TESIS

MENINGKATKAN LEVEL KEMATANGAN GREEN MANUFACTURING DAN MENGHITUNG COST BENEFIT PADA PABRIK PUPUK - ADIBIO10

MUHAMMAD HAFIDZ BRILIAN

21916025

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2023

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

MENINGKATKAN LEVEL KEMATANGAN GREEN MANUFACTURING DAN MENGHITUNG COST BENEFIT PADA PABRIK PUPUK - ADIBIO10

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Magister Teknik (M.T.)
Pada Program Studi Magister Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh:

Muhammad Hafidz Brilian
21916025

Yogyakarta, 6 April 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

MENINGKATKAN LEVEL KEMATANGAN GREEN MANUFACTURING DAN MENGHITUNG COST BENEFIT PADA PABRIK PUPUK - ADIBIO10

TESIS

Disusun Oleh:

Muhammad Hafidz Brilian
21916025

Tesis Telah Diuji dan Dinilai oleh Panitia Penguji
Program Studi Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 13 April 2023

Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D

Ketua

Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., MSc., IPM.

Anggota I

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M. Eng.Sc.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister

Fakultas Teknologi Industri

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PRODI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya dengan ini menyatakan bahwa karya ini hanya mewakili karya saya sendiri, tidak ada yang menulisnya untuk saya, bahwa saya tidak menyalin karya orang lain, dan bahwa semua sumber yang saya gunakan telah dikutip dengan benar dan didokumentasikan dengan jelas. Saya memahami bahwa setiap penyelidikan atas pelanggaran yang menyangkut aspek apapun dari pekerjaan saya dapat menyebabkan saya didiskualifikasi sebagai calon pasca sarjana di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 13 April 2023



Muhammad Hafidz Brilian

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penelitian ini saya persembahkan dengan sepenuh hati kepada kedua orang tua saya tercinta yang telah menjadi sumber inspirasi saya dan memberi saya kekuatan ketika saya berpikir untuk menyerah, yang terus memberikan dukungan moral, spiritual, emosional, dan finansial.

Kepada Adisty yang selalu menyemangati saya, dan selalu mengingatkan saya bahwa thesis ini harus segera selesai, serta membantu mencari jalan keluarnya.

Untuk sahabatku Adit, Dion, Cavin, Mahfudz, Bagus, Agung, tim kost GnB dan Kevin sebagai Adik yang menemani saya selama kuliah dan membantu proses pembuatan thesis ini.

SAMBUTAN

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamiin, Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tesis di Adibio10 dan menyusun laporan dengan lancar. Tak lupa doa dan salam selalu dicurahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW dan para pengikutnya yang telah berjuang dan membimbing kita keluar dari kegelapan menuju jalan terang ini.

Nasihat, bantuan serta dukungan tersebut diperoleh, baik secara langsung maupun tidak langsung, dari pihak-pihak tertentu yang berkepentingan. Untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada semua pihak di bawah ini:

1. **(Prof. Fathul Wahid, ST., M.Sc. Ph.D)**, Sebagai Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. **(Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T**), Sebagai Dekan Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia
3. (**Ir.Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.d.**), sebagai pembimbing yang ditunjuk dari Program Studi Teknik Industri yang telah memberikan arahan, bimbingan, kritik, dan saran dalam penyusunan tesis ini.
4. **Terutama kedua orang tua** yang selalu memberikan dukungan moril dan materiil serta motivasi dalam berbagai hal kepada peneliti selama pelaksanaan penelitian.

Semoga laporan tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan perusahaan pada khususnya. Peneliti menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan sehingga peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pembaca untuk penelitian selanjutnya..

Wassalamu`alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 13 April 2023



Muhammad Hafidz Brilian

(21916025)

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN 2

PENDAHULUAN 11

1.1 Latar Belakang 11

1.2 Rumusan Masalah 12

1.3 Batasan Masala 13

1.4 Objektif Penelitian 13

LANDASAN TEORI 14

2.1 Kajian Induktif 15

2.2 Kajian Deduktif 15

2.2.1 Green Manufacturing 16

2.2.2 Level Kematangan 19

2.2.3 Lean Manufacturing 20

2.2.4 Konsep 5S 21

METODE PENELITIAN 23

3.1 OBJEK PENELITIAN 23

3.2 Metode pengumpulan data 23

3.3 Data Proses 24

1.3.Lean Manufacturing 24

1.3.2Value Stream Mapping 25

1.3.35S 26

1.3.4COST BENEFIT ANALYSIS 26

BAB IV 29

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 29

Pengumpulan dan Pengolahan Data 29

Pengumpulan Data 29

1.2.1 Profil Perusahaan 29

1. Penurunan Limbah 35

2. Identifikasi Proses 35

3. Pemetaan Diagram Alur 36

4. *Value Stream Mapping* 37

5. *Environmental Value Stream Mapping* 40

6. *Lean and Green Maturity Levels* 43
HASIL DAN DISKUSI 47
5.1 Analisis *Current State Environmental Value Stream Mapping* 47
5.2 Analisis Penyebab Pemborosan Dengan *Fishbone Diagram* 48
5.3 Proses Aktivitas Pemetaan (*Future State*) 50
5.4 *Environmental Value Stream Mapping* 51
5.5 Lean and Green Maturity Level 52
5.6 Saran Desain 56
5.6.1 *Seiri* 57
5.6.2 *Seiton* 57
5.6.3 *Seiso* 58
5.6.4 *Seiketsu* 58
5.6.5 *Shitsuke* 59
KESIMPULAN DAN SARAN 63
6.1 Kesimpulan 63
6.2 Saran 65
REFERENCES 66

Daftar Tabel dan Gambar

Tabel 2. 1 Kajian Induktif....14
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitan....28
Gambar 4.1. Struktur Organisasi ADIBIO10....30
Tabel 4.1. Tabel penggunaan air Adibio10....32
Tabel 4.2. Tabel penggunaan energi Adibio10....32
Gambar 4.2. Tata Letak Produksi....33
Gambar 4.3. Proses produksi....35
Gambar 4. 4.Diagram Alur Proses dan Material....37
Tabel 4.3. Process Activity Mapping....37
Tabel 4.4. Perhitungan Waktu dan Persentase Setiap Kegiatan....39
Gambar 4. 4 Value Stream Mapping Current State....40
Gambar 4.5. Fishbone Diagram....42
Tabel 4. 6. Rekapitulasi hasil kuesioner Maturity Level....44
Tabel 4. 7. Tabel Analisa Biaya-Manfaat Sebelum Perbaikan....45
Gambar 5. 1. Future State Mapping....49
Tabel 5. 1 Proses Aktivitas Pemetaan (Future State) Setelah Perbaikan....50
Tabel 5. 2 Jumlah Dan porsi Waktu Untuk Setiap Kegiatan Setelah Perbaikan....51
Tabel 5. 3 Saran Desain....56
Tabel 5. 4 Analisis Kelebihan dan kekurangan....57
Tabel 5. 5 Analysis Kelebihan dan kekurangan Seiton's....57
Tabel 5. 6 Analisis Kelebihan dan Kekurangan Seiso's....58
Tabel 5. 7 Analisis Kelebihan dan Kekurangan Seiketsu....59
Tabel 5. 8 Analisis Kelebihan dan Kekurangan Shitsuke....59
Tabel 5. 9....59

Abstrak

Adibio10 adalah perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan dan pembuatan pupuk. Aktivitas rantai pasokan Adibio10 yang kompleks masih menimbulkan berbagai dampak pemborosan. Dampak tersebut dapat terjadi karena adanya permasalahan dalam proses produksi. Aktivitas produksi di Adibio10 teridentifikasi pemborosan yang tinggi, hal ini disebabkan karena proses produksi di Adibio10 masih belum efektif dan efisien. Oleh karena itu, diperlukan manajemen rantai pasokan yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kematangan, rekomendasi perbaikan, dan rasio *cost and benefit* di Adibio10. Penelitian ini dilakukan di Perusahaan Pupuk Adibio10 yang berlokasi di Desa Ringin Pitu RT.04/RW0.4 Ketitang, Kalioso, Boyolali. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, dokumentasi, wawancara, dan kuesioner. Data diolah dengan menggunakan metode Perhitungan Lean dan menggunakan standar dari UI *Green metric*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai awal rasio *cost and benefit* Adibio10 sebesar 0,85 yang dapat dikategorikan belum layak menjadi 1,42 yang dapat dikategorikan layak, memiliki tingkat kematangan awal 2,14 yang berarti hanya berada diposisi level 2, menjadi 4,1 yang berada dilevel 4.

***Keyword**:* Industri Hijau, Adibio10, Tingkat kematangan, *UI Green Metric*

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Adanya pabrik di Indonesia tidak sedikit pihak yang akan terbantu, namun di sisi lain dengan adanya pabrik pasti ada limbah yang keluar. Beberapa pabrik tidak mampu mengolah limbahnya dengan baik. Terkadang beberapa pabrik membuangnya begitu saja tanpa mengolah limbah yang dihasilkannya justru berdampak buruk bagi lingkungan dan masyarakat.Suatu perusahaan tidak dapat meninggalkan keberadaan lingkungan di sekitarnya. Maka dari hal tersebut, diperlukan suatu sistem yang dapat mengatur tindak lanjut dari perusahaan secara praktis, tetapi masih dengan memperhatikan aspek lingkungan. Hal itu dapat dijalankan dengan menerapkan Sistem Manajemen Hijau. Manajemen Hijau Sistem ialah seperangkat proses dan praktik standar yang dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan keberlanjutan dengan melakukan perencanaan, melaksanakan, pengevaluasian, dan menetapkan kebijakan lingkungan (liao, 2017).

Konsep Green Manufacturing seharusnya telah diterapkan oleh perusahaan yang baik ketika melakukan bisnisnya. Konsep Green Manufacturing sebelumnya telah dilakukan studi oleh Mark Atlas dan Richard Florida pada tahun 1998 (Florida 2000). Meningkatnya kesadaran akan pentingnya Green Manufacturing pada suatu perusahaan menyebabkan makin banyaknya penelitian terkait penelitian tersebut seperti penelitian yang dibuat oleh OECD (The Organization for Economic Co-operation and Development) (2011), dan Deif (2011). Green Manufacturing dapat diterapkan pada semua proses yang ada dalam sebuah manufaktur mulai dari proses pengolahan bahan utama, proses pemroduksian sampai proses pengolahan limbah. Inti dari konsep Green Manufacturing itu sendiri adalah menciptakan sistem manufaktur yang hijau atau yang sering kita sebut dengan ramah lingkungan. Konsep ini bisa dilmulai dengan memberikan batasan pemakaian energi yang ada dan beralih memakai teknologi hemat energidan waktu. Penerapan konsep ini dinilai dapat

memberikan peningkatan secara efektif dan efisien pada sistem manufaktur perusahaan di suatu perusahaan.

Tingkat maturitas biasanya digunakan sebagai instrumen untuk mengkonseptualisasikan dan mengukur maturitas suatu organisasi atau proses mengenai beberapa keadaan target tertentu. Biasa disebut level kematangan dengan tujuan untuk menangkap titik awal dan memungkinkan untuk menginisialisasi proses pengembangan. Tingkat kematangan memiliki 5 tahap, dimulai dengan Ad-hoe, Defined, linked, integrated, kemudian diakhiri dengan Extended (Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W., 2016).Secara umum ada 2 jenis pupuk yang digunakan di Indonesia yaitu pupuk kimia dan pupuk organik, namun di Indonesia petani mengandalkan pupuk kimia sebagai pupuk utamanya, padahal pupuk kimia banyak menimbulkan dampak negatif, seperti membuat tanah menjadi keras dan merusak kandungan hara tanah yang penting bagi tanaman. Berbeda dengan pupuk organik yang kaya manfaat seperti yang diproduksi oleh perusahaan Adibio10.

Adibio10 sebagai perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan dan pembuatan pupuk organik, bahkan Adibio10 memproduksi pupuk organik seperti halnya perusahaan pupuk lainnya, kegiatan Adibio juga berdampak pada masyarakat dan lingkungan sekitar pabrik Adibio10 itu sendiri. Dalam penelitian ini penulis ingin mengkaji bagaimana perusahaan Adibio10 menggunakan tingkat kematangan dan green manufacturing dengan metode lean manufacturing dan 5S untuk mengelola dan menghindari dampak kerusakan pada masyarakat dan lingkungan sekitar Adibio10 karena aktivitas Adibio10 itu sendiri.Setelah melakukan implementasi, peneliti akan menghitung cost vs benefit dari implementasi yang sudah diterapkan, agar dapat memberikan hasil apakah implementasi tersebut layak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, Rumusan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Bagaimana level kematangan VA (*value added*), NVA (*non-value added*), NNVA (*necessary but non value added*) pada pabrik Adibio10?

2. Bagaimana meminimalisir pemborosan dalam proses produksi pupuk Adibio10 dengan menerapkan *Lean Manufacturing* dan 5S ?
3. Bagaimana penerapan *green manufacturing* di Adibio10?
4. Bagaimana hasil dari *Cost Benefit*?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan supaya mengantisipasi timbulnya bias pada saat pembahasan dan analisis yang akan dilakukan. Penelitian ini membatasi masalah yang akan dibahas hanya pada:

1. Data penelitian berdasarkan data pada pabrik Adibio10.
2. Metode yang digunakan adalah *Lean Manufacturing*, 5S dan analisis biaya-manfaat
3. Data yang digunakan hanya dari Mei 2021 hingga Juni 2021.

1.4 Objektif Penelitian

Objektif penelitian adalah :

1. Mengetahui jenis pemborosan yang banyak terjadi pada perusahaan dan meningkatkan level kematangan dan *Value added* perusahaan Adibio10.
2. Mengetahui .dan mengimplementasikan tingkat kematangan *green maturity level.*
3. Meminimalkan pemborosan menggunakan *Lean Manufacturing, value stream mapping* dan 5S di Adibio10.
4. Mengimplementasikan usulan Green Manufacturing kepada perusahaan agar tercapainya level yang di harapkan dan menghitung biaya dan manfaat setelah penerapan.
5. Menghitung biaya manfaat setelah penerapan pada perusahaan Adibio10.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Induktif

Penelitian induktif adalah penelitian yang membahas penelitian sebelumnya untuk membantu menentukan arah penelitian. Berikut adalah tabel penelitian sebelumnya mengenai pengukuran kinerja dalam proses produksi. Berdasarkan tabel di bawah ini, akan diidentifikasi perbedaan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian saat ini yang akan dilakukan. Tabel 2.1 di bawah ini merupakan data penelitian sebelumnya.

Tabel 2. 1 Kajian Induktif

No	Judul	Penulis (Tahun)	Metode	Result
1	Penilaian jatuh tempo pemeliharaan metode industri manufaktur	Marco Macchi dan Luca Fumagalli (2013)	Metode dengan mengasumsikan bahwa departemen pemeliharaan dievaluasi dalam hal kemampuan manajerial, organisasi dan teknologinya. Dengan penerapannya dimungkinkan untuk menganalisis tingkat kematangan yang dicapai oleh suatu perusahaan, untuk mengklasifikasikan kekritisan dalam proses pemeliharaannya; perusahaan juga bisa membuat	Temuan – "Makalah ini menyajikan metode sebagai dukungan untuk mengidentifikasi tuas untuk meningkatkan sistem manajemen pemeliharaan. Metode tersebut didemonstrasikan pada perusahaan yang kematangannya dinilai sebelum membuat tolok ukur terhadap sampel perusahaan manufaktur lain yang berlokasi di Italia Utara.

			benchmark dengan perusahaan terbaik dari sampel referensi.	
2	Alat Penilaian Berbasis Tingkat Kematangan untuk Meningkatkan Penerapan Industri 4.0 dalam Ukuran Kecil dan Menengah Perusahaan	Erwin Rauch, Manuel Woschank, Marco Unterhofer, Rafael A. Rojas, Luca Gualtieri dan Dominik T. Matt (2020)	Metode penelitian ini dengan mengembangkan model penilaian untuk UKM yang mudah diterapkan, memberikan gambaran yang jelas ikhtisar konsep Industri 4.0 yang ada, dan mendukung UKM di mendefinisikan strategi masing-masing untuk memperkenalkan Industri 4.0 di perusahaan mereka.”	Kedewasaan “berbasis level alat penilaian yang disajikan dalam karya ini mencakup katalog 42 konsep Industri 4.0 dan strategi norma berdasarkan hasil penilaian untuk mendukung UKM dalam memperkenalkan konsep yang paling menjanjikan. Untuk pengujian dan Untuk tujuan validasi, model penilaian telah diterapkan dalam studi lapangan dengan 17 perusahaan industri.
3.	Penelitian tentang teknologi manufaktur hijau	Guomin Lin, dan Botao Hao (2020)	-	Situasi saat ini,konten dan fitur teknologi manufaktur ramah lingkungan diperkenalkan. Teknologi terkait dan kuncinya teknologi teknologi manufaktur hijau dianalisis. Isi, target dan cara pelaksanaan teknologi manufaktur hijau diteliti. Kecenderungan

				perkembangan dan penerapan pandangan teknologi manufaktur hijau sangat prospektif.
4.	Implementasi Lean And Green Manufacturing Untuk Meningkatkan Keberlanjutan Di PT. Sekar Lima Pratama	Rony Prabowo,dan Ahmad Puji Suryanto	Lean Manufacturing	Hasil identifikasi penelitian ini dengan konsep lean manufacturing yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa waste yang terjadi pada proses finishing kain katun meliputi waste delay (waktu tunggu), process, dan defect. Pemborosan diperoleh melalui analisis Tabel VALSAT yang menghasilkan alat pemetaan dengan peringkat tertinggi yaitu pemetaan aktivitas proses dengan bob 47.625, pemetaan filter kualitas dengan bobot 33,00, dan matriks respons rantai pasokan dengan bobot 23,00.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Green Manufacturing

Manufaktur adalah salah satu hal utama pembangunan berkelanjutan dikarenakan menghasilkan produk yang dibutuhkan untuk menyediakan

keperluan untuk masyarakat. Manufaktur ialah sistem input/output yang mana sumber daya dimasukkan dan diubah menjadi produk atau produk setengah jadi melalui prosedur manufaktur (Sangwan dan Mittal, 2015).Green Manufacturing sangat terkait dengan Sustainable Manufacturing (SM). Sustainable didapatkan dengan menjalankan konsep hijau (Dornfeld, 2014; Tseng, et al., 2013). Sustainable manufacturing diartikan sebagai penciptaan produk nilai ekonomi dengan melewati prosedur yang meminimalisir efek buruk bagi lingkungan, melestarikan energi dan sumber daya alam untuk memastikan ketersediaan masa depan mereka.

Konsep hijau aman untuk karyawan, masyarakat, dan konsumen dengan menggunakan bahan dan praktik minimal untuk meminimalisir efek yang merugikan bagi lingkungan, menghemat energi dan sumber daya alam, serta mempertahankan nilai ekonomi. (Dornfeld, 2013; Rehman et al., 2013). Istilah hijau mengacu pada rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk meminimalkan dampak lingkungan dari proses atau sistem manufaktur dibandingkan dengan keadaan awalnya, seperti mengurangi produksi limbah berbahaya atau mengurangi penggunaan zat pendingin. Dengan mengubah bauran energi yang dibutuhkan saat mengaktifkan proses memungkinkan menggunakan sumber daya terbarukan. (Dornfeld, 2013).Green Manufacturing (GM) disebut pula dengan beberapa sebutan yang beda atau istilah manufaktur bersih, manufaktur sadar lingkungan, manufaktur ramah lingkungan, manufaktur bertanggung jawab lingkungan, manufaktur berkelanjutan, atau produksi berkelanjutan (Sangwan dan Mittal, 2015). GM adalah metode manufaktur yang meminimalisir limbah dan polusi dengan desain serta proses produk.

1. **Faktor Pendorong dan Penghambat Implementasi Green Manufacturing**

Penelitian tentang faktor pendorong dan penghambat pada implementasi GM kebanyakan melalui studi kasus dan survei. Dornfeld (2013) berpendapat bahwasanya beberapa hal seperti tekanan pemerintah (peraturan, penalti, pajak), keinginan untuk meringankan, kurangnya sumber daya, perbaikan terus-menerus, tekanan sosial/konsumen/kompetitif, dan kepemimpinan pasar adalah beberapa motivasi bagi perusahaan untuk mengadopsi GM. Jika ada keinginan untuk mempertahankan. menurut Dornfeld (2013), faktor penghambat implementasi GM terbagi menjadi 3, yaitu ekonomi, teknologi, dan manajerial. Studi lainnya oleh Mittal & Sangwan (2014c, 2014d), menjabarkan beberapa faktor pendorong dan penghambat GM di perusahaan dari sudut pandang lingkungan, sosial, dan ekonomi kemudian mengurutkan faktor-faktor tersebut menurut tingkat kepentingannya.

Faktor pendorong termasuk undang-undang masa depan, tekanan publik, tekanan dari mitra, dan komitmen manajemen puncak adalah faktor yang paling penting dari sudut pandang lingkungan; tekanan publik dan komitmen manajemen puncak adalah faktor terpenting dari sudut pandang sosial dan dari sudut pandang ekonomi ada faktor insentif, penghematan biaya, daya saing, permintaan pelanggan, teknologi, dan sumber daya organisasi. Faktor penghambat transgenik termasuk kurangnya kesadaran (keterbatasan kesadaran akan tren 'hijau', akses terbatas ke literatur tentang transgenik langkanya informasi yang cukup), risiko teknologi (ancaman pada penerapan teknologi baru/teknologi kompleks ketakutan akan masalah dari teknologi yang digunakan masalah kompatibilitas dengan sistem yang ada), undang-undang yang lemah (tidak adanya undang-undang

lingkungan yang lengkap dan undang-undang yang tidak efektif); penegakan hukum yang tidak baik.

2. Implementasi Green Manufacturing

Tujuan dari Green Manufacturing (GM) yaitu untuk pengurangan atau pencegahan polusi air, tanah dan udara, meminimalkan limbah pada asalnya, serta mengurangi risiko bagi manusia dan jenis makhluk hidup lainnya. Kedua, terus mengintegrasikan perbaikan lingkungan lewat proses dan produk industri (Van Berkel dkk., 1997). Tantangan yang berkaitan dengan implementasi GM yaitu memenuhi permintaan konsumen/pelanggan pada produk ramah lingkungan, mengembangkan sistem daur ulang, meminimalkan konsumsi bahan utama, dan menemukan produk dengan dampak lingkungan yang minimal. Dalam hal proses, GM bertujuan untuk menghemat bahan baku dan energi, menghilangkan penggunaan zat beracun, dan mengurangi limbah. Dalam hal produk, GM berusaha untuk meminimalisir dampak lingkungan di seluruh siklus hidup produk.

2.2.2 Level Kematangan

Capability Maturity Model yang biasa disebut CMM ialah model dari kemampuan maturitas (capability) proses yang dapat membantu pengartian dan pemahaman dari proses-proses suatu organisasi. Pengembangan model ini dimulai pada tahun 1986 oleh SEI (Software Engineering Institute) Departemen Pertahanan Amerika Serikat di Carnegie Mellon University di Pittsburgh, AMERIKA SERIKAT. CMM mulanya dimaksudkan untuk alat yang menilai secara objektif kemampuan kontraktor pemerintah untuk menangani proyek perangkat lunak tertentu. Meskipun model ini lahir di bidang pengembangan perangkat lunak, model ini juga dapat digunakan sebagai model umum untuk membantu memahami kematangan kemampuan proses organisasi di berbagai domain. Misalnya rekayasa perangkat lunak, rekayasa sistem,

manajemen proyek, manajemen risiko, teknologi informasi, serta manajemen sumber daya manusia.

Secara umum, model Maturitas biasanya memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Proses pengembangan suatu organisasi disederhanakan dan digambarkan dalam bentuk kedewasaan dalam jumlah tertentu (biasanya empat sampai enam tingkat).
2. Tingkat Maturitas ditandai dengan persyaratan tertentu yang harus dicapai.
3. Level-level yang ada disusun secara berurutan, mulai dari level inisial hingga level akhir mempertahankan (level terakhir adalah level kesempurnaan).
4. Selama pengembangan, entitas mulai maju dari satu tingkat ke tingkat berikutnya tanpa dapat melewati salah satunya, tetapi secara bertahap secara berurutan.

Pada tahun 2000 CMM digabung menjadi CMMI (*Capability Maturity Model Integration*). Peleburan ini karena kritik dari penerapan CMM pada pengembangan perangkat lunak khususnya dapat menjadi penyebab masalah dikarenakan model CMM yang belum terintegrasi di dalam dan di seluruh organisasi. Hal tersebut lalu menimbulkan beban biaya dalam hal pelatihan, penilaian kinerja, dan kegiatan perbaikan Tetapi CMM masih digunakan sebagai model referensi teoretis dalam domain publik untuk konteks yang berbeda. CMM sendiri telah beralih nama menjadi SE-CMM (Software Engineering CMM).

2.2.3 Lean Manufacturing

Definisi Lean Manufacturing dan Sistem Produksi Toyota yang populer biasanya (Lonnie Wilson. 2009. "*How to implement Lean Manufacturing*, Mc Graw Hill". 9-10).

2.2.4 Konsep 5S

5S (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke) adalah lima langkah pengaturan dan pemeliharaan tempat kerja yang dikembangkan melalui upaya intensif di bidang manufaktur. Jika diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia, lima langkah pemeliharaan. Tempat kerja ini disebut sebagai 5R (Ringkas, Rapi, Bersih, Rawat, dan Rajin) dengan pengertian sebagai berikut (Imai, 1986):

1. Seiri, membedakan antara yang dibutuhkan dan tidak dibutuhkan di area kerja dan membuang yang tidak perlu. Ciptakan area kerja yang kompak, yang hanya menampung apa yang dibutuhkan.
2. Seiton, semuanya baiknya diletakkan pada posisi yang tepat agar siap dipakai saat dibutuhkan.
3. Seiso, Jaga agar mesin tetap bersih dan siap dioperasikan. Menciptakan tempat kerja yang bersih dan lingkungan kerja yang bersih. Pembersihan harus dilihat sebagai bentuk pemeriksaan, bukan sekadar pembersihan. Pembersihan adalah proses yang dianggap penting oleh setiap mesin atau alat karena memiliki persyaratan dan fungsi masing-masing dan berusaha untuk menanganinya dengan benar.
4. Seiketsu, memperluas konsep kebersihan pribadi dan terus mempraktekkan tiga langkah sebelumnya. Selalu berusaha untuk menjaga situasi saat ini dengan baik melalui standar. Seiketsu dimaksudkan agar setiap individu dapat terus menerus menerapkan tiga prinsip sebelumnya. Menerapkan langkah pembiasaan ini memastikan bahwa lingkungan selalu tetap sama.
5. Shitsuke, bangun kedisiplinan diri dan biasakan menerapkan 5S melalui norma dan standarisasi kerja. Penekanannya adalah menciptakan tempat kerja dengan kebiasaan dan perilaku yang baik. Ajari setiap orang apa yang harus dilakukan dan perintahkan setiap

orang untuk melakukannya, maka kebiasaan buruk akan dibuang dan kebiasaan baik akan terbentuk.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 OBJEK PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Perusahaan Pupuk Adibio10 yang berlokasi di Desa Ringin Pitu RT.04/RW0.4 Ketitang, Kalioso, Boyolali. Adibio10 menjalankan produksi di bawah CV. GALIH JATI. CV. GALIH JATI adalah perusahaan yang berdiri sejak tahun 2006, perusahaan ini hanya fokus pada bisnis kayu, namun sejak tahun 2009 mereka memiliki anak perusahaan bernama Adibio10, Adibio10 bergerak di bidang pertanian yang menghasilkan produk-produk organik yang kaya plus minus mikro organisme yang dapat disatukan sehingga dapat membantu proses dekomposisi di dalam tanah. Mengandung unsur hara makro dan mikro terutama fosfor yang hampir semuanya larut dalam air, netral, tidak higroskopis, mudah bercampur dengan urea, Za dan pupuk lainnya.

Produk Adibio merupakan pupuk organik untuk berbagai jenis Padi, Palawija, Sayur-sayuran, tanaman tahunan yang ramah lingkungan. Untuk memberikan masukan khususnya pada industri pupuk di Adibio10, bagaimana implementasi, kendala dan evaluasi yang harus dilakukan dalam rangka meningkatkan level maturitas menuju green manufacturing.

3.2 Metode pengumpulan data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa:

1. Observasi : Observasi dilakukan untuk melihat permasalahan yang ada pada perusahaan dan sejauh mana penanganan yang telah dilakukan oleh perusahaan. Hasil: Waktu siklus, Produk Selesai dan Peta Status Saat Ini.
2. Dokumentasi: Penelitian mengumpulkan data yang berasal dari jurnal, mentabulasi data kuesioner dan juga mencatat teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Hasil: Studi Deduktif.

3. Wawancara: Metode pengumpulan data dengan menanyakan langsung kepada pihak manajemen yang berwenang untuk memberikan data terkait dalam penelitian ini. Wawancara tidak bersifat wajib, karena hanya merupakan data tambahan yang belum dicantumkan dalam kuesioner. Hasil : Proses Produksi, Jadwal Produksi dan Daftar Persediaan.
4. Kuesioner: Metode pengumpulan data dilakukan dengan membagikan daftar pertanyaan yang bersifat tertutup kepada responden sehingga responden hanya memilih jawaban yang disediakan. Hasil: Tingkat Kematangan.

3.3 Data Proses

Dalam penelitian ini, tujuan yang ingin dicapai adalah tercapainya standar Green Manufacturing dengan menggunakan konsep level Maturitas dari hasil analisa dan perhitungan lean manufacturing dan 5S sehingga dapat memunculkan saran perbaikan bagi perusahaan untuk meningkatkan perusahaan standar untuk mencapai titik manufaktur Hijau. Beberapa tahapan pengukuran yang harus dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut,

1.3.1 Lean Manufacturing

Untuk mencapai titik green manufacturing perlu dilakukan Lean Manufacturing Implementation yang dilakukan secara terus menerus untuk menciptakan perbaikan proses dan inovasi di perusahaan, sehingga perusahaan melakukan apa yang disebut continuous improvement untuk mencapai operational excellence dan hubungan terhadap customer dengan menekan 7 pemborosan di bawah ini:

1. *Waste of Overproduction*

   Pemborosan yang terjadi karena kelebihan produksi berupa Barang Jadi dan Barang Setengah Jadi tetapi tidak ada pesanan dari Pelanggan.

2. *Waste of Inventory*

Pemborosan yang terjadi karena persediaan merupakan salah satu akibat dari pemborosan produksi yang berlebihan, pemborosan persediaan dapat menjadi indikasi terjadinya kelebihan produksi, serta menurunnya penjualan perusahaan.

3. *Waste of Defects*

   Pemborosan atau pemborosan yang terjadi karena kualitas yang buruk atau kerusakan (cacat) sehingga diperlukan perbaikan.

4. *Waste of Transportation*

   Pemborosan yang terjadi karena tata letak produksi yang buruk, organisasi tempat kerja yang buruk yang mengharuskan pemindahan barang dari satu tempat ke tempat lain.

5. *Waste of Motion*

   Pemborosan yang terjadi karena pergerakan pekerja dan mesin yang tidak perlu dan tidak memberikan nilai tambah pada produk.

6. *Waste of Waiting*

   Ketika seorang atau Mesin tidak bekerja, keadaan disebut menunggu. Menunggu bisa karena proses yang tidak seimbang atau material yang tidak siap sehingga ada pekerja dan mesin yang harus menunggu untuk melakukan pekerjaannya.

7. *Waste of Overprocessing*

   Tidak setiap proses dapat memberikan nilai tambah bagi produk yang dihasilkan dan pelanggan. Proses yang tidak memberikan nilai tambah ini merupakan proses yang mubazir atau mubazir

Untuk menekan 7 pemborosan di atas maka peneliti menerapkan metode value stream mapping untuk mempermudah proses perbaikan pada perusahaan Adibio10.

1.3.2 Value Stream Mapping

Penerapan value stream mapping sangat penting dalam penelitian ini. Pemetaan awal adalah pembentukan pemetaan aliran nilai keadaan saat ini

untuk membuat aliran material dan informasi menjadi transparan dalam proses produksi Adibio10. *Current State Map* akan memudahkan setiap orang yang terlibat dalam VSM untuk memahami kondisi proses dari awal hingga akhir, sehingga dapat dengan mudah mengetahui apakah proses kerja saat ini sudah optimal dan di mana ada pemborosan dan inefisiensi. Peta Keadaan Saat Ini menunjukkan 3 aliran yang saling terkait, yaitu: aliran proses, aliran material, dan aliran informasi.

1.3.3 5S

Melalui penerapan konsep 5S memberikan banyak manfaat bagi perusahaan untuk membangun fondasi yang kuat dalam menciptakan budaya kerja yang produktif, efisien, etos kerja yang tinggi dan disiplin sehingga dapat mencapai titik Green manufacturing. Program 5S juga memberikan dasar bagi perubahan sikap, perilaku atau pola pikir manajemen dan pekerja menuju peningkatan produktivitas dengan prinsip "*KAIZEN*" yaitu perbaikan bertahap namun berkelanjutan. 5S adalah singkatan dari Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu dan Shitsuke Merupakan urutan dan teknik penataan tempat kerja dan lingkungan kerja 5S dapat diartikan sebagai *Sorting, Systematic, Shining, Standardizing*, dan *Sustaining* yang artinya dengan menetapkan titik-titik diatas perusahaan dapat mampu bangkit dan mencapai tujuannya untuk sampai ke titik *Green manufacturing.*

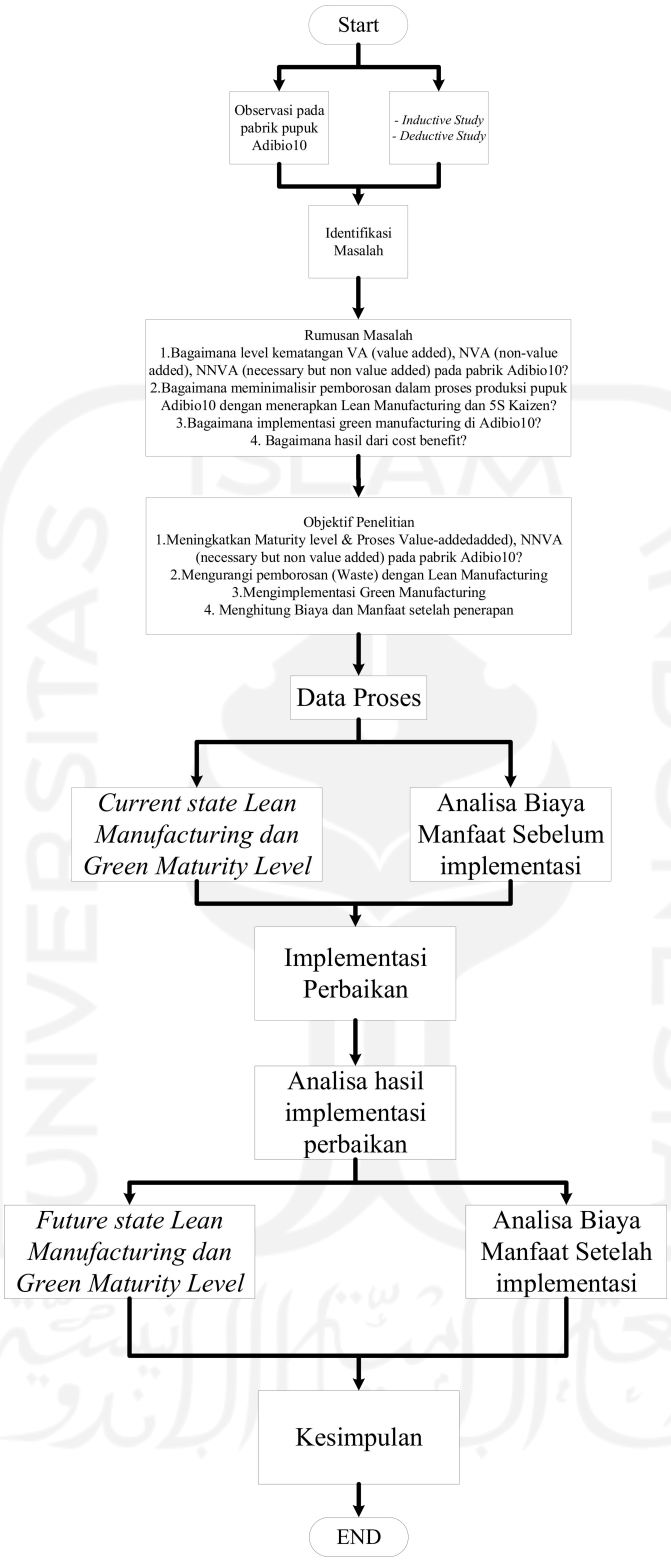
1.3.4 COST BENEFIT ANALYSIS

Analisis biaya manfaat (*Cost Benefit Analysis*/CBA) adalah proses perhitungan dan pembandingan antara perkiraan biaya dengan manfaat/peluang yang menjadi acuan penting dalam pengambilan keputusan (Dupuit Julies, 1848). Tujuan dari analisis ini adalah untuk menentukan apakah suatu proyek, program, atau kebijakan layak dilaksanakan berdasarkan perbandingan antara biaya dan manfaat yang dihasilkan (Ali Tafriji Biswan, 2021) . Dalam analisis biaya manfaat, sumber daya yang digunakan dianggap sebagai biaya, sedangkan hasil

yang diperoleh dianggap sebagai manfaat (Winsky, 2021). Analisis ini dapat membantu pengambil keputusan untuk memilih opsi terbaik dengan mempertimbangkan risiko dan dampaknya pada lingkungan sosial, ekonomi, dan lingkungan (Satrio, 2021).

3.4 Alur Penelitian

Gambaran penelitian akan lebih mudah jika ditampilkan dalam bentuk flowchart. Penelitian dimulai dari studi pendahuluan, identifikasi masalah, penentuan tujuan penelitian, batasan masalah, studi pustaka, pengumpulan data, perhitungan data, hasil dan pembahasan, konsultasi dan rekomendasi. Tahapan penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitan

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pendekatan *lean manufacturing* dan *green manufacturing* dilakukan pada tahap pengumpulan dan pengolahan data. Setiap tahapan membutuhkan kondisi perusahaan secara real-time berupa gambaran keadaan perusahaan yang sekarang, kemudian memetakan gambaran proses perusahaan, mengidentifikasi pemborosan, menghitung tingkat *maturity level* dari pendekatan *green manufacturing* berdasarkan parameter *Green standart* dari UI.

Pengumpulan Data

1.2.1 Profil Perusahaan

CV. GALIH JATI adalah perusahaan yang didirikan pada tahun 2006 dan memiliki anak perusahaan bernama Adibio10. Adibio10 bergerak di bidang pertanian yang menghasilkan produk organik yang kaya akan mikroorganisme positif dan negative yang dapat disatukan sehingga dapat membantu proses dekomposisi di dalam tanah. Mengandung unsur hara makro dan mikro terutama fosfor yang hampir semuanya larut dalam air, bersifat netral, tidak higroskopis, mudah bercampur dengan urea, ZA dan pupuk lainnya. Produk Adibio10 merupakan pupuk organik untuk berbagai jenis Padi, Palawija, Sayuran, tanaman tahunan yang ramah lingkungan.

VISI

- Menjadi perusahaan yang maju dan berkembang dalam produksi pupuk organik yang lebih baik, ramah lingkungan, dan memberikan nilai kepuasan terbaik bagi pelanggan dan mitra melalui layanan dan produk berkualitas.

MISI

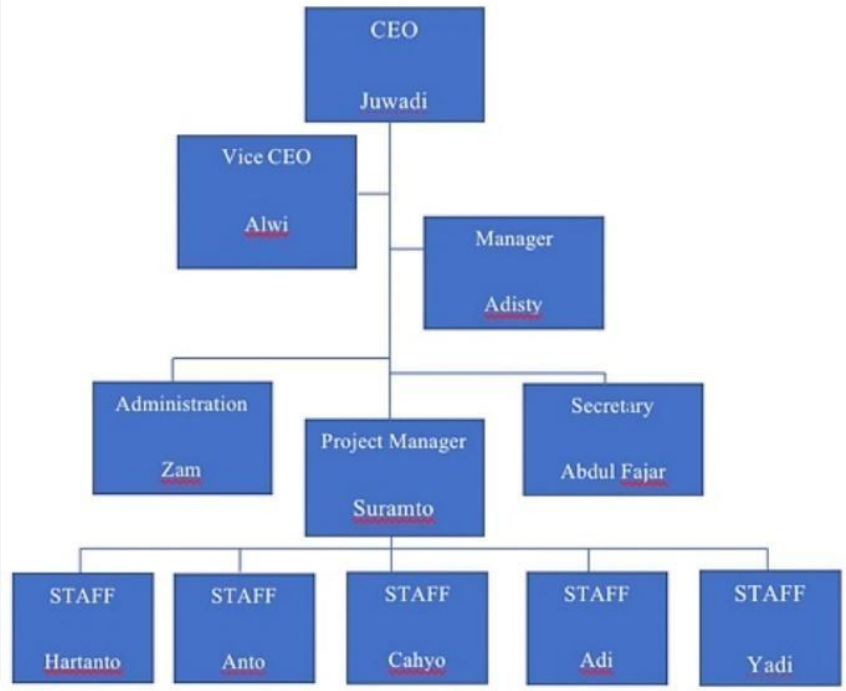
- Membuka peluang dan bisnis yang produktif dalam membantu perekonomian Indonesia.

- Meningkatkan hasil yang optimal, menjaga kepercayaan pelanggan, dan memuaskan pelanggan dalam hal layanan, kualitas, dan kuantitas barang yang dibutuhkan.

KETERANGAN LEGALITAS ENTITAS USAHA

- Surat Izin Usaha Industri (SIUI) Nomor : 202002-2809-1508-6682-997
- Nomor Induk Berusaha (NIB) :0220004202885
- Nomor Pokok Wajib Pajak (NPWP): 02.765.513.3-527.000

STRUKTUR ORGANISASI



Gambar 4.1. Struktur Organisasi ADIBIO10

Proses Produksi

Proses produksi dilakukan dalam 4 tahapan, dimulai dari *Granul*asi, Pengeringan, Penyaringan dan diakhiri dengan Pengemasan. Penjelasan proses tersebut adalah sebagai berikut:

1. Proses *Granulasi*

   Proses *granul*asi atau pembuatan pupuk organik menjadi *granul* adalah inti dari proses manufaktur POG (Pupuk Organik *Granul*) dengan memasukkan serbuk

dolomit, fosfat, dan pupuk yang telah diukur ke dalam mesin *granul*ator (proses pencampuran), kemudian disemprot dengan bioto untuk membentuk *granul* dengan diameter rata-rata 3mm dan tingkat kelembaban sesuai standar pabrik.

2. Pengeringan

   Proses pengeringan dilakukan dengan mengeringkan di bawah sinar matahari selama 3 jam/ hingga kering.

3. Penyaringan

   Proses penyaringan dilakukan dengan memasukkannya ke dalam mesin penyaring untuk mendapatkan ukuran sesuai standar pabrik, *granul* yang terlalu besar akan dikembalikan menjadi serbuk dan kemudian dicampur kembali ke *granul* yang terlalu kecil agar dapat diulang dalam proses pencampuran dan tidak ada bahan baku yang terbuang.

4. Pengemasan

   Proses ini dilakukan dengan menggunakan karung yang telah ditentukan dan merupakan proses umum, pengemasan dilakukan ke dalam karung berukuran 50kg dan siap untuk dipasarkan.

Peta kerja adalah alat yang baik sebagai jembatan untuk mencapai keadaan terbaik. Informasi yang dibutuhkan untuk menganalisis komponen pembentukan produk yang lengkap dapat diperoleh melalui diagram alir proses (Sutalaksana, I. Z., et al, 2006).

Berdasarkan hasil identifikasi proses, terdapat 4 kegiatan dalam pengolahan pupuk organik mulai dari persiapan bahan hingga penyimpanan. Kegiatan ini menggunakan bahan seperti pupuk kandang, air, dolomit, fosfat, bio, dan bahan kemasan.

ADIBIO10 penggunaan air pada periode April-Juni dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1. Tabel penggunaan air Adibio10

Periode	Penggunaan Air (Ltr)	Produksi (Kg)
April minggu ke-3	2.197	10.985
	2.104,6	10.523
April minggu ke-4	2.197	10.985
Mei minggu ke-1	2.005	10.025
Mei minggu ke-2	2.170,4	10.852
Mei minggu ke-3	2.150	10.750
Mei minggu ke-4	2.077	10.385
Juni minggu ke-1		

Berdasarkan Tabel 4.1, total konsumsi air Adibio10 sampai Juni 2021 adalah sebesar 14.901 L. Penggunaan energi Adibio10 ditampilkan pada Tabel 4.2

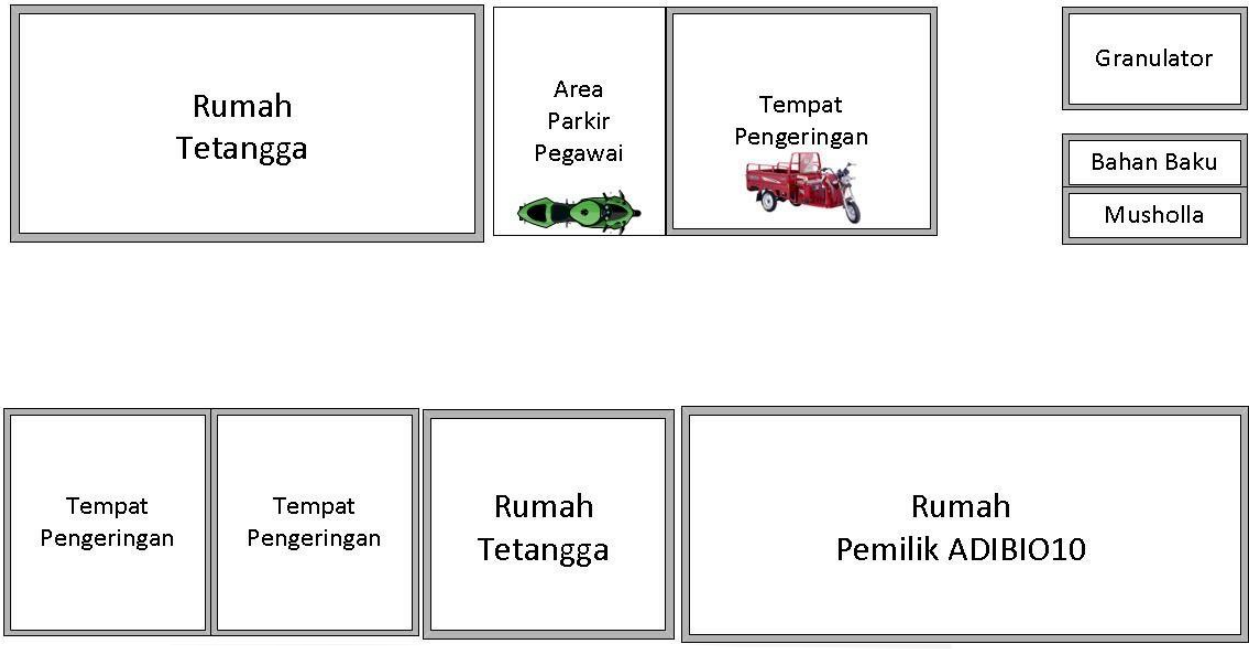
Tabel 4.2. Tabel penggunaan energi Adibio10

Periode	Penggunaan (Kwh)	Produksi (Kg)
April minggu ke-3	104,17	10.985
April minggu ke-4	103,93	10.523
Mei minggu ke-1	104,19	10.985
Mei minggu ke-2	103.76	10.025
Mei minggu ke-3	104,13	10.852
Mei minggu ke-4	104,07	10.750
Juni minggu ke-1	103,84	10.385

Berdasarkan Tabel 4.2, total konsumsi energi Adibio10 sampai Juni 2021 adalah sebesar 728,09 kWh. Penggunaan air dan listrik ditunjukkan sebagai bukti bahwa hal tersebut tidak dikategorikan sebagai limbah, karena penggunaannya yang terlalu rendah.

Tata Letak Produksi

Tata Letak Produksi Adibio 10 terletak di Dk Ringin Pitu Rt.004 Rw.004 Ketitang, Nogosari, Boyolali. Gambaran dari tata letak produksi dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini:



Gambar 4.2. Tata Letak Produksi

Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dengan memperhatikan aspek manufaktur hijau dan menggunakan metode manufaktur lean. Aspek manufaktur hijau meliputi:

Spesifikasi masukan material dan energi.

a. *Input* air berasal dari sumur bor.

b. *Input* energi berasal dari PLN dan generator.

Aspek produk. Indikator produk hijau adalah produk yang terbuat dari bahan-bahan non-toksik yang berdampak pada tanah, air, dan selalu berorientasi pada lingkungan. Produk Adibio10 berasal dari bahan-bahan yang tidak berbahaya bagi tanah, air, dan lingkungan.

Aspek keselamatan dan kesehatan kerja. Adibio10 memiliki misi agar kegiatan perusahaan tidak menyebabkan kerusakan lingkungan dan mencapai "Nol Kecelakaan Kerja" serta tidak menimbulkan masalah sosial. Berdasarkan observasi visual, Adibio10 belum membuat rute evakuasi dan tempat berkumpul untuk keselamatan pekerja dalam kejadian force major/darurat, dan belum menyediakan APAR, peralatan pelindung diri yang lengkap untuk pekerja, serta membuat aturan dan regulasi terkait keselamatan dan kesehatan kerja.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai manufaktur hijau adalah:

1. Tahap persiapan.

    a. Pemetaan aktivitas manufaktur.

    Peta aktivitas manufaktur.

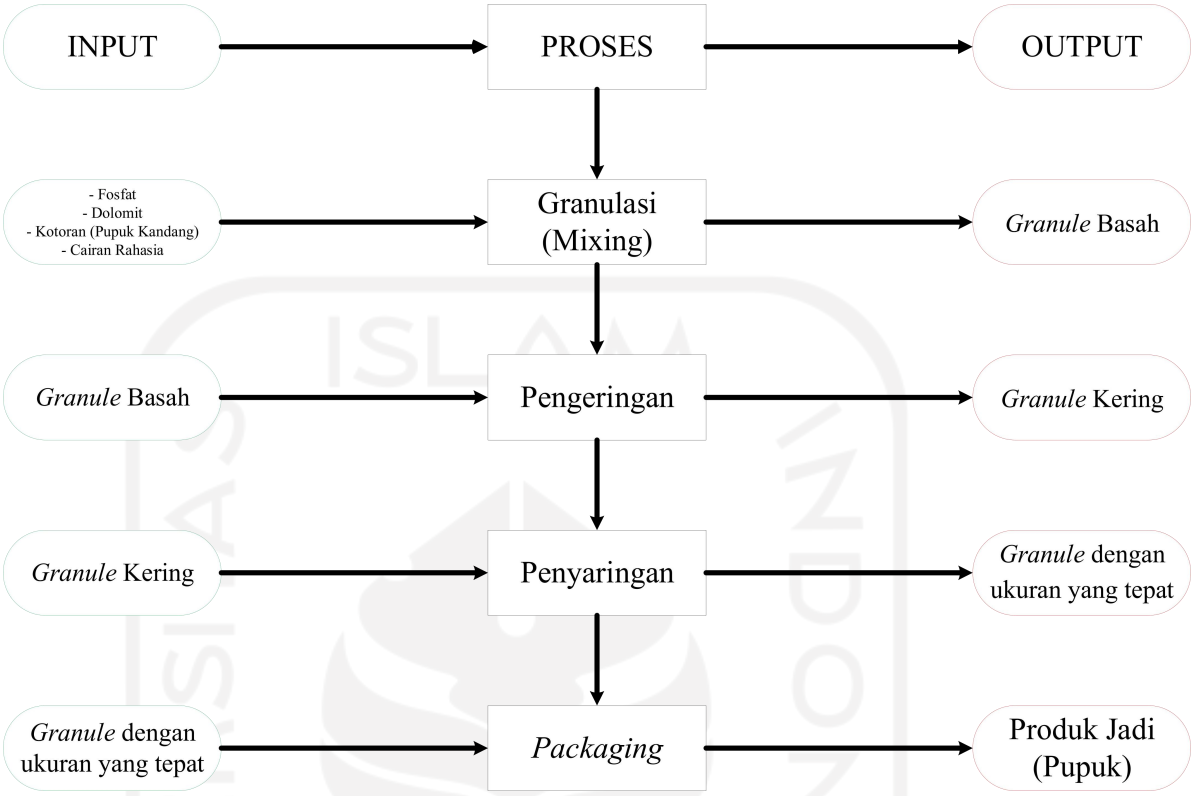
    b. Pemilihan indikator untuk perbaikan berkelanjutan pada manufaktur dan kualitas lingkungan. Indikator yang dipilih adalah: Intensitas atau jumlah penggunaan air dan Intensitas atau jumlah penggunaan energi.

2. Tahap pengukuran.

    a. Pengukuran masukan proses produksi dapat dilihat pada Gambar 4.2 Data masukan energi menggunakan hasil pencarian data perusahaan.

    b. Penilaian efisiensi penggunaan fasilitas operasional dan utilitas manufaktur.

c. Evaluasi produk yang dihasilkan.



Gambar 4.3. Proses produksi

3. Tahap perbaikan.

a. Memenuhi tren pekerja dan manufaktur.

b. Membuat rencana tindakan. Rencana tindakan dilakukan dengan menggunakan metode manufaktur lean.

1. Penurunan Limbah

Tahap ini terdiri dari 2 kegiatan, yaitu identifikasi proses dan pembuatan diagram alur, VSM, diagram tulang ikan, serta kriteria industri hijau.

2. Identifikasi Proses

Tahap aliran proses produksi dibagi menjadi 4 proses, yaitu:

1. Proses *Granul*asi

   Proses pembuatan pupuk organik *granul* (POG) dengan *granul*asi atau pembentukan *granul* adalah inti dari proses manufaktur. Proses ini dilakukan dengan memasukkan bubuk dolomit, fosfat, dan pupuk yang telah diukur ke dalam mesin *granul*ator (proses pencampuran), kemudian disemprot dengan bioto untuk membentuk *granul* dengan diameter rata-rata 3mm dan tingkat kelembaban sesuai standar pabrik.

2. Pengeringan

   Proses pengeringan dilakukan dengan mengeringkan di bawah sinar matahari selama 3 jam / hingga kering.

3. Penyaringan

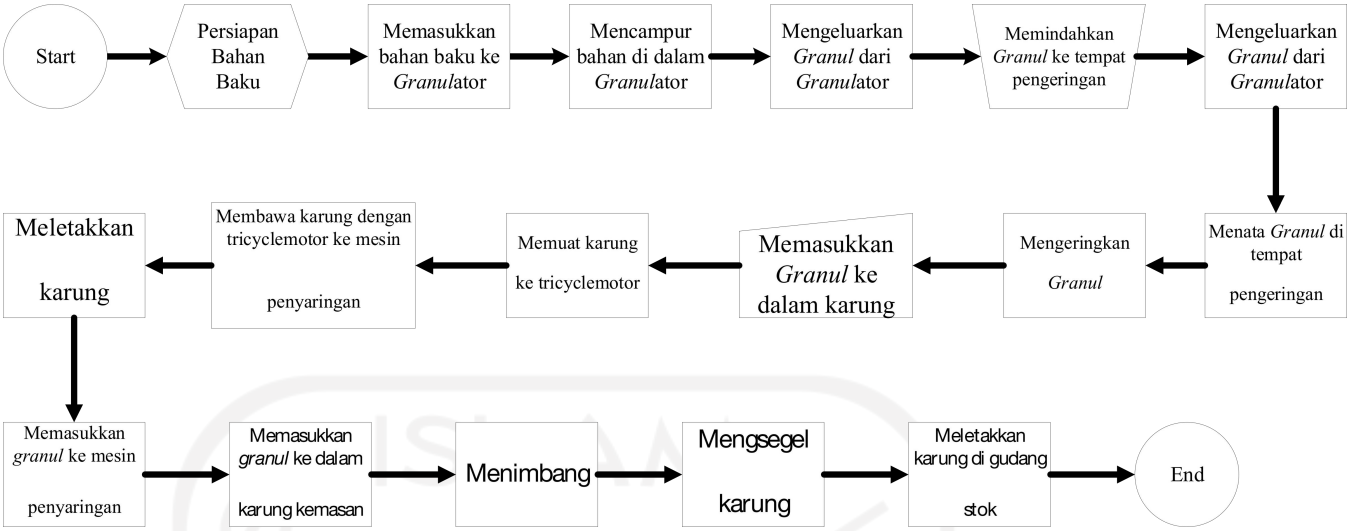
   Proses penyaringan dilakukan dengan memasukkan pupuk ke dalam mesin penyaring agar mendapatkan ukuran sesuai standar pabrik. *Granul* yang terlalu besar akan dihancurkan kembali menjadi bubuk dan kemudian dicampur ke dalam *granul* yang terlalu kecil sehingga bisa diulang dalam proses pencampuran dan tidak ada bahan baku yang terbuang.

4. Pengemasan

   Proses ini dilakukan dengan menggunakan karung yang telah ditentukan dan merupakan proses umum, pengemasan dilakukan ke dalam karung 50kg dan siap dipasarkan.

3. Pemetaan Diagram Alur

Diagram alur proses adalah diagram yang berisi informasi yang relatif lengkap mengenai proses di pabrik, tetapi diagram tersebut tidak menunjukkan gambaran arah aliran selama bekerja. Diagram alur adalah gambar sesuai skala aktivitas, yang berarti pergerakan material atau orang dari satu tempat ke tempat lain, yang direpresentasikan oleh garis dalam diagram. Diagram alur berfungsi untuk melengkapi diagram alur proses. (Sutalaksana, I. Z., et al, 2006). Kegiatan yang digambarkan pada diagram alur sesuai dengan kegiatan yang terjadi pada diagram alur proses. Kegiatan proses dan penggunaan bahan dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 4.Diagram Alur Proses dan Material

4. Value Stream Mapping

Produksi Adibio10 di lantai produksi dapat dijelaskan dengan *value stream mapping* pada Gambar 4.7. Dari gambar *value stream mapping* di bawah, dapat diidentifikasi bahwa ada pemborosan yang disebabkan oleh transportasi dan pergerakan ke dan dari proses karena operator sering kali bergerak secara berulang-ulang untuk mengambil alat yang dibutuhkan di tempat yang berbeda bahkan di luar lantai produksi, pergerakan yang disebabkan oleh aktivitas atau gerakan operator yang tidak perlu dilakukan selama operasi. Pemborosan juga disebabkan oleh menunggu karena proses pengeringan secara alami menggunakan sinar matahari. Pemborosan tersebut seharusnya tidak terjadi jika perusahaan ingin memiliki proses produksi yang efisien. Untuk menjelaskan pemborosan yang terjadi pada setiap aktivitas, digunakan *Process Activity Mapping* (PAM) seperti yang tertera pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. *Process Activity Mapping*

Proses	Aktivitas	Alat	Jarak (meter)	Waktu (menit)	Kategori Aktivitas	Kategori Value

Proses Penyampuran	Persiapan Bahan Baku	Manual	0	15	O	VA
	Memasukkan bahan baku ke *Granul*ator	Sekop Kecil	2	20	O	NVA
	Mencampur bahan di dalam *Granul*ator	Mesin Granulator	0	30	I	VA
	Mengeluarkan *Granul* dari *Granul*ator	Sekop Kecil	2	20	O	NNVA
Proses Pengeringan	Memindahkan *Granul* ke tempat pengeringan	Troli	10	15	T	NNVA
	Menata *Granul* di tempat pengeringan	Tongkat	0	20	O	VA
	Mengeringkan *Granul*	Matahari	0	2	O	NNVA
Proses Penyaringan	Memasukkan *Granul* ke dalam karung	Sendok Kecil	300	10	T	NNVA
	Memuat karung ke tricyclemotor	Manual	0	10	O	NNVA
	Membawa karung dengan tricyclemotor ke mesin penyaringan	Tricycle motor	0	5	O	VA
	Meletakkan karung	Manual	0	180	O	VA
	Memasukkan *granul* ke mesin penyaringan	Mesin Penyaringan	0	15	D	NNVA
Proses Pengemasan	Memasukkan *granul* ke dalam karung kemasan	Ember	0	5	O	VA

	Menimbang	Timbangan	0	5	I	VA
	Mengsegel karung	Alat jahit portabel	0	10	O	VA
	Meletakkan karung di gudang stok	Manual	0	5	O	VA

Deskripsi:

O = Operation (Operasi) , T = Transportation (Transportasi), I = Inspection (Inspeksi), S = Storage (Penyimpanan), D = Delay (Waktu tunggu)

VA = Value Added (Bernilai tambah)

NNVA = Necessary but Non Value Added (Diperlukan tetapi Tidak Bernilai Tambah)

NVA = Non Value Added (Tidak bernilai tambah)

Berdasarkan *Process Activity Mapping*, hasil perhitungan waktu dan prosentase masing-masing kegiatan dijelaskan pada Tabel

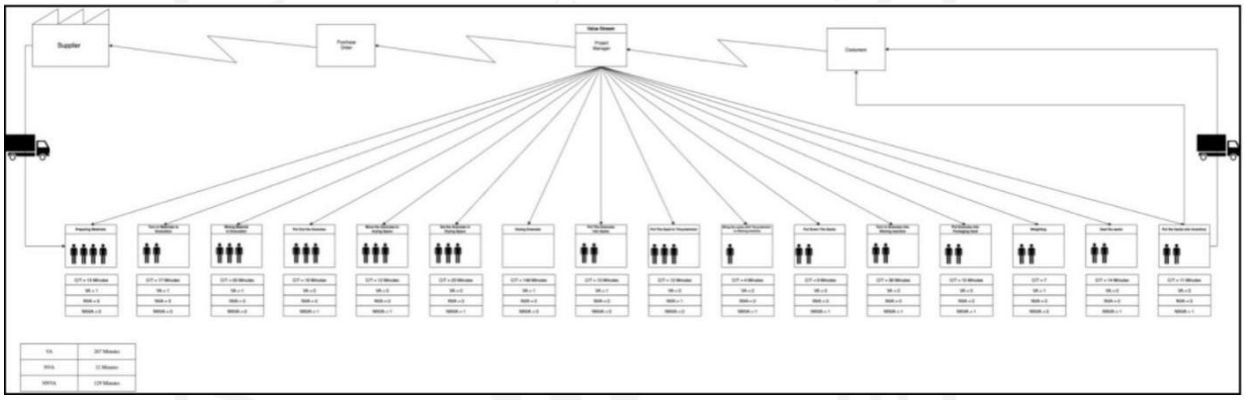
Tabel 4.4. Perhitungan Waktu dan Persentase Setiap Kegiatan

Aktivitas	Jumlah	Total waktu (menit)	Persentase (%)
Operation (O)	6	293	71,814
Transportation (T)	3	28	6,863
Inspection (I)	1	7	1,716
Storage (S)	3	39	9,558
Delay (D)	3	41	10,049
VA	7	267	65,441
NVA	1	12	2,941
NNVA	8	129	31,618
Cycle Time 457			

Value added ratio =

= = 65,441 %

Current State Map dibuat untuk menunjukkan aliran produksi saat ini, yang digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi dan melakukan perbaikan pada perusahaan. Alur produksi saat ini dapat dilihat pada Gambar



Gambar 4. 4 *Value Stream Mapping Current State*

Dari gambar current state map di atas terlihat bahwa total waktu yang ditambahkan pada proses produksi adalah 267 menit, total waktu untuk non-value added adalah 12 menit dan total waktu untuk Needed but non-value added adalah 129 menit. Pada proses produksi, aktivitas operasi mencapai 293 menit dengan persentase 71.814 persen. Total waktu pengangkutan adalah 28 menit dengan persentase 6,863%, total waktu penyimpanan 39 menit dengan persentase 9,558%, dan total waktu tunda 41 menit dengan persentase 10,049%, sehingga diperlukan upaya meminimalisasi pemborosan untuk meningkatkan produktifitas.

5. Environmental Value Stream Mapping

Metode Environmental Value Stream Mapping dilakukan untuk mengevaluasi aspek lingkungan suatu perusahaan dengan menggunakan beberapa parameter yaitu

Listrik, Air, Material, Sampah, Transportasi, Emisi, Keanekaragaman Hayati. Tabel di bawah ini menunjukkan identifikasi limbah pada setiap tahapan kegiatan.

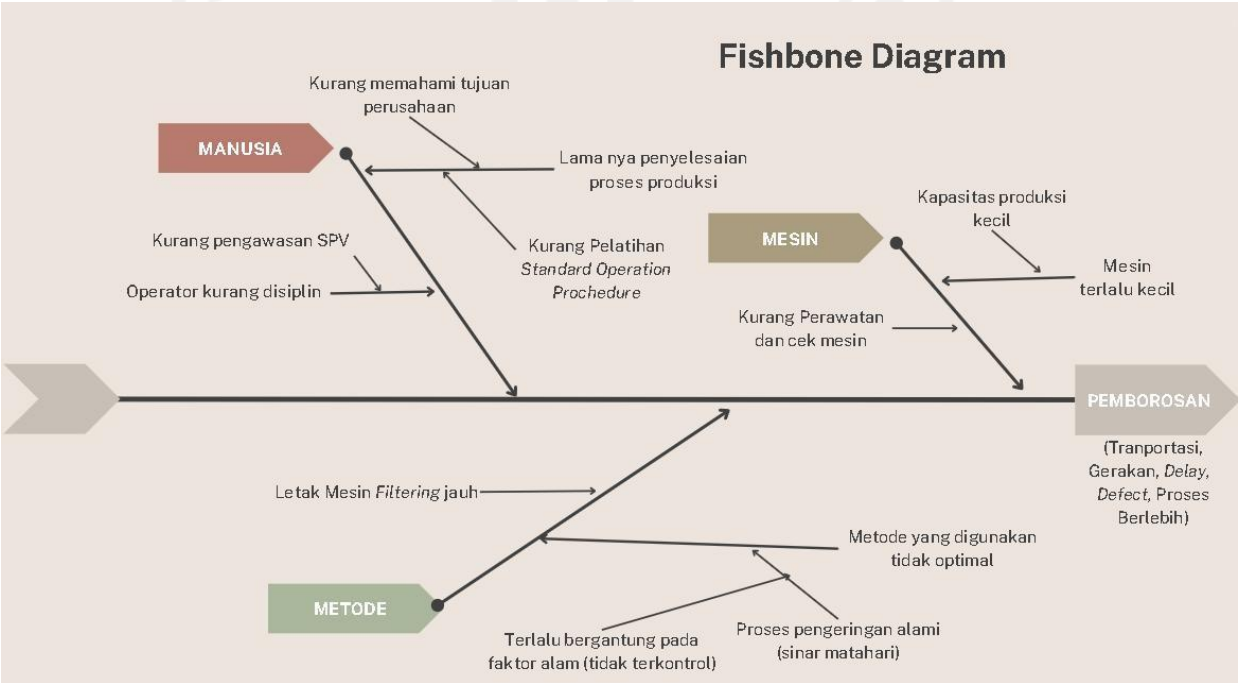
Tabel 4.5. Daftar limbah pada setiap aktivitas produksi

Aktivitas	Listrik	Air	Bahan	Sampah	Transportasi	Emisi	Keanekaragaman Hayati
Memasukkan bahan mentah ke *granul*ator.							
Mencampur bahan di *granul*ator.	X	X					
Mengeluarkan *Granule* dari *granul*ator.							
Memindahkan *Granule* ke tempat pengeringan.					X		
Menata *Granule* di tempat pengeringan.							
Mengeringkan *Granule*.						X	
Memasukkan *Granule* ke dalam karung.							
Memuat karung ke dalam tricyclemotor.							
Mengantar karung dengan tricyclemotor					X	X	

ke tujuan.							
Meletakkan karung di tempat yang ditentukan.							
Memasukkan *Granule* ke dalam filter.	X					X	
Memasukkan *Granule* ke dalam karung kemasan.							
Menimbang *Granule*.							
Mengepakan karung dan menutupnya.							

Target yang diharapkan untuk mengurangi limbah lingkungan di Adibio10 adalah polusi udara yang mengganggu lingkungan sekitar. Polusi udara disebabkan oleh proses pengeringan pupuk secara alami di halaman terbuka dan proses penyaringan.

Diagram *Fishbone*



Gambar 4.5. *Fishbone Diagram*

Diagram Sebab-Akibat (*Cause and Effect Diagram*) disebut juga diagram *Fishbone* karena bentuknya yang menyerupai tulang ikan. Dalam Diagram Tulang Ikan terdapat hubungan sebab-akibat yang menunjukkan masalah yang dihadapi dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Diagram Tulang Ikan dapat dilihat pada

Faktor Manusia

a. Kurangnya pengawasan sehingga menjadi kurangnya disiplin operator
b. Kurangnya pemahaman prioritas perusahaan dan kurangnya pelatihan program *Standard Operating Procedures* sehingga menjadi panjangnya proses produksi dapat diselesaikan

Faktor Metode

a. Metode yang digunakan tidak optimal karena proses pengeringan alami pupuk dan bergantung pada faktor alami yang tidak bisa di kontrol
b. Letak mesin penyaring jauh

Faktor Mesin

a. Mesin terlalu kecil sehingga menjadi kapasitas produksi kecil

b. Kurangnya perawatan dan pengecekan mesin

6. Lean and Green Maturity Levels

Pada kuisioner *Maturity Level* disertai wawancara dengan manajemen terkait aktivitas produksi dan dilakukan penilaian *Maturity level* pada *lean and green manufacturing* di ADIBIO10. Dalam kuesioner tersebut, terdapat 16 pertanyaan yang diajukan kepada 4 responden. Dari pertanyaan-pertanyaan ini, rata-rata diambil untuk menentukan tingkat kematangan aktivitas terkait pembuangan dan manufaktur hijau dalam proses produksi pupuk organik Adibio10.

Untuk jawabannya, berikut pilihan yang disediakan:

1. *CHAOS*: Perusahaan tidak menyadari pemborosan dan tidak dapat mempertahankan sistem Lean dan Green.
2. *STABILIZATION*: Praktik Lean dan Green yang terisolasi sedang diterapkan. Ada kesadaran akan pemborosan, dan indikator dasar yang digunakan.
3. *STANDARDIZATION*: Sistem Lean dan Green dapat hidup berdampingan meskipun tidak terintegrasi, Ada tujuan yang tidak terukur, dan indikator khusus diterapkan.
4. *OPTIMIZATION*: Tingkat statistik, Ada integrasi Lean dan Green dengan tujuan peningkatan terukur yang selaras dengan tujuan bisnis.
5. *INNOVATION*: Sinergi Lean dan Green dicapai dengan semua tujuan terukur. Tindakan dapat diantisipasi untuk mempromosikan perbaikan.

Secara keseluruhan, berikut adalah hasil rekapitulasi kuesioner:

Tabel 4. 6. Rekapitulasi hasil kuesioner *Maturity Level*

Activity	**Maturity Level**						**Total**	**Maturity Level**
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**		
1		1	1	1	1		10	2.5
2		1	2	1			8	2
3			2	2			10	2.5
4		2	1	1			7	1.75
5		1	1	2			9	2.25
6		4					4	1
7			2	2			11	2.5
8	1		3				3	0.75
9		2	1	1			7	1.75
10		2		2			8	2
11		2	1	1			7	1.75
12			2	2			10	2.5
13		3	1				5	1.25
14		1	1	2			9	2.25
15				2	1	1	15	3.75
16				1	2	1	16	4
Average								**2.14**

Analisa Biaya-Manfaat

Analisis Biaya-Manfaat (CBA) adalah proses menggunakan teori, data, dan model untuk menguji produk, pengorbanan, dan kegiatan untuk menilai tujuan yang relevan dan solusi alternatif (Womer,Bougnol, Dula, & Retzlaff-Roberts, 2006 dalam Misuraca, 2014).Setelah melakukan penerapan dan peningkatan di Adibio10 dengan pendekatan *Lean and Green Manufacturing*, hasil dari manfaat peningkatan akan dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk penerapan dari peningkatan tersebut. Hal ini akan dihitung dengan metode Analisa biaya-manfaat, berikut adalah Tabel penghitungan Analisa biaya-manfaat sebelum peningkatan,

Tabel 4. 7. Tabel Analisa Biaya-Manfaat Sebelum Perbaikan

Deskripsi	April	Mei	Juni
Rata-Rata Volume Produksi / bulan	40 ton	40 ton	40 ton
Rata-Rata Volume Permintaan / bulan	160 ton	160 ton	160 ton
Biaya bahan baku / bulan	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp20.000.000
Biaya Manusia/bulan	Rp16.500.000	Rp16.500.000	Rp16.500.000
Rata-Rata Biaya Air / bulan	Rp200.000	Rp200.000	Rp200.000
Rata-Rata Biaya Listrik / bulan	Rp168.000	Rp168.000	Rp168.000
Biaya Bahan bakar/bulan	Rp300.000	Rp300.000	Rp300.000
Biaya perawatan mesin/bulan	Rp1.000.000	Rp1.000.000	Rp1.000.000
Kategori Biaya Tetap (Depresiasi 3 bulan)			
Mesin Rotary dryer	-	-	-
Memperbesar ukuran Sekop	-	-	-
Motor Bak Roda tiga	Rp5.000.000	Rp5.000.000	Rp5.000.000
Upgrade mesin granulasi	-	-	-
Conveyor	-	-	-
Kategori Manfaat			
Peningkatan produksi/bulan	-	-	-

Penjualan / bulan	Rp58.000.000	Rp58.000.000	Rp58.000.000
Pengurangan biaya / bulan	-	-	-

Cost-Benefit Ratio=

= = 0,85

Sebelum implementasi peningkatan, hasil dari ***CnB ratio < 1*** . Kemudian setelah implementasi peningkatan dihitung Kembali rasio biaya manfaatnya.

BAB V

HASIL DAN DISKUSI

Bab ini akan membahas hasil pengolahan data dari Bab IV dan juga analisis dari hasil yang telah didapatkan.

5.1 Analisis *Current State Environmental Value Stream Mapping*

Current State Environmental Value Steam Mapping memberikan gambaran mengenai waktu proses setiap aktivitas melalui *Value Steam Mapping*. Di Industri Manufaktur, ada tiga kegiatan yang dilakukan yaitu *value added (VA), necessary but non value added (NNVA), and non-value added (NVA). Non value added (NVA)* adalah aktivitas yang tidak menambah nilai produk, merupakan pemborosan aktivitas dan perlu dihilangkan. *Necessary but non-value added* merupakan kegiatan yang perlu dilakukan tetapi kemungkinan menjadi pemborosan dan tidak memberikan nilai tambah.

Berdasarkan metode VSM aliran fisik dan aliran informasi yang telah dibuat, dapat dilakukan identifikasi permasalahan yang terjadi pada proses produksi pupuk organik Adibio10. Masalah tersebut antara lain:

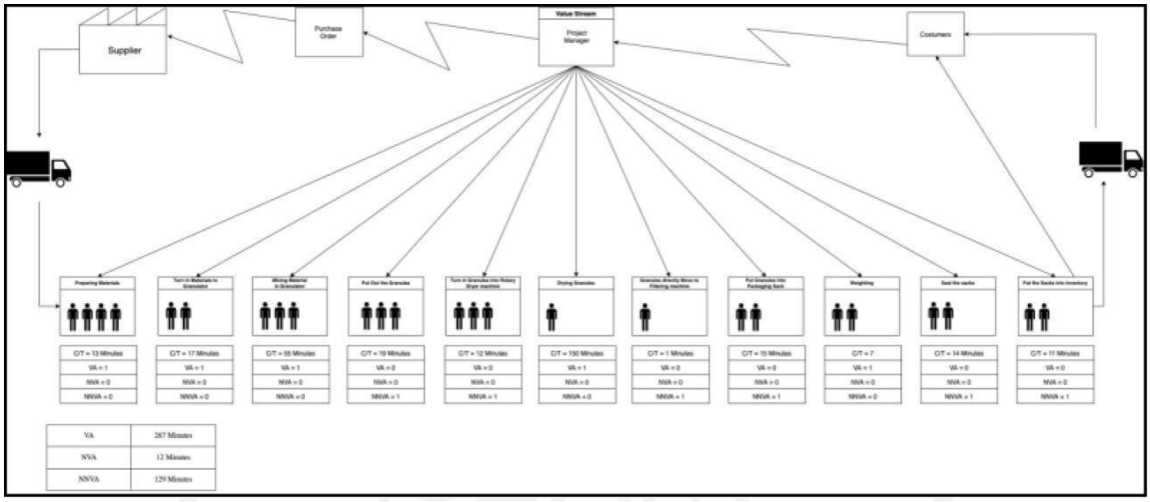
1. Mulai dari proses pencampuran yang masih menggunakan ruang lingkup kecil untuk menyerahkan bahan ke granulator dan mesin granulator yang digunakan memiliki kapasitas yang kecil sehingga proses produksi hanya dapat dilakukan dalam skala kecil..
2. Setelah itu ada proses yang tidak ada nilainya dan harus diikuti yaitu proses pengeringan. Dalam proses pengeringan, peletakan butiran di ruang jemur masih menggunakan cara manual yaitu menyusun dengan lidi pada penggaris. Sedangkan proses pengeringan butiran masih alami dengan menggunakan sinar matahari sehingga masih tergantung cuaca jika hujan maka produksi tidak dapat berjalan. Pengeringan butiran membutuhkan waktu lama yaitu 148 menit. Setelah pupuk kering, masukkan butiran yang ada di penggaris ke dalam karung dengan menggunakan gayung kecil, sehingga memakan waktu lama, mengakibatkan pemborosan menunggu.

3. Setelah itu dalam proses penyaringan terjadi pemborosan tenaga dan tenaga karena letak mesin penyaringan berjarak 150m dari tempat penjemuran, sehingga harus menggunakan motor roda tiga untuk mengangkutnya. Dari proses pencampuran butiran hingga proses penyaringan dilakukan secara manual dan tidak adanya *crane line* yang menghubungkan setiap proses sehingga terjadi pemborosan dalam hal pergerakan.
4. Langkah terakhir Proses Pengemasan adalah memasukkan butiran ke dalam karung kemasan menggunakan ember sehingga kurang efisien, dan alat untuk menyegel karung sudah terlalu tua, sehingga berpotensi gagal menjahit karung.

5.2 Analisis Penyebab Pemborosan Dengan *Fishbone Diagram*

Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4.5, ada 3 efek pemborosan, yaitu manusia, metode, dan mesin. Pada Faktor manusia dimana Kurangnya Pengawasan sehingga menjadi kurang disiplin operator dan kurangnya pemahaman terhadap prioritas perusahaan dan kurangnya program pelatihan Standar Operasional Prosedur sehingga menjadi lamanya Proses Produksi dapat diselesaikan. Limbah yang dipengaruhi oleh Faktor Metode adalah pengeringan alami pupuk sehingga menjadi tergantung pada faktor alam dan metode yang digunakan kurang optimal. memfilter posisi mesin menjauh. Dan pada Faktor Mesin dimana Mesin terlalu kecil sehingga kapasitas produksi menjadi sedikit dan kurangnya perawatan dan pengecekan mesin. Waste yang muncul adalah transportasi, gerak, dan waktu tunggu/penundaan.

Berikut adalah rekomendasi perbaikan sebagai solusi untuk meminimalisasi pemborosan yaitu *future state mapping* yang dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1. *Future State Mapping*

Perbedaan antara *Current State Mapping* dan *Future State Mapping* tercantum dibawah ini:

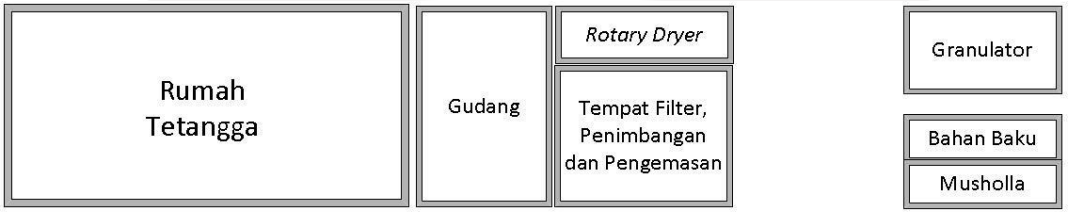
-Menghapus “Memasukkan bahan mentah ke *granul*ator.”, “Menata *Granules* di tempat pengeringan..”, “Memasukkan *Granules* ke dalam karung.”, “Memuat karung ke dalam tricyclemotor.”, “Membawa *Granules* ke mesin penyaringan.”, “Menaruh kaeung”, “Memasukkan *Granules* ke dalam mesin penyaringan”.

-Menambahkan “Memasukkan *Granules* ke dalam *Rotary Dryer*”, “*Granules* bergerak langsung menuju mesin penyaring”.

-Meningkatnya *Value added* dari 65,441% to 81,529%.

-Mengurangi *Non-Value added* dari 2,941% to 0%.

-Mengurangi *Necessary Non-Value added* dari 31,618% to 18,471%.





Gambar 5. 2 Tata Letak Produksi

5.3 Proses Aktivitas Pemetaan (*Future State*)

Dalam penggunaannya, alat ini sering digunakan oleh beberapa ahli teknik industri untuk memetakan semua kegiatan secara detail untuk mengeliminasi pemborosan, ketidakkonsistenan, dan ketidakrasionalan di area kerja sehingga dapat meningkatkan efisiensi kinerja melalui peningkatan kualitas, percepatan proses dan pengurangan biaya..

Pemetaan Aktivitas Proses memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan pengukuran inventaris di setiap tahap produksi. Kemudahan mengidentifikasi suatu aktivitas dibagi menjadi lima kelompok, yaitu operasi, transportasi, inventaris, inspeksi, dan penundaan. Operasi dan inspeksi adalah aktivitas nilai tambah (VA). Sedangkan transportasi dan penyimpanan penting tetapi bukan nilai tambah (NNVA). Kemudian delay merupakan non-value add activity (NVA) yang harus dihindari untuk meningkatkan efisiensi.

Berikut hasil proses perbaikan pada Tabel 5.1 yang menggambarkan proses pemetaan aktivitas (*future state*) setelah dilakukan perbaikan.

Tabel 5. 1 Proses Aktivitas Pemetaan (*Future State*) Setelah Perbaikan

Proses	Aktivitas	Alat	Jarak (Meter)	Waktu (Menit)	Kategori aktivitas	Kategori *Value*
Proses Pencampur-an	Mempersiap-kan Bahan	Manual	0	13	D	VA
	Memasukkan Material ke *Granulator*	Sekop Besar	0	17	O	VA
	Bahan Pencampur di *Granulator*	Mesin Granulator Lebih Besar	0	55	O	VA
	Keluarkan Granul	Sekop besar	0	19	D	NNVA
Proses Pengeringan	Memasukkan *Granul* Kedalam Mesin	Sekop besar	0	12	O	NNVA

	Pengering (*Rotary Dryer*)					
	Mengering- kan Granules *Granule*	*Rotary Dryer* Otomatis	0	150 1	O D	VA NNVA
Proses Penyaringan	Langsung Pindah ke mesin Penyaring					
	Masukkan *Granul* ke dalam karung kemasan	Manual	0	15	S	NNVA
Proses Pengemasan	Menimbang	Timbangan	0	7	I	VA
	Menjahit karung	Alat Jahit Praktis	0	14	O	VA
	Menaruh Karung ke Gudang	Manual	0	11	S	NNVA

Tabel 5. 2 Jumlah Dan porsi Waktu Untuk Setiap Kegiatan Setelah Perbaikan

Aktivitas	Jumlah	Total waktu (Menit)	Prosentase (%)
Operation (O)	5	248	78,981
Transportation (T)	0	0	0
Inspection (I)	1	7	2,230
Storage (S)	2	26	8,280
Delay (D)	3	33	10,509
VA	6	256	81,529
NVA	0	0	0
NNVA	5	58	18,471
	Cycle Time	314	

Value added ratio =

= = 81,529%

5.4 Environmental Value Stream Mapping

Analisis limbah lingkungan dalam proses produksi Pupuk Adibio10 adalah:

1. Penggunaan Air.

   Penggunaan air pada pupuk Adibio10 sangat minim karena hanya dibutuhkan pada Bahan Pencampur pada proses Granulator. Dari April hingga Juni 2021, penggunaan air yang digunakan sebanyak 14.901 L.

2. Limbah.

   Pada proses produksi ditemukan limbah pada proses Pengeringan butiran, membawa karung dengan motor roda tiga ke mesin Penyaring dan Memasukkan butiran ke dalam mesin penyaringan. Dimana limbah yang dihasilkan merupakan polusi udara yang dapat mencemari udara di sekitar produksi.

3. Konsumsi Energi

   Konsumsi energi terkait dengan sumber daya alam yang tidak terbarukan dan terkait langsung dengan kelestarian lingkungan. Hal ini untuk menilai konsumsi energi di setiap proses. Pemakaian energi pada pupuk Adibio10 dari bulan April sampai Juni sebesar 728,09 kWh.

4. Material

   Bahan yang digunakan untuk membuat pupuk Adibio10 menggunakan bahan alami seperti kotoran sapi atau pupuk kandang dan tidak mengandung bahan berbahaya. Banyaknya material yang digunakan sudah ramah lingkungan..

5.5 Lean and Green Maturity Level

Dari hasil kuisioner dan analisis penulis terhadap tingkat kematangan lean dan green berdasarkan survei lapangan dan hasil pengolahan data seperti vsm dan fishbone, secara keseluruhan tingkat kematangan lean dan green maturity adalah 2,14.

Kriteria penilaian Tingkat Kematangan ditunjukkan di bawah ini.

Chaotic: Level 1,0 - 1,99

Stabilization: Level 2,0 - 2,99

Standardization: Level 3,0 - 3,99

Optimization: Level 4,0 - 4,99

Innovation: Level 5,0

Berikut penjelasan dari masing-masing pertanyaan kuesioner tingkat kematangan:

1. Menurut Anda bagaimana tingkat efektifitas dan efisiensi dalam proses kegiatan penyiapan Material di Perusahaan Adibio10?

   Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 2,5. Hal ini dikarenakan proses penyiapan bahan belum diberi label berdasarkan jenis bahan sehingga menyebabkan pekerja mengalami sedikit kendala namun masih dapat diselesaikan.

2. Menurut anda bagaimana tingkat efektivitas dan efisiensi dalam proses kegiatan memasukkan bahan ke Granulator di Perusahaan Adibio10?

   Pada proses ini tingkat kematangan berada pada nomor 2. Hal ini dikarenakan proses memasukkan bahan ke Granulator masih menggunakan sekop yang kecil dan pekerja membutuhkan tenaga dan waktu yang lebih banyak.

3. Bagaimana pendapat anda tentang tingkat efektif dan efisien Bahan Pencampur dalam proses kegiatan Granulator di Perusahaan Adibio10?

   Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 2,5. Hal ini dikarenakan Proses Pencampuran Bahan Granulator masih menggunakan mesin dengan kapasitas yang kecil sehingga hasil yang diperoleh juga masih sedikit.

4. Bagaimana pendapat Anda tentang efektivitas dan efisiensi proses kegiatan mengeluarkan *granul* di Perusahaan Adibio10?

   Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 1,75. Hal ini dikarenakan proses mengeluarkan *granul* masih manual dan menggunakan sekop kecil sehingga membutuhkan tenaga lebih.

5. Menurut Anda, bagaimana tingkat efektif dan efisien kegiatan memindahkan granul ke tempat pengeringan di Perusahaan Adibio10?

Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 2,25. Hal ini dikarenakan proses pemindahan butiran ke ruang pengering masih membutuhkan penyebaran butiran yang memerlukan tenaga dan waktu.

6. Bagaimana pendapat anda tentang tingkat efektif dan efisien kegiatan menata granul dalam ruang pengering di Perusahaan Adibio10?

   Pada proses ini tingkat kematangan berada pada nomor 1. Hal ini dikarenakan pada proses menata granul dalam ruang pengering, pekerja harus memastikan granul terdistribusi secara merata agar benar-benar kering..

7. Menurut anda bagaimana tingkat efektif dan efisien kegiatan pengeringan granul di Perusahaan Adibio10?

   Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 2,5 hal ini dikarenakan proses Pengeringan butiran menggunakan energi matahari sehingga masih tergantung dengan kondisi cuaca.

8. Menurut anda bagaimana tingkat efektifitas dan efisiensi dalam proses kegiatan memasukkan butiran ke dalam karung di Perusahaan Adibio10??

   Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 0,75. Hal ini dikarenakan proses kegiatan memasukkan butiran ke dalam karung masih manual dan menggunakan gayung kecil yang membutuhkan waktu dan tenaga ekstra.

9. Menurut anda bagaimana tingkat efektifitas dan efisiensi dalam proses kegiatan menaruh karung ke atas *tricyclemotor* di Perusahaan Adibio10?

   Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 1,75. Hal ini dikarenakan proses menaruh karung pada *tricyclemotor* merasa kegiatan ini hanya membuang waktu dan tenaga.

10. Menurut anda bagaimana tingkat efektif dan efisien proses kegiatan Bawa karung dengan *tricyclemotor* ke mesin Penyaring di Perusahaan Adibio10?

    Pada proses ini tingkat kematangan berada pada nomor 2. Hal ini dikarenakan pekerja membawa karung dengan *tricyclemotor* merasa jarak antara Ruang Jemur dan Mesin Penyaring sangat jauh, sehingga kegiatan ini dianggap membuang waktu dan tenaga..

11. Menurut anda bagaimana tingkat efektifitas dan efisiensi dalam kegiatan menurunkan karung dari *tricyclemotor* di Perusahaan Adibio10?

    Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 1,75. Pasalnya, proses peletakan karung para pekerja dirasa kegiatan ini hanya membuang-buang waktu dan tenaga.

12. Menurut anda bagaimana tingkat efektifitas dan efisiensi dalam proses kegiatan memasukkan granul kedalam mesin penyaring di Perusahaan Adibio10?

    Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 2,5. Hal ini dikarenakan langkah Memasukkan *granul* ke dalam mesin penyaring memerlukan tenaga ekstra..

13. Menurut anda bagaimana tingkat efektif dan efisiennya proses kegiatan Memasukkan granul ke dalam Karung Pengemasan di Perusahaan Adibio10?

    Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 1,25. Hal ini dikarenakan proses Memasukkan Butiran ke dalam kemasan karung membuat para pekerja merasa bahwa kegiatan memasukkan dan mengeluarkan butiran ke dalam karung merupakan kegiatan yang membuang-buang tenaga.

14. Menurut anda bagaimana tingkat efektifitas dan efisiensi dalam proses kegiatan penimbangan di Perusahaan Adibio10?

    Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 2,25. Hal ini dikarenakan proses penimbangan masih dibutuhkan pekerja untuk mengangkat karung di atas timbangan.

15. Menurut anda bagaimana tingkat efektifitas dan efisiensi dalam proses kegiatan menjahit karung di Perusahaan Adibio10?

    Pada proses ini tingkat kematangan berada pada 3,75. Hal ini dikarenakan proses menjahit karung yang cukup baik.

16. Bagaimana pendapat Anda tentang efektifitas dan efisiensi proses menaruh karung di gudang di Perusahaan Adibio10??

    Pada proses ini tingkat kematangan berada pada nomor 4. Hal ini dikarenakan proses memasukkan karung ke dalam gudang merupakan kegiatan yang sangat perlu dilakukan dalam kegiatan produksi.

Green dan Lean merupakan pendekatan yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasi manufaktur, tetapi keduanya berfokus pada aspek proses manufaktur yang berbeda. Lean pada penelitian ini berfokus pada proses produksi yang memberi dampak peda pemborosan yang disebabkan kurang efisiennya aktivitas produksi di Adibio10, disedangkan pada konsep Green lebih terfokus pada aktivitas produksi yang berdampak pada lingkungan disekitar Adibio10

5.6 Saran Desain 5S

Salah satu upaya perbaikan yang dilakukan adalah dengan menerapkan *tools* dalam metode *lean manufacturing* yaitu menerapkan 5S. Usulan desain perbaikan untuk meminimalkan pemborosan adalah dengan menerapkan *seiri, seiton, seiso, seiketsu*, dan *shitsuke* di hampir semua bagian.

Tabel 5. 3 Saran Desain

Masalah	**Alasan**	**Saran**
Pada Proses Pencampuran produksi hanya dapat menghasilkan pupuk dalam skala kecil dan menyerahkan bahan ke granulator dan mengeluarkan butiran kurang efisien	Mesin pencampur kecil dan alat yang digunakan untuk memasukkan bahan ke dalam granulator dan mengeluarkannya masih menggunakan gayung kecil	Mengganti mesin pencampur dengan diameter yang lebih besar dan mengganti sendok kecil dengan sendok yang lebih presisi.
Proses pengeringan membutuhkan waktu lama dan tergantung pada alam	Masih menggunakan cara alami yaitu sinar matahari	Menggunakan *Rotary dryer*
Dalam proses penyaringan terjadi pemborosan gerak	Lokasi mesin penyaringan berjarak 150 m dari tempat penjemuran pupuk dan harus menggunakan tricyclemotor	Mesin penyaringan bergerak
Pengemasan Proses memasukkan *granul* ke dalam karung kemasan kurang efisien	menggunakan ember	Langsung dari mesin penyaringan
Ada potensi gagal menjahit karung	Mesin jahit sudah tua	Ganti dengan yang baru

5.6.1 Seiri

Desain Seiri memilah barang yang masih dibutuhkan dan yang tidak dibutuhkan. Hal ini dimaksudkan agar di area kerja hanya terdapat barang-barang yang benar-benar dibutuhkan oleh operator dalam proses produksi.

Tabel 5. 4 Analisis Kelebihan dan kekurangan

Saran	Kelebihan	Kekurangan
Red Tag	Pemberian red tag membantu operator untuk mengidentifikasi barang/peralatan yang sering digunakan di area kerja dan membantu cara penyimpanan setiap barang/peralatan.	Kesulitan operator dalam menentukan barang/peralatan yang masih diperlukan dan yang tidak diperlukan serta area yang dibutuhkan khusus untuk menyimpan barang/peralatan yang tidak diperlukan.
Mengubah ember dan sendok kecil menjadi ukuran yang lebih besar dan lebih tepat	Lebih hemat	Membutuhkan biaya tambahan

5.6.2 Seiton

Perancangan *Seiton* adalah menentukan tata letak barang dan peralatan yang tepat di area produksi untuk memudahkan operator menemukan barang dan peralatan yang dibutuhkan. Perancangan seiton diharapkan dapat mengurangi waktu pengerjaan yang tidak memiliki nilai tambah akibat aktivitas mencari barang. Untuk mengurangi waktu pengerjaan kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah maka dibuat beberapa alat di area kerja menjahit dan memotong. Dalam pembuatan desain alat pada area kerja menggunakan dimensi tubuh dalam menentukan dimensi alat.

Tabel 5. 5 Analysis Kelebihan dan kekurangan *Seiton's*

Saran	Kelebihan	Kekurangan
Memindahkan mesin penyaringan di dekat	Mengurangi gerakan dan limbah transportasi	Memerlukan Biaya

mesin penggilingan		
Mengubah metode pengeringan butiran yang masih menggunakan sinar matahari menjadi mesin pengering	Kurangi waste waiting/delay, karena produksi tidak akan terpengaruh oleh alam dan juga lebih cepat	Biaya tambahan untuk membeli *Rotary Dryer* dan membutuhkan lebih banyak energi dalam proses produksi
Perancangan dari proses pencampuran butiran hingga proses penyaringan dilakukan dengan membuat jalur penghubung antar setiap proses	Mengurangi gerakan dan limbah transportasi	Memerlukan biaya tambahan

5.6.3 Seiso

Desain seiso merupakan upaya membuat area kerja menjadi lebih bersih dan rapi sehingga tercipta area kerja yang sehat dan nyaman serta memotivasi pekerja dalam melakukan pekerjaannya.

Tabel 5. 6 Analisis Kelebihan dan Kekurangan Seiso's

Sugesstion	Kelebihan	Kekurangan
Penambahan tempat sampah	Memudahkan operator dalam membuang sampah	Diperlukan biaya tambahan untuk menyediakan tempat sampah di setiap area kerja
Tambahkan alat pembersih	Operator mudah menemukan alat pembersih	Perlu tambahan biaya untuk kebersihan peralatan penyediaan
Lembar Daftar Periksa *Seiso*	Memberikan informasi kepada operator mengenai kegiatan apa saja yang harus dilakukan dalam upaya menjaga kebersihan dan kerapian area kerja	Membutuhkan inisiatif diri untuk menjaga kebersihan di tempat kerja.

5.6.4 Seiketsu

Seiketsu desain merupakan tahapan menjaga kelangsungan 3S (*seiri, seiton, seiso*) di lingkungan kerja dengan melakukan standarisasi agar

tahapan 3S sebelumnya dapat berjalan secara konsisten. Perancangan seiketsu di area produksi dilakukan dengan menggunakan aturan kerja dan manajemen visual.

Tabel 5. 7 Analisis Kelebihan dan Kekurangan *Seiketsu*

Saran	Kelebihan	Kekurangan
Membuat aturan kerja	Operator akan mengurus menjalankan 3S	Butuh waktu bagi karyawan untuk beradaptasi
Menempel poster 5S	Operator akan selalu mengingat dan selalu menerapkan 5S	-
Lakukan evaluasi setiap minggu	Evaluasi dapat menjaga dan mendisiplinkan penerapan 5S	Operator harus beradaptasi

5.6.5 Shitsuke

Shitsuke design merupakan langkah untuk memastikan seluruh entitas di lingkungan kerja selalu mengikuti implementasi program 5S . Dalam hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan desain formulir lembar audit 5S.

Tabel 5. 8 Analisis Kelebihan dan Kekurangan *Shitsuke*

Saran	Kelebihan	Kelemahan
Formulir Evaluasi 5S	Operator lebih disiplin dipertahankan	Operator harus beradaptasi dengan lingkungan kerja baru

Setelah penerapan, berikut merupakan hasil maturity level dari perusahaan pupuk Adibio10.

Tabel 5. 9

Activity	Maturity Level						Total	Maturity Level
	0	1	2	3	4	5		
1				2	1	1	15	3,75
2					2	2	18	4,5
3				1	2	1	16	4

4				1	1	2	17	4,25
5				3		1	14	3,5
6				1	1	2	17	4,25
7				1	2	1	16	4
8					1	3	19	4,75
9					2	2	18	4,5
10			1		2	1	15	3,75
11					1	3	19	4,75
12				1	2	1	16	4
13			1		2	1	15	3,75
14				2		2	16	4
15				1	1	2	17	4,25
16				2		2	16	4
Average								4,1

Hasil dari maturity level setelah melakukan perbaikan adalah 4,1, meningkat dari sebelumnya yaitu 2,14. Peningkatan tersebut membuat Adibio10 berada dilevel *OPTIMIZATION* yang berarti Tingkat statistik, Ada integrasi Lean dan Green dengan tujuan peningkatan terukur yang selaras dengan tujuan bisnis.

Tabel 4. 7. Tabel Analisa Biaya-Manfaat Sebelum Perbaikan

Deskripsi	April	Mei	Juni
Rata-Rata Volume Produksi / bulan	40 ton	40 ton	40 ton
Rata-Rata Volume Permintaan / bulan	160 ton	160 ton	160 ton
Biaya bahan baku / bulan	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp20.000.000
Biaya Manusia/bulan	Rp16.500.000	Rp16.500.000	Rp16.500.000
Rata-Rata Biaya Air / bulan	Rp200.000	Rp200.000	Rp200.000
Rata-Rata Biaya Listrik / bulan	Rp168.000	Rp168.000	Rp168.000
Biaya Bahan bakar/bulan	Rp300.000	Rp300.000	Rp300.000
Biaya perawatan mesin/bulan	Rp1.000.000	Rp1.000.000	Rp1.000.000
Kategori Biaya Tetap (Depresiasi 3 bulan)			
Mesin Rotary dryer	-	-	-
Memperbesar ukuran	-	-	-

Sekop			
Motor Bak Roda tiga	Rp5.000.000	Rp5.000.000	Rp5.000.000
Upgrade mesin granulasi	-	-	-
Conveyor	-	-	-
Kategori Manfaat			
Peningkatan produksi/bulan	-	-	-
Penjualan / bulan	Rp58.000.000	Rp58.000.000	Rp58.000.000
Pengurangan biaya / bulan	-	-	-

Cost-Benefit Ratio=

= = 0,85

Sebelum implementasi peningkatan, hasil dari ***CnB ratio < 1*** . Kemudian setelah implementasi peningkatan dihitung Kembali rasio biaya manfaatnya.

Tabel 5.10. Analisa Biaya-Manfaat Setelah Perbaikan

Deskripsi	April	Mei	Juni
Rata-Rata Volume Produksi / bulan	160 ton	160 ton	160 ton
Rata-Rata Volume Permintaan / bulan	160 ton	160 ton	160 ton
Biaya bahan baku / bulan	Rp80.000.000	Rp80.000.000	Rp80.000.000
Biaya Manusia/bulan	Rp16.500.000	Rp16.500.000	Rp16.500.000
Rata-Rata Biaya Air / bulan	Rp200.000	Rp200.000	Rp200.000
Rata-Rata Biaya Listrik / bulan	Rp360.000	Rp360.000	Rp360.000
Biaya Bahan bakar/bulan	-	-	-
Biaya perawatan mesin/bulan	Rp700.000	Rp700.000	Rp700.000
Kategori Biaya Tetap (Depresiasi 3 bulan)			
Mesin Rotary dryer	Rp66.666.667	Rp66.666.667	Rp66.666.667

Memperbesar ukuran Sekop	Rp66.667	Rp66.667	Rp66.667
Motor Bak Roda tiga	-	-	-
Upgrade mesin granulasi	Rp666.667	Rp666.667	Rp666.667
Conveyor	Rp1.666.667	Rp1.666.667	Rp1.666.667
Kategori Manfaat			
Peningkatan produksi/bulan	120 ton	120 ton	120 ton
Penjualan / bulan	Rp232.000.000	Rp232.000.000	Rp232.000.000
Pengurangan biaya / bulan	Rp5.300.000	Rp5.300.000	Rp5.300.000

Cost-Benefit Ratio=

= = 1,42

Sebelum implementasi, CnB rasionya sebesar 0,85, Setelah implementasi meningkat, hasil ***CnB ratio > 1*** yaitu 1,42. Hasil tersebut membuktikan bahwa implementasi tersebut layak dijalankan berdasarkan *Cost and Benefit rasio.*

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan analisis dan pembahasan, pada bab ini akan ditarik kesimpulan untuk menjawab tujuan penelitian. Selain itu juga berisi saran-saran penelitian sehingga diharapkan menjadi penelitian yang berguna, konstruktif dan bermanfaat di masa yang akan datang.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini, kesimpulan yang diperoleh adalah:

1. Berdasarkan hasil penelitian diketahui jenis pemborosan yang paling banyak terjadi adalah Operasi (72%), Pengangkutan (7%), Penundaan (10%), dan Penyimpanan (10%). Pada perusahaan Adibio10, Value Added sebesar 65,441%, Non Value Added sebesar 2,941%, dan Needed but Non Value Added sebesar 31,618%. Setelah mengimplementasi Future State Mapping di perusahaan Adibio10, Value Added meningkat menjadi 81,529%, Mengurangi Non-Value added menjadi 0% dan Mengurangi Necessary Non-Value added menjadi 18,471%.
2. Tingkat kematangan lean dan green maturity level adalah 2,14 berada pada level *STABILIZATION*. (Praktek terisolasi dari Lean dan Green sedang diterapkan. Ada kesadaran akan pemborosan dan indikator dasar digunakan). Setelah mengimplementasi, tingkat kematangan meningkat menjadi 4,1 berada di level *OPTIMIZATION (*Tingkat statistik, Ada integrasi Lean dan Green dengan tujuan peningkatan terukur yang selaras dengan tujuan bisnis).
3. Dari penggunaan alat pemetaan, pemetaan kegiatan proses dapat dilihat bahwa persentase kegiatan transportasi (7%) memiliki proporsi waktu terbesar ketiga, dimana kegiatan ini termasuk dalam kegiatan yang diperlukan tetapi tidak bernilai tambah. Setelah dilakukan kegiatan perbaikan transportasi, hasil nilai persentasenya adalah (0%), dengan Value Added Ratio (VAR) sebelum dilakukan perbaikan memiliki nilai persentase sebesar 65%, sedangkan setelah dilakukan perbaikan nilai VAR menjadi 81,529%. .

Upaya yang dilakukan peneliti untuk meminimalisasi pemborosan gerak adalah dengan menerapkan program 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke). Dari implementasi program 5S, beberapa saran perbaikan dilakukan untuk meminimalisir motion waste, antara lain:

a. Menempelkan *Red Tag.*

b. Mengganti ember dan sekop kecil menjadi ukuran yang lebih besar dan lebih baik.

c. Menghapus tongkat untuk menata ditempat pengeringan.

d. Memindahkan mesin penyaringan ke dekat mesin pencampuran.

e. Mengubah metode pengeringan butiran yang masih menggunakan sinar matahari menjadi *Rotary Dryer.*

f. Perancangan mulai dari proses pencampuran butiran hingga proses penyaringan dilakukan dengan membuat *crane line (Conveyor)* yang menghubungkan setiap proses.

g. Menambahkan tempat sampah.

h. Menambahkan alat kebersihan.

i. Menambahkan Daftar Periksa *Seiso*.

j. Membuat aturan kerja.

k. Menempel poster 5S.

l. Melakukan evaluasi setiap minggu.

m. Formulir Evaluasi 5S.

4. Green manufacturing pada Adibio10 cukup baik, dilihat dari Analisis Limbah Lingkungan pada proses produksi Pupuk Adibio10, mulai dari Konsumsi Air dimana penggunaan air pada pupuk Adibio10 sangat minim karena hanya dibutuhkan pada Bahan Pencampur pada proses Granulator, dan dari aspek limbah pupuk adibio mengeluarkan polusi udara yang menurut penulis masih dalam batas wajar dan tidak mengganggu masyarakat sekitar, aspek konsumsi energi juga tidak membutuhkan energi yang besar, dan aspek bahan yang digunakan aman dan tidak mengandung bahan kimia.

5. Pada hasil analisis sebelum implementasi peningkatan, hasil dari ***CnB ratio < 1*** yaitu 0,85 dimana pada titik ini *Cost benefit* masih belum layak. Kemudian setelah implementasi peningkatan dihitung Kembali rasio biaya manfaatnya untuk *Cost benefit* menunjukan hasil bahwa penerapan perbaikan di pabrik pupuk Adibio10 meningkat menjadi 1,42 yang berarti sudah layak.

6.2 Saran

Setelah melalui hasil analisis dan komunikasi dengan bagian produksi, ada beberapa saran untuk Adibio10 tentang cara mengurangi limbah, efisiensi proses dan peningkatan kualitas sebagai berikut:

Menerapkan metode pemetaan aliran nilai ke seluruh rantai pasokan perusahaan. Dapat dilihat dari penelitian ini, terdapat beberapa permasalahan yang perlu dievaluasi. Untuk alasan ini, divisi terkait mungkin harus fokus untuk mengevaluasi masalah terkait seperti yang dijelaskan di atas, Serta menerapkan Future State Mapping yang telah dijabarkan dalam penelitian ini agar perusahaan dapat mengurangi pemborosan yang terjadi.

Menerapkan program 5S untuk meminimalisasi pemborosan gerak dengan program 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke). Salah satunya adalah Memindahkan mesin penyaringan ke dekat mesin pencampuran. Mengimplementasikan peningkatan seperti halnya dalam penelitian ini sehingga *Cost Benefit* masuk dalam kategori layak.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aspek-aspek lain dari green manufacturing selain aspek-aspek yang telah dibahas dalam penelitian ini.

Melakukan analisis limbah yang lebih luas dan umum termasuk kinerja pemasok dan kemudian distribusi hingga barang sampai ke tangan konsumen.

Diperlukan penelitian lebih lanjut atas hasil analisis implementasi strategi perbaikan yang ada sehingga dapat ditemukan skenario perbaikan yang lebih baik dan disimulasikan secara lebih baik, sistematis dan berkelanjutan.

REFERENCES

Achanga, P., et. all. (2006). *Critical success factors for lean implementation within SMEs. Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4).

Arulrajah, A., et. all. (2017). *Recycled waste foundry sand as a sustainable subgrade fill and pipe-bedding construction material: Engineering and environmental evaluation. Sustainable Cities and Society*, 28.

Bey, N., Hauschild, M. Z., & Mcaloone, T. C. (2013). *Drivers and barriers for implementation of environmental strategies in manufacturing companies. CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 62(1).

Cagno, E., et. all. (2015). *Barriers and drivers for energy efficiency: Different perspectives from an exploratory study in the Netherlands*. Energy Conversion and Management, 102.

Chuang, S., & Yang, C. (2014). *Key success factors when implementing a green-manufacturing system*. Production Planning & Control: The Management of Operations, 25(11).

David A. Dornfeld (Ed.). (2013). *Green Manufacturing: Fundamentals and Applications*. New York: Springer Science+Business Media New York.

Dheeraj, N., & Vishal, N. (2012). *An overview of green supply chain management in India*. Research Journal of Recent Sciences, 1(6), 77–82.

Dhingra, R., Kress, R., & Upreti, G. (2014). *Does lean mean green?* Journal of Cleaner Production, 85, 1–7.

Diabat, A., & Govindan, K. (2011). *An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management. Resource*s, Conservation and Recycling, 55, 659–667.

Dornfeld, D. A. (2014). *Moving Towards Green and Sustainable Manufacturing. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 1(1), 63–66.

Drohomeretski, E., Costa, S. G. da, & Lima, E. P. De. (2014). *Green supply chain management Drivers, barriers, and practices within the Brazilian automotive industry*. Journal of Manufacturing Technology Management, 25(8), 1105–1134.

Duarte, S. (2013). *Modelling lean and green : a review from business models*. International Journal of Lean Six Sigma, 4(3), 228–250.

Dües, C. M., Tan, K. H., & Lim, M. (2013). *Green as the new Lean: How to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain*. Journal of Cleaner Production, 40, 93–100.

Duflou, J. R., et. all. (2012). *Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach*. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 61(2), 587–609.

Eksangsri, T., & Jaiwang, T. (2014). *Feasibility study on reuse of washed water in electronic industry: case study for flexible printed circuit board manufacturing*. Procedia Environmental Sciences, 20, 206–214.

Gabaldón-estevan, D., Criado, E., & Monfort, E. (2014). *The green factor in European manufacturing: a case study of the Spanish ceramic tile industry*. Journal of Cleaner Production, 1–9.

Garrone, P., et. all.(2016). *Reducing food waste in food manufacturing companies. Journal of Cleaner Production*, 137, 1076–1085.

Garza-reyes, J. A. (2015). *Lean and green - A systematic review of the state of the art literature*. Journal of Cleaner Production, 102, 18–29.

Ghazilla, R. A. R., et. all. (2015). *Drivers and barriers analysis for green manufacturing practices in Malaysian SMEs: A preliminary findings*. Procedia CIRP, 26, 658–663.

Hallam, C. R. A., & Contreras, C. (2016). *The interrelation of lean and green manufacturing practices: a case of push or pull in implementation. Proceedings of PICMET '16: Technology Management for Social Innovation*.

Heizer, J., & B.Render. (2004). *Management Operations (Seven Edition ed.*). New Jersey: Prentice Hall.

Hervani, A., Helms, M., & Sarkis, J. (2005). *Performance Measurement for Green Supply Chain Management*. Benchmarking: An International Journal, 12(4), 330-353.

Huber, P., et. all.. (2014). *Conditions for cost-efficient reuse of biological sludge for paper and board manufacturing*. Journal of Cleaner Production, 66, 65–74.

Ingarao, G. (2017). *Manufacturing strategies for ef fi ciency in energy and resources use: The role of metal shaping processes*. Journal of Cleaner Production, 142, 2872–2886.

Jayal, A. D., et. all. (2010). *Sustainable manufacturing : Modeling and optimization challenges at the product, process, and system levels*. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2, 144–152.

Johansson, G., & Sundin, E. (2014). *Lean and green product development : two sides of the same coin ?* Journal of Cleaner Production, 85, 104–121.

Luken, R., & Van Rompaey, F. (2008*). Drivers for and barriers to environmentally sound technology adoption by manufacturing plants in nine developing countries.* Journal of Cleaner Production, 16(1 SUPPL. 1), 67–77.

Lonnie Wilson. (2009). *How to implement Lean Manufacturing*. Mc Graw Hill, 9-10.

Marimin, Darmawan, M. A., Machfud, Islam Fajar Putra, M. P., & Wiguna, B. (2014). *Value chain analysis for green productivity improvement in the natural rubber supply chain: A case study*. Journal of Cleaner Production, 85, 201–211.

Masoumik, S. M., Abdul-rashid, S. H., & Olugu, E. U. (2015). *Importance-Performance analysis of green strategy adoption within the Malaysian Manufacturing Industry*. Procedia CIRP, 26, 646–652.

Mittal, V. K., & Sangwan, K. S. (2014a). *Development of a model of barriers to environmentally conscious manufacturing implementation*. International Journal of Production Research, 52(2), 584–594.

Mittal, V. K., & Sangwan, K. S. (2014b). *Modeling drivers for successful adoption of environmentally conscious manufacturing.* Journal of Modelling in Management, 9(2), 127–140.

Ninlawan, C. S. (2010). *The Implementation of Green Supply Chain Management Pratices in electronics Industry*. Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists.

Pujawan, I. (2005). *Supply Chain Management (Edisi Pertama ed.*). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Pujawan, I. (2005). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.

Russel, R., & Taylor, B. (2011). O*perations Management: Along the Supply Chain* (7 ed.). New Jersey: Wiley.

Shultz, C. H. (1999). *Marketing and Tragedy of The Commons: A Synthesis,Commentary and Analysis for Action*. Journal of Public Policy and Marketing, 218-229.

Simamora, B. (2003). *Penilaian Kinerja dalam Manajemen Perusahaan*. Jakarta: Gramedia Pustaka.

Srivastava, S. K. (2007). *Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53–80. https://doi.org/10.1111/j.14682370.2007.00202.x

Sundarakani, B. S. (2010). *Modelling Carbon Foorprints Across The Supply Chain.* International Journal Production Economics, 43-50.

Turban, e. a. (2004). *Information Technology for Management (4 edition ed.).* John Wiley & Son Inc.

Van Hock, R., & Erasumas. (2000). *From reversed Logistics to Green Supply Chains*. Logistics Solutions, No. 2,28-33.

Womer, N. K., et. all. (2006). Benefit-cost analysis using data envelopment analysis. *Annals of Operations Research*, *145*(1), 229–250. https://doi.org/10.1007/s10479-006-0036-5

Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2008a). *Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation.* International Journal of Production Economics, 111(2), 261–273.https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.11.029

Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2008b). *Green supply chain management implications for "closing theloop*." Transportation Research Part E: Logisticsand Transportation Review, 44(1), 1– 18.https://doi.org/10.1016/j.tre.2006.06.003