini (Current Condition)

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada proses penanganan manual transfer material yang dibuat dalam MIFC serta wawancara dengan pihak terkait, maka ditemukan faktor penyebab penerapan AGV untuk penanganan otomatisasi transfer material. Faktor-faktor penyebab digambarkan dalam *fishbone* berikut:



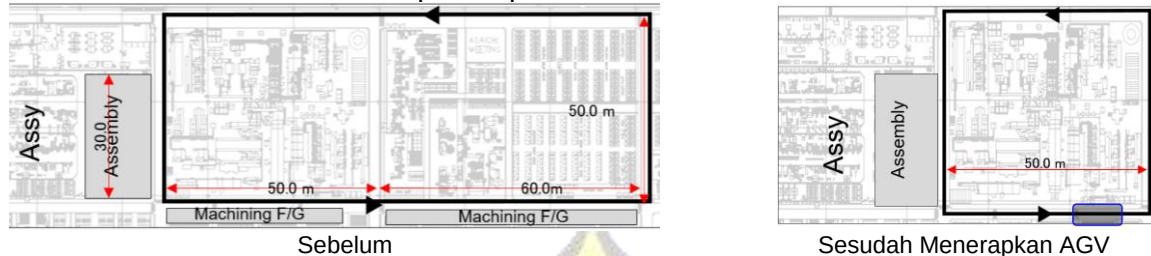
Gambar 5. Fishbone Diagram

4.5. Kondisi Sebelum dan Sesudah Penerapan AGV

AGV digunakan untuk menggantikan transfer material yang pada awalnya menggunakan towing yang dikendarai operator. Berikut analisa proses material handling menggunakan AGV sebagai penanganan otomatisasi transfer material dengan aspek 4M dan 1E.

4.5.1. Aspek Lingkungan (*Environment*)

Gambar berikut ini menunjukkan layout proses penanganan manual transfer material sebelum dan sesudah penerapan AGV.



Gambar 6. Layout Sebelum dan Sesudah Penanganan Manual Transfer Material

Keliling area yang dilewati oleh *mizusumashi machining F/G* sebelum menerapkan AGV yaitu 320 meter ($2 \times (110 \text{ m} + 50 \text{ m})$) sedangkan setelah menerapkan AGV sebesar 200 meter ($50 \text{ m} \times 4$)

4.5.2. Aspek Material

Output per hari yang disuplai oleh *mizusumashi machining F/G* sebelum menerapkan AGV adalah 1800 pcs yang terdiri dari part *Front housing*, *Rear housing* dan *Cylinder* dengan rata-rata volume per *progress line* adalah 120 set.

Selanjutnya Data unit/*manpower*/hour diperoleh berdasarkan *output* rata-rata perhari dibagi jumlah *mizusumashi*. Kemudian dikonversi menjadi jumlah unit/jam kerja efektif oleh setiap *manpower*. Jumlah material yang disuplai setiap jamnya oleh satu *mizusumashi* adalah 56 unit. Berikut perhitungannya:

$$1800 \text{ unit} : 4 \text{ MP} = 450 \text{ unit} / \text{MP} / \text{Day.}$$

$$(450 \text{ unit/MP}) / 8 \text{ jam} = 56,25 \text{ unit atau sekitar } 56 \text{ unit} / \text{MP} / \text{Hour.}$$

Selanjutnya karena jarak tempuh ketika penerapan AGV sebagai penanganan otomatisasi transfer material berkurang, maka *output* per hari yang disuplai bertambah menjadi 3600 pcs, mengalami peningkatan sebanyak 1800 pcs.

4.5.3. Aspek Mesin (*Machine*)

Alat yang digunakan *mizusumashi* dalam proses penanganan manual transfer material adalah towing cart dan trolley. Kapasitas yang mampu diangkut trolley yang dikaitkan ke towing sebanyak 250 kg. Towing tersebut digantikan oleh AGV dengan kapasitas yang tetap.

4.5.4. Aspek Metode (*Method*)

Jumlah Pengiriman *mizusumashi* per hari sebelum menggunakan AGV dapat melakukan pengiriman sebanyak 15 kali, namun bisa 16 kali berdasarkan wawancara. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya pengiriman part} &= (\text{Output per hari})/(\text{Volume per progress}) \\ &= (1800 \text{ pcs})/(120 \text{ set}) = 15 \text{ kali hari} \end{aligned}$$

Selanjutnya pengiriman *mizusumashi* setelah menggunakan AGV meningkat 2 kali karena *output* yang meningkat berpengaruh besar terhadap jumlah pengiriman. Berikut perhitungan pengiriman setelah menerapkan AGV

$$\text{Banyaknya pengiriman part} = 3600 \text{ pcs} / 120 \text{ set} = 30 \text{ kali/hari}$$

4.5.5. Aspek Manusia (Man)

Diketahui jumlah *mizusumashi* sebelum penerapan AGV yaitu empat untuk *machining* F/G dan dua untuk *shaft/assy* F/G. Namun yang dibahas dalam penelitian ini adalah *mizusumashi machining* F/G yang akan dihitung produktivitasnya. Berdasarkan hasil wawancara serta observasi pada proses penanganan manual transfer material. Didapat kendala dari empat *mizusumashi* yang bertugas sebagai *man material handling*, bahwa masing-masing tidak mencapai total waktu jam kerja yakni 8 jam dengan kata lain belum optimal. Banyak waktu menunggu dan menganggur yang cukup lama.

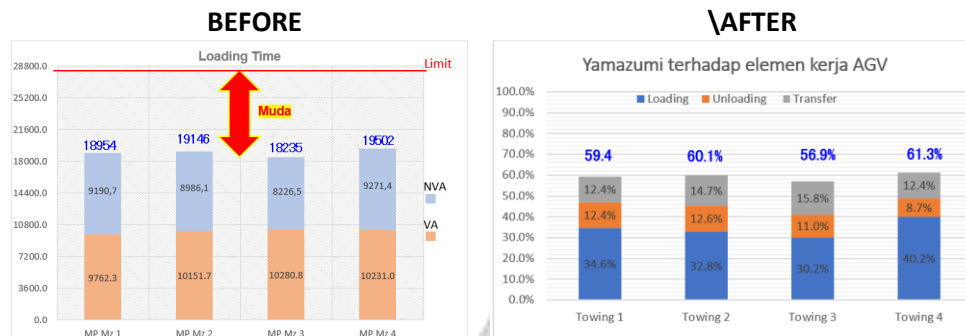
Loading *chart* atau *yamazumi* digunakan untuk menganalisis pekerjaan satu orang *manpower*, dimana pekerjaannya tidak berulang dan beragam jenis. Dengan *loading chart* dapat diketahui produktivitas *manpower* selama bekerja pada proses penanganan manual transfer material, sehingga dapat diketahui waktu dan aktivitas yang dilakukan selama satu *shift*. Berikut tabel *loading time* hasil perhitungan yang diamati selama satu *shift*.

Tabel 1. *Loading Time Mizusumashi Line 1,2,3 dan 4*

No Urut	Elemen Kerja	Line 1				Line 2				Line 3				Line 4			
		Pengelompokan Kerja		Loading Time		Pengelompokan Kerja		Loading Time		Pengelompokan Kerja		Loading Time		Pengelompokan Kerja		Loading Time	
		VA	NVA	Frekuensi	Waktu (detik)	VA	NVA	Frekuensi	Waktu (detik)	VA	NVA	Frekuensi	Waktu (detik)	VA	NVA	Frekuensi	Waktu (detik)
1	Persiapan		O	1	30		O	1	30		O	1	30		O	1	30
2	Jalan + ambil karbon dari inspection ke helix	O		12	25,8	O		12	25,8	O		12	25,8	O		12	25,8
3	Tata Karbon		O	8	47		O	8	47		O	8	47		O	8	47
4	Proses karbon pelap		O	20	32		O	20	32		O	20	32		O	20	32
5	Jalan + taruh karbon ke trolley	O		60	15,6	O		60	15,6	O		60	15,6	O		60	15,6
6	Supply part F/G machining ke chuter	O		37	105,6	O		37	105,6	O		37	105,6	O		37	105,6
7	Waiting		O	42	26,5		O	42	26,5		O	42	26,5		O	42	26,5
8	Ambil label barang produksi + taruh pada kotak	O		118	20,6	O		118	20,6	O		118	20,6	O		118	20,6
9	Rolling box kosong	O		121	10	O		121	10	O		121	10	O		121	10
10	Jalan + cek alat + input label produksi	O		16	50	O		16	50	O		16	50	O		16	50
11	Cek alat		O	27	36,1		O	27	36,1		O	27	36,1		O	27	36,1
12	Minum		O	9	185,3		O	9	185,3		O	9	185,3		O	9	185,3
13	Jalan + kebin trolley pada lowing		O	11	16,5		O	11	16,5		O	11	16,5		O	11	16,5
14	Mengendat lowing	O		30	47,5	O		30	47,5	O		30	47,5	O		30	47,5
15	Taruh box kosong ke chuter	O		30	53,4	O		30	53,4	O		30	53,4	O		30	53,4
16	Ambil F/G dari trolley	O		12	112,6	O		12	112,6	O		12	112,6	O		12	112,6
17	Taruh Karbon di chuter	O		41	17,7	O		41	17,7	O		41	17,7	O		41	17,7
18	Ambil Cyl. dari trolley	O		14	120,9	O		14	120,9	O		14	120,9	O		14	120,9
19	Mengendat lowing ke assembling (superjet)	O		10	150	O		10	150	O		10	150	O		10	150
20	Tata trolley		O	8	26		O	8	26		O	8	26		O	8	26
21	Jalan + dorong trolley	O		65	50,9	O		65	50,9	O		65	50,9	O		65	50,9
22	Ambil R/I taruh di trolley	O		10	100,6	O		10	100,6	O		10	100,6	O		10	100,6
Total waktu				702	1864			702	1916			702	1825			702	1902

Setelah dibuat tabel, buatlah diagram *yamazumi* untuk membantu secara visual memudahkan dalam penggambarannya, serta mengetahui produktivitas *mizusumashi* bekerja selama satu *shift*, karena hasilnya bisa dilihat dengan lebih mudah. Pekerjaan yang dilakukan *Mizusumashi* ini termasuk tipe pekerjaan yang tidak berulang, sehingga tools yang digunakan untuk menyeimbangkan beban kerjanya yaitu dengan *yamazumi*. Terlihat pada gambar 2 bahwa masih terdapat waktu yang tersedia yaitu 9840.75 detik atau sekitar 2.73 jam.

Setelah dibuat tabel, buatlah diagram *yamazumi* untuk membantu secara visual memudahkan dalam penggambarannya, serta mengetahui produktivitas *mizusumashi* bekerja selama satu *shift*, karena hasilnya bisa dilihat dengan lebih mudah. Berikut gambar 7 Diagram *Yamazumi Mizusumashi* Penanganan Manual Transfer Material dan Menggunakan AGV.



Gambar 7. Yamazumi Mizusumashi Penanganan Manual Transfer Material dan Menggunakan AGV

Berdasarkan observasi dan wawancara kepada pihak perusahaan bahwa salah satu elemen kerja mengalami perubahan ketika penerapan AGV sebagai penanganan otomatis transfer material, yaitu suplai part *machining* F/G ke shutter sebagai proses unloading, diganti dengan trolley supply sebagai improvement. Waktu untuk proses unloading trolley supply yaitu 1842 detik.

Setelah dibuat yamazumi maka bisa dihitung beban kerjanya selama satu shift dengan workload analysis. Workload analysis atau analisa beban kerja merupakan suatu cara untuk menentukan besarnya beban kerja yang diberikan kepada seseorang atau sekelompok pekerja dibandingkan dengan beban kerja standar (waktu baku) dalam situasi dan kondisi normal (Kurnia, 2015). Adapun rumus beban kerja sebagai berikut:

$$\text{Beban Kerja} = \frac{\text{Total Waktu Aktual}}{\text{Total Waktu Kerja}} \times 100\%$$

Beban kerja (loading) merupakan perbandingan total waktu aktual dan total waktu kerja, dimana total waktu kerja merupakan waktu keseluruhan yang disediakan oleh perusahaan pada jam kerja efektif, yaitu 8 jam = 28800 detik. Berikut tabel perhitungan beban kerja untuk *mizusumashi machining* F/G.

Tabel 2. Loading per shift mizusumashi Sebelum & Sesudah Penerapan AGV

No	Manpower	Sebelum				Sesudah			
		Total Waktu Aktual (detik)	Total Waktu Kerja (detik)	Beban Kerja per shift (%)	Beban kerja	Total Waktu Aktual (detik)	Total Waktu Kerja (detik)	Beban Kerja per shift (%)	Beban kerja
1	Mizusumashi Line 1	18954	28800	66%	0,7	17112	28800	59%	0,6
2	Mizusumashi Line 2	19146	28800	66,5%	0,7	17304	28800	0.601	0,6
3	Mizusumashi Line 3	18325	28800	63,3%	0,6	16389	28800	0.569	0,6
4	Mizusumashi Line 4	19502	28800	67.70%	0,7	17660	28800	61.30%	0,6
5	Mizusumashi SA	11288.7	28800	39%	0.4	11288.7	28800	39%	0.4
6	Mizusumashi SA	11288.7	28800	39%	0.4	11288.7	28800	39%	0.4
Total		82003.4	172800			91042,4	172800		

Berdasarkan tabel diatas, maka perbandingan jumlah mizusumahi aktual dan idealnya sebagai berikut:

Jumlah tenaga kerja sebelum adalah:

$$\frac{(6 \times 28800)}{28800} = 6 \text{ manpower}$$

Jumlah tenaga kerja ideal

$$\frac{91042.4}{28800} = 3.1 \text{ atau } 3 \text{ manpower}$$

Pada proses Loading, pindahkan beban MP 1 ke MP 4 dan MP 2 ke MP 3. Alasan pemilihan MP 1 ke MP 4 karena jarak line satu berdekatan dengan line empat, dan line dua berdekatan dengan line tiga. Kemudian hasil proses *loading* meningkat MP 3 naik menjadi 30% dan MP 4 naik menjadi 33%. Selanjutnya pada proses unloading, pindahkan beban masing-masing MP ke MP 2. Kenapa dipindahkan ke MP 2, pilihannya dipindahkan ke MP 1 dan MP 2. MP 2 dipilih karena proses unloadingnya lebih besar dari MP 1, maka proses unloading MP2 meningkat menjadi 32%.

Terakhir pada proses transfer, masing-masing MP masih mempunyai pekerjaan transfer. Karena proses transfer adalah mengendarai towing, maka MP 1 dapat digantikan dengan AGV, maka pindahkan beban transfer masing-masing MP ke MP 1, akhirnya proses transfer meningkat menjadi 43%. Hasil akhir didapat bahwa proses penyeimbangan beban kerja (*line balancing*) ini bisa mengurangi satu *mizusumashi machining* F/G.

Tabel 5 Jumlah *Mizusumashi* Setelah Penerapan AGV sebagai Penanganan Otomasi Transfer Material

Stasiun	Line		Jumlah Manpower		Loading/shift	
			Before	After	Before	After
Superjet	1	1 & 4	1	1	59.40%	75.00%
	2	2 & 3	1	1	60.10%	63.00%
	3	All	1	AGV	56.90%	100.00%
	4	Shaft/As sy	1	1	61.30%	78.00%
Shaft/As sy	1 & 4	-	1	0	39.00%	-
	2 & 3	-	1	0	39.00%	-
Total Manpower			6	3		

Proses pemindahan beban kerja masih bisa dilakukan sehingga hasilnya bisa lebih optimal. Dengan memindahkan semua beban kerja MP 2 yaitu proses *unloading* pada AGV. Jadi AGV sudah 100% optimal dalam produktivitasnya. Oleh karena itu, hasilnya bisa mengurangi satu *mizusumashi* lagi. Sehingga hasil akhir yang didapat pada proses balancing ini bisa mengurangi dua *mizusumashi machining* F/G.

4.6. Hasil Rekapitulasi Perbandingan Perubahan Sebelum dan Sesudah Penerapan AGV

Dari penjelasan yang telah diuraikan sebelumnya dapat diketahui bahwa setelah penerapan transfer material otomasi dengan AGV. Maka terjadi perubahan sebagaimana terlihat dalam tabel berikut :

Tabel 6. Perbandingan Transfer Material Manual dengan Otomasi AGV

No	Uraian	Transfer Material Manual	Transfer Material Otomasi AGV	Keterangan
1	Jarak Tempuh	320 m	200 m	Menurun 37,5%
2	<i>Output</i> per hari	1800 pcs	3600 pcs	Meningkat 50%
3	Jumlah Putaran selama 1 shift	16 kali	32 kali	Meningkat 50%
4	Jumlah <i>Manpower</i>	6 MP	3 MP	Menurun 50%

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa perubahan yang dialami dalam penerapan AGV sebagai penanganan otomasi transfer material mengalami perubahan yang baik daripada sebelumnya. Hal ini berarti produktivitas dan efisiensi perusahaan menjadi lebih tinggi dari sebelumnya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan penyelesaian dari penelitian terdapat beberapa poin yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Setelah melakukan pengamatan pada *flow* material handling dan membuatnya dalam material information *flow chart*, ditemukan faktor yang mempengaruhi penerapan AGV sebagai penanganan otomasi transfer material yang dibuat dalam *fishbone* yaitu:
 - a. *Environment*, keliling yang dilewati *mizusumashi* sebagai man material handling cukup luas sehingga jarak tempuh nya jauh akibatnya memerlukan waktu yang lama dalam pengiriman material.
 - b. Material, *output* per hari yang dibawa oleh empat *mizusumashi machining F/G* sebanyak 1800 pcs.
 - c. Machine, alat yang digunakan untuk proses penanganan material manual adalah trolley dan towing sehingga perlu waktu yang lama dalam pengiriman akibatnya sumber daya yang digunakan besar.
 - d. *Method*, jumlah pengiriman per hari oleh empat *mizusumashi machining F/G* sebanyak 15 kali.
 - e. *Man*, terdapat waktu menunggu dan menganggur yang cukup lama sehingga sumber daya yang digunakan besar akibatnya perlu efisiensi pekerjaan *manpower*.
2. Pengaruh dari penerapan AGV sebagai penanganan otomasi transfer material mengalami perubahan yang lebih baik daripada sebelumnya. Hal ini berarti produktivitas dan efisiensi perusahaan menjadi lebih tinggi dari sebelumnya. Hasilnya dapat dilihat sebagai berikut:
 - a. Jarak tempuh menurun yang sebelumnya 320 meter menjadi 200 meter.
 - b. *Output* per hari meningkat yang sebelumnya 1800 pcs menjadi 3600 pcs.
 - c. Jumlah putaran selama satu shift meningkat yang sebelumnya 16 putaran menjadi 32 putaran.
 - d. Jumlah *manpower* menurun yang sebelumnya enam *manpower* menjadi tiga *manpower*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fernando, R, 2008, *Analisis Efisiensi Proses Dan Tenaga Kerja Di Lini Quality Gate Pada PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia*, jakarta: Tesis Universitas

- Indonesia Fakultas Ekonomi Program Studi Magister Manajemen Kekhususan Manajemen Keuangan Jakarta.
2. Groover, M. P, 2008, ***Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing***, England: Pearson.
 3. Herwanto, D A. E, 2016, ***Perancangan Alat Bantu Untuk Mengatur Cycle Supply Part Ke Lini Produksi Di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia***, Jurnal Ilmu Dan Aplikasi Teknik.
 4. J.A. Tomkins, J. W, 1996, ***Facilities Planning, 2nd Edition***, New York: John Wiley & Son Inc.
 5. Liker, J. K, 2006, ***The Toyota Way 14 Prinsip Manajemen Dari Perusahaan Manufaktur Terhebat Di Dunia***, Penerbit Erlangga.
 6. Monden, Y, 1995, ***Sistem Produksi Toyota Suatu ancarangan terpadu untuk penerapan Just-In-Time***, Jakarta: PT Pustaka Binaman Pressindo.
 7. Muhammad, A. H, 2018, ***Peningkatan Produktivitas Dengan Menggunakan Metode Line Balancing Dan Pendekatan Sistem Produksi Toyota Pada Proses Produksi Flywheel 3 PT. Inti Ganda Perdana***, Yogyakarta.
 8. Nandiroh, S, 2014, ***Analisis Produktivitas Kerja Menggunakan Tabel Standar Kerja (TSK) dan Loading Chart Pada Proses Produksi***, Seminar Nasional IDEC.
 9. Rifai, M. (2018). ***Analisis Rotor Cutting Miring Type LE 40 Diameter 120 Di PT. TD Automotive Compressor Indonesia***, Semarang.
 10. Susinto, A. C, 2017, ***Perhitungan Kelayakan Investasi Special Purpose Machine Pada Pengerjaan Produk Pipe Di PT DPM***, Jakarta.