

PENDEKATAN *LEAN SIX SIGMA* UNTUK MEMINIMASI *WASTE* PADA PROSES PRODUKSI STANDKORB

(STUDI KASUS : PT. BERDIKARI MEUBEL NUSANTARA)

Vertic Budi Darmawan*¹, Zidna Alfanz Faza¹

¹Program Studi Teknik Industri, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, Indonesia

E-mail: *¹ vertic.eridani.ft@um.ac.id

Abstrak

Penurunan jumlah permintaan ekspor standkorb merupakan imbas dari krisis ekonomi global yang mengakibatkan kerugian pada perusahaan yang bergerak di bidang furnitur salah satunya yakni perusahaan milik PT. Berdikari Meubel Nusantara (BMN). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis *waste* yang paling berpengaruh di Departemen *Wood Working* dengan menerapkan pendekatan *Lean Six Sigma*. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan diperoleh hasil bahwa terdapat dua jenis *waste* utama, yaitu *defect* dan *waiting*. *Waste defect* memiliki nilai sigma sebesar 3,16 dengan tingkat kecacatan mencapai 20,41%, menunjukkan kualitas produksi yang masih rendah. *Defect* kritis meliputi kayu rusak, permukaan jelek, sambungan longgar, dan kayu bersisik. Sementara itu, *waste waiting* memiliki nilai sigma 4,19 dengan tingkat *downtime* sebesar 1,43% per tahun, masih di bawah batas toleransi perusahaan sebesar 5%. Analisis aktivitas produksi menunjukkan bahwa dari total aktivitas, 60,6% merupakan *value added*, 12,1% *necessary non value added*, dan 27,3% merupakan *non value added* (NVA), yang menandakan proses produksi masih kurang efisien. Oleh karena itu, eliminasi aktivitas NVA dan perbaikan pada *defect waste* menjadi prioritas dalam peningkatan kualitas dan efisiensi produksi.

Kata Kunci : *Lean Six Sigma*, *Waste*, Standkorb

Abstract

The decline in the number of export requests for standkorb is the result of the global economic crisis which has resulted in losses to companies engaged in the furniture sector, one of which is a company owned by PT Berdikari Meubel Nusantara (BMN). This research aims to identify the most influential types of waste in the Wood Working Department by applying the Lean Six Sigma approach. The research method used is descriptive quantitative with the results obtained that there are two main types of waste, namely defects and waiting. Waste defects have a sigma value of 3.16 with a defect rate of 20.41%, indicating low production quality. Critical defects include damaged wood, poor surface, loose joints, and scaly wood. Meanwhile, waste waiting has a sigma value of 4.19 with a downtime rate of 1.43% per year, still below the company's tolerance limit of 5%. Analysis of production activities shows that of the total activities, 60.6% are value added, 12.1% are necessary non-value added, and 27.3% are non-value added (NVA), which indicates that the production process is still inefficient. Therefore, the elimination of NVA activities and improvements in defect waste are prioritized in improving production quality and efficiency.

Keywords : *Lean Six Sigma*, *Waste*, Standkorb

PENDAHULUAN

Di tengah tekanan global akibat penurunan permintaan ekspor dan persaingan pasar pascapandemi serta krisis global, industri manufaktur furnitur, termasuk PT. Berdikari Meubel Nusantara (BMN), menghadapi tantangan signifikan sejak tahun 2022 hingga 2023. PT. BMN, produsen furnitur rumah tangga dengan merek BMN *Living* yang diluncurkan pada 2022, memiliki produk unggulan bernama standkorb yang menyumbang 54% dari total penjualan dan diekspor ke pasar Eropa, khususnya Jerman.

Produksi standkorb melibatkan sembilan departemen, dengan Departemen *Wood Working* (WW) sebagai bagian penting yang memiliki kompleksitas tinggi, terutama pada proses pemotongan kayu dengan tingkat akurasi dan detail desain yang tinggi. Kompleksitas tersebut seringkali menyebabkan terjadinya pemborosan dalam proses produksi.

Pemborosan seperti cacat produk, waktu tunggu, proses berlebih, dan inefisiensi lainnya berkontribusi pada meningkatnya biaya operasional dan penurunan efisiensi. Menurut Sucipto dkk. (2020), pemborosan adalah aktivitas yang tidak menambah nilai dan menghambat produktivitas. Untuk mengatasi hal ini, pendekatan *Lean Six Sigma* digunakan sebagai metode analisis dan perbaikan proses, yang mampu mengidentifikasi sumber pemborosan serta meningkatkan efisiensi dan daya saing perusahaan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada identifikasi dan analisis pemborosan di Departemen *Wood Working* dengan menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma* sebagai strategi peningkatan kinerja produksi.

METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini adalah kuantitatif deskriptif. Metode ini memungkinkan peneliti untuk menggambarkan dan menginterpretasikan fenomena yang sedang diteliti, seperti kondisi yang ada, perubahan sikap, proses yang berlangsung, serta dampak yang timbul. Sedangkan pada penelitian kuantitatif merupakan data yang berupa jumlah angka (skor, nilai) atau pernyataan-pernyataan yang digunakan (diskor, dinilai), dan dianalisis menggunakan analisis statistik. Selanjutnya adalah masuk pada tahapan-tahapan penelitian, adalah sebagai berikut :

1) Tahap Identifikasi Awal

a. Identifikasi Permasalahan

Identifikasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan spesifik yang terjadi di Departemen *Wood Working*

b. Penentuan Fokus Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini disusun berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diidentifikasi dan selaras dengan tujuan strategis perusahaan. Dengan demikian, penelitian ini memiliki fokus yang jelas dan relevan.

c. Studi Literatur

Tahap ini bertujuan untuk merumuskan metode penelitian yang tepat dalam rangka menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya.

d. Studi Lapangan

Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh data yang lengkap dan relevan, serta untuk memvalidasi kesesuaian kajian pustaka dengan kondisi aktual objek penelitian.

2) Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data ini bertujuan untuk memperoleh data kinerja proses produksi standkorb di Departemen *Wood Working*. Terdapat dua jenis data, yakni:

a. Data Primer

Data Primer, berupa data yang didapatkan secara langsung dari staff produksi khususnya pada Departemen *Wood Working*.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan berupa data produksi standkorb periode Januari 2023 – Desember 2023, data jumlah *defect* pada periode Januari 2023 – Desember 2023, data jumlah waktu *rework* periode Januari 2023 – Desember 2023, data jumlah *downtime* mesin periode Januari 2023 – Desember 2023, data perbaikan mesin periode Januari – Desember 2023.

3) Tahapan *Lean Six Sigma*

Pada tahapan ini terdiri dari 4 tahap, yakni sebagai berikut :

a. Tahap *Define*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kondisi eksisting perusahaan khususnya Departemen *Wood Working*. Pada tahap ini menggunakan *tools Project Charter* dan diagram SIPOC. Tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut: 1) Observasi pada Departemen *Wood Working*; 2) Penggambaran *Value Stream* Departemen *Wood Working*; 3) Identifikasi *Activity Classification*; dan 4) Identifikasi Jenis *Waste* pada Departemen *Wood Working*

b. Tahap *Measure*

Tahap pengukuran dan pengolahan data ini bertujuan untuk memperoleh data yang akurat dan relevan. Tahap pengukuran meliputi: 1) Melakukan perhitungan nilai DPMO dan nilai *sigma*; dan 2) Identifikasi *Waste* Kritis

c. Tahap *Analyze*

Tahap ini bertujuan untuk menganalisa hasil dari perhitungan pada tahap *Measure*. Kegiatan yang terdapat pada tahapan ini adalah : 1) Penggambaran *Root Cause Analysis* (RCA); dan 2) Penerapan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

d. Tahap *Improve*

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, tahap selanjutnya adalah implementasi tindakan perbaikan (*improvement*) untuk meningkatkan kinerja Departemen *Wood Working*. Tindakan perbaikan yang akan dilakukan meliputi: 1) Penerapan metode *Kaizen*; dan 2) Membuat Alternatif Usulan Perbaikan

e. Kesimpulan

Tahap terakhir pada penelitian ini adalah tahap kesimpulan dan saran. Kesimpulan dilakukan berdasarkan pada rumusan masalah penelitian. Sedangkan saran dilakukan supaya dapat memperbaiki penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian berikut berkaitan dengan proses pengumpulan data yang diperoleh dari tempat penelitian. Data yang digunakan merupakan data proses produksi Stankrob selama periode Januari – Desember 2023. Setelah itu, dilanjutkan dengan proses pengolahan data dengan pendekatan metode *Lean Six Sigma* yakni tahap *Define, Measure, Analyze, Improve*. Berikut adalah hasilnya :

1) Tahap *Define*

a. Gambaran Umum Departemen *Wood Working*

Seluruh alur pembuatan standkorb melewati Departemen ini karena dilakukan potong kayu yang lebih presisi menjadi 3 bagian utama, yaitu *arm, base* dan *crown*. Departemen *Wood Working* memiliki 3 area kerja yang mempunyai fungsinya masing-masing yaitu: 1) Area WW 1, digunakan untuk potong komponen *arm* pada standkorb. Terdapat 3 komponen *arm*, yaitu *arm, side arm, handle table*; 2) Area WW 2, digunakan untuk potong komponen base pada standkorb. Terdapat 6 komponen, yaitu *base front, base seat, base bottom, base drawer, base curva, slat drawer*; 3) Area WW 3, digunakan untuk potong komponen *crown* pada standkorb. Terdapat 5 komponen, yaitu *crown top, crown back, crown side, crown moulding, extension*.

b. Penggambaran *Value Stream* Departemen *Wood Working*

Penelitian ini menggunakan Pemetaan Aliran Nilai (VSM) untuk menganalisis efisiensi waktu dan proses di departemen pertukangan kayu. Tujuannya adalah untuk memahami secara mendalam setiap langkah produksi dan mengidentifikasi potensi perbaikan. Analisis VSM dilakukan dalam tiga tahap, yakni: pemetaan aliran informasi, pemetaan aliran material, dan penyusunan VSM secara keseluruhan.

c. *Activity Classification* pada Proses Produksi Standkorb

Aktivitas dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu yang memberikan nilai tambah, yang diperlukan namun tidak langsung memberikan nilai tambah, dan yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali. Untuk itu, perlu dilakukan klasifikasi aktivitas produksi standkorb berdasarkan kondisi aktual guna mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang perlu dieliminasi. Berikut adalah hasil aktivitas yang telah dilaksanakan :

1. Aktivitas Serah Terima Barang

Terdapat 40% aktivitas yang memberikan nilai tambah langsung (VA), 20% aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah langsung (NNVA), dan 40% aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali (NVA).

2. Aktivitas Belah Kayu pada WW1

Pada aktivitas belah kayu WW1 dapat diketahui bahwa terdapat aktivitas *Value Added* (VA) sebesar 63,6%, Aktivitas *Necessary but Non Value Added* (NNVA) sebesar 9,1% dan *Non Value Added* (NVA) sebesar 27,3%.

3. Aktivitas Potong Kayu pada WW1

Terdapat 62,5% aktivitas yang memberikan nilai tambah langsung (VA), 12,5% aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah langsung (NNVA), dan 25% aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali (NVA).

4. Aktivitas Pengurangan Permukaan Kayu pada WW1

Terdapat 62,5% aktivitas yang memberikan nilai tambah langsung (VA), 12,5% aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah langsung (NNVA), dan 25% aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali (NVA).

5. Aktivitas Penghalusan Permukaan Kayu pada WW1

Terdapat 50% aktivitas yang memberikan nilai tambah langsung (VA), 16,6% aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah langsung (NNVA), dan 33,3% aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali (NVA).

6. Aktivitas Sambung Kayu pada WW1

Terdapat 50% aktivitas yang memberikan nilai tambah langsung (VA), 16,6% aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah langsung (NNVA), dan 33,3% aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali (NVA).

7. Aktivitas Potong Kayu pada WW2

Terdapat 62,5% aktivitas yang memberikan nilai tambah langsung (VA), 12,5% aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah langsung (NNVA), dan 25% aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali (NVA).

8. Aktivitas Belah Kayu pada WW2

Terdapat 71,4% aktivitas yang memberikan nilai tambah langsung (VA), 7,2% aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah langsung (NNVA), dan 21,4% aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali (NVA).

9. Aktivitas Pengurangan Permukaan Kayu pada WW2

Terdapat 62,5% aktivitas yang memberikan nilai tambah langsung (VA), 12,5% aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah langsung (NNVA), dan 25% aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali (NVA).

10. Aktivitas Penghalusan Permukaan Kayu pada WW2

Terdapat 50% aktivitasnya memberikan nilai tambah langsung pada produk akhir. Sementara itu, 16,6% aktivitasnya memang perlu dilakukan tapi tidak langsung meningkatkan kualitas produk, dan sisanya 33,3% tidak memberikan nilai tambah sama sekali.

11. Aktivitas Sambung Kayu pada WW2

Terdapat 50% aktivitasnya memberikan nilai tambah langsung pada produk akhir. Sementara itu, 16,6% aktivitasnya memang perlu dilakukan tapi tidak langsung meningkatkan kualitas produk, dan sisanya 33,3% tidak memberikan nilai tambah sama sekali.

12. Aktivitas Potong Kayu pada WW3

Terdapat 62,5% aktivitasnya memberikan nilai tambah langsung. Sementara itu, 12,5% aktivitasnya memang perlu dilakukan tapi tidak langsung memberikan nilai tambah, dan sisanya 25% tidak memberikan nilai tambah sama sekali.

13. Aktivitas Belah Kayu pada WW3

Terdapat 69,2% aktivitasnya memberikan nilai tambah langsung. Sementara itu, 7,7% aktivitasnya memang perlu dilakukan tapi tidak langsung memberikan nilai tambah, dan sisanya 23,1% tidak memberikan nilai tambah sama sekali.

14. Aktivitas Pengurangan Permukaan Kayu pada WW3

Terdapat bahwa 62,5% aktivitasnya memberikan nilai tambah langsung. Sementara itu, 12,5% aktivitasnya memang perlu dilakukan tapi tidak langsung meningkatkan kualitas produk, dan sisanya 25% tidak memberikan nilai tambah sama sekali.

15. Aktivitas Penghalusan Permukaan Kayu pada WW3

Terdapat % aktivitasnya memberikan nilai tambah langsung pada produk akhir. Sementara itu, 16,6% aktivitasnya memang perlu dilakukan tapi tidak langsung meningkatkan kualitas produk, dan sisanya 33,3% tidak memberikan nilai tambah sama sekali.

16. Aktivitas Sambung Kayu pada WW3

Terdapat 50% aktivitasnya memberikan nilai tambah langsung pada produk akhir. Sementara itu, 16,6% aktivitasnya memang perlu dilakukan tapi tidak langsung meningkatkan kualitas produk, dan sisanya 33,3% tidak memberikan nilai tambah sama sekali.

17. Aktivitas Pembuatan Form Surat Jalan pada WW3

Analisis terhadap proses pembuatan formulir surat jalan di WW menunjukkan bahwa 80% aktivitasnya memberikan nilai tambah langsung. Sementara itu, 20% aktivitasnya tidak memberikan nilai tambah sama sekali.

d. Identifikasi Jenis *Waste* pada Proses Produksi Standkorb

Identifikasi yang dilakukan pada penelitian ini diketahui terdapat 2 jenis *waste*, yakni *Waiting* dan *Defect*. Berikut ini adalah identifikasi terjadinya *waste* pada proses produksi standkorb khususnya pada Departemen *Wood Working*.

- **Defect**

Berdasarkan data periode Januari hingga Desember 2023, jenis cacat yang paling sering ditemukan adalah kecacatan produk bagian standkorb yang diproduksi oleh Departemen *Wood Working*. Dari ketiga stasiun kerja WW1, WW2, dan WW3 masing – masing memiliki jumlah *defect* yang berbeda. Pada WW1 (*arm*) jumlah cacat yang paling tinggi yaitu jenis cacat tekstur/permukaan jelek. WW2 (*base*) jumlah cacat yang tertinggi adalah jenis cacat kayu rusak (patah, cuil dan retak). WW3 (*crow*) jumlah cacat yang tertinggi yaitu pada jenis cacat sambungan longgar.

- **Waiting**

Pada Departemen *Wood Working* pernah terjadi dua kasus *downtime*. *Planned downtime* terjadi karena aktivitas *preventive maintenance* seperti pelumasan, sedangkan *unplanned downtime* terjadi karena aktivitas-aktivitas yang tidak direncanakan.

Berdasarkan data produksi standkorb tahun 2023, waktu operasi didapat dari jumlah jam kerja terhitung periode Januari – Desember 2023. Persentase *downtime* sebesar 1,65% masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan. Namun, mengingat fluktuasi *downtime* yang terjadi, diperlukan upaya lebih lanjut untuk menjaga agar persentase *downtime* tidak melebihi 5% di masa mendatang.

2) Tahap *Measure*

a. *Waste Measurement*

Pasca identifikasi jenis-jenis *waste* dalam proses produksi standkorb, tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan terhadap nilai kerugian yang diakibatkan oleh setiap jenis *waste*. *Waste* yang akan diukur adalah *Defect* dan *Waiting*.

- **Defect**

Berdasarkan data periode Januari hingga Desember 2023, nilai DPMO pada Departemen *Wood Working* masih tergolong tinggi, yaitu sebesar 51.024,26, yang setara dengan level sigma 3,16. Nilai *sigma* yang rendah menunjukkan tingginya tingkat cacat produk, yang berdampak langsung pada kerugian finansial, terutama akibat proses *rework*. Selama tahun 2023, tercatat sebanyak 12.693 kasus *rework* dengan total waktu pengerjaan ulang mencapai 567,45 jam, yang turut meningkatkan beban kerja dan biaya operasional, termasuk tambahan jam lembur karyawan.

Besarnya biaya yang ditanggung oleh perusahaan akibat terjadinya *rework* adalah pengeluaran gaji tenaga kerja/operator mesin yang mengalami *rework*. Operator yang mengoperasikan mesin bekerja selama 24 hari dalam sebulan, dan perhari selama 8 jam. Gaji yang didapat sebesar UMR Rp.4.500.000/bulan dan per jam setiap operator sekitar Rp.23.500. Jadi untuk total biaya tenaga kerja yang dikeluarkan perusahaan selama tahun 2023 adalah sebesar :

$$\text{Rp. } 23.500 \times 567,45 \text{ jam} \times 45 \text{ Operator} = \text{Rp. } 600.078.375$$

- **Waiting**

Dari data yang diperoleh diketahui ada beberapa jenis mesin yang mendominasi. Perusahaan telah menetapkan presentase kerusakan mesin diatas 5% sudah termasuk aspek yang krusial dan dapat mempengaruhi proses produksi. Maka dari itu perusahaan telah menetapkan CTQ pada mesin sebagai berikut : 1) Mesin Planer; 2) Mesin Jointer; 3) Mesin Shaper; 4) Mesin Tenoner. Dari empat mesin tersebut, selanjutnya akan dilakukan penghitungan nilai *sigma* dari *waste waiting*.

Dari perhitungan yang didapat diketahui nilai *sigma* untuk proses produksi standkorb (*arm, base, crown*) adalah 4,14. Besarnya biaya tambahan yang dibayarkan oleh perusahaan karena faktor *downtime* mesin adalah pengeluaran gaji tenaga kerja/operator mesin yang mengalami *downtime*. Operator yang mengoperasikan mesin bekerja selama 24 hari dalam sebulan, dan durasi waktu kerja untuk sehari adalah 8 jam. Jumlah gaji yang didapat sebesar UMR Rp.4.500.000/bulan sehingga *fee* per jam setiap operator adalah Rp.23.500. Jadi untuk total biaya tambahan untuk tenaga kerja yang dikeluarkan perusahaan selama tahun 2023 adalah sebesar: Rp. 23.500 × 99,17 jam × 45 Operator = Rp. 104.872.27

b. Identifikasi Waste Kritis

Setelah melakukan perhitungan di fase *measure* terhadap *waste* yang terjadi, maka dapat diketahui nilai *sigma* pada masing masing *waste* yang ditemukan. Menurut (Muhammad Ramadhan, 2016), apabila nilai *sigma* level semakin rendah, maka semakin tinggi pula pengaruh yang terjadi pada proses produksi. Hal itu akan berpengaruh cukup signifikan terhadap kerugian finansial yang timbul. Berdasarkan hasil data, dapat disimpulkan bahwa *Defect Waste* lebih berpengaruh dibanding *Waiting Waste*. Sehingga perusahaan sebaiknya lebih fokus pada penyelesaian masalah terkait dengan *Defect Waste*.

3) Tahap Analyze

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab utama pemborosan tersebut serta faktor-faktor yang berkontribusi terhadap tingginya tingkat keparahan pemborosan. Pada tahapan ini menggunakan *tools* yaitu *Root Cause Analysis (RCA)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

a. Root Cause Analysis (RCA)

• **Defect Waste**

Berdasarkan dari data yang diperoleh, diketahui rata-rata penyebab terjadinya *defect* pada proses produksi di Departmen *Wood Working* adalah kesalahan yang dilakukan oleh operator, baik dari ketidakdisiplinan terhadap SOP, tidak adanya standarisasi instruksi kerja, dan kurangnya pengetahuan operator tentang pengoperasian mesin.

• **Waiting Waste**

Hasil *brainstorming* bersama pihak perusahaan dan analisis data *downtime* mesin produksi menunjukkan bahwa mesin *Jointer, Planer, dan Shaper* mengalami kerusakan paling sering. *Downtime* mesin berdampak signifikan terhadap waktu tunggu produksi. Analisis lebih lanjut mengindikasikan bahwa kurangnya disiplin dalam pelaksanaan *preventive maintenance* dan pengawasan yang kurang terhadap kinerja mesin oleh operator menjadi akar permasalahan. Oleh karena itu, tindakan korektif perlu segera dilakukan ketika muncul indikasi kerusakan pada mesin.

b. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Langkah selanjutnya adalah melakukan prioritas akar penyebab masalah berdasarkan tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan kemudahan deteksi (*detection*). Tahap awal yang dilakukan dengan menyusun tabel kriteria penilaian untuk masing-masing parameter. Setelah itu, akar penyebab masalah akan diidentifikasi sebagai mode kegagalan dalam analisis FMEA. Tingkat keparahan dampak (*severity*) dan kemudahan deteksi (*detection*) dari masing-masing mode kegagalan akan ditentukan dari penilaian subjektif karyawan. FMEA akan terbagi menjadi dua, yakni *Defect Waste* dan *Waiting Waste*:

• **FMEA Defect Waste**

Dari tabel hasil perhitungan FMEA, diperoleh bahwa rating/skala *severity* pada *defect* disebabkan oleh *jenis potential cause* dibuat berdasarkan jenis gangguan yang terjadi. Komponen yang memiliki kerusakan akan diterima perusahaan jika *potential cause* tersebut terjadi. Selain itu, frekuensi terjadinya suatu cacat produksi (*occurrence*) dipengaruhi oleh probabilitas munculnya mekanisme kegagalan tertentu. Setiap mekanisme kegagalan yang berbeda akan menghasilkan mode kegagalan yang unik dengan dampak yang spesifik. Kemudian pemberian skala *detection* yang dibuat untuk *defect waste* dibentuk dengan melakukan pengukuran munculnya *potential cause* yang dapat menyebabkan *defect*

pada komponen. Setelah didapatkan kriteria penilaian terhadap *severity*, *occurrence* dan *detection*. Selanjutnya akan dilakukan sebuah penilaian terhadap semua jenis kegagalan yang terjadi. Berikut ini hasil penilaian potensi kegagalan untuk jenis *defect waste*.

Dari penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa penyebab yang paling kritis pada permasalahan *defect* di Departmen *Wood Working* adalah kesalahan dari operator dan tidak tersedianya SOP atau Instruksi kerja detail pada aktivitas kritis proses pembuatan *arm*, *base*, dan *crown*.

- **FMEA *Waiting Waste***

Dari hasil data didapatkan skala *severity* pada *waiting waste* disebabkan oleh jenis *potential cause* yang dibuat berdasarkan lama waktu yang akan diterima oleh perusahaan apabila *potential cause* tersebut terjadi. Kemudian, pada skala *occurrence* pada *waiting waste* dibuat dari banyaknya kejadian *potential cause* pada *waiting time* dalam rentang waktu tahunan hingga harian. Pada skala *detection* yang dibangun untuk *waiting waste* dibentuk melalui tahap pengukuran terhadap munculnya *potential cause* yang menyebabkan *waiting*. Apabila sudah didapatkan kriteria penilaian terhadap *severity*, *occurrence* dan *detection*, selanjutnya dapat dilakukan penilaian terhadap semua jenis kegagalan yang terjadi.

Berdasarkan tabel hasil perhitungan dari FMEA *defect* dan *waiting waste* dapat diketahui beberapa akar penyebab permasalahan kritis. Pada tabel selanjutnya akan dikelompokkan berdasarkan nilai RPN pada setiap *Potential Failure Mode*. Berdasarkan standar PT. Berdikari Meubel Nusantara, nilai RPN 75 keatas memiliki dampak yang besar bagi perusahaan, oleh karena itu perusahaan harus membenahi permasalahan yang terjadi.

Pada umumnya penyebab permasalahan kritis *defect* dan *waiting waste* terjadi karena kurangnya aktivitas *preventive maintenance*. Selain itu kurang lengkapnya Instruksi Kerja (IK) yang tertulis juga membuat operator/karyawan melakukan kesalahan terhadap mesin yang digunakan.

4) Tahap *Improve*

Pada tahap ini, metode *Kaizen 5M* akan diterapkan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah secara lebih mendalam. Berdasarkan nilai RPN tertinggi (di atas 100) pada analisis FMEA, akar penyebab yang paling kritis akan menjadi fokus utama dalam perumusan rekomendasi perbaikan. Sebelum merumuskan alternatif perbaikan, akan dilakukan pendefinisian langkah-langkah perbaikan yang spesifik untuk mengatasi akar penyebab masalah yang telah diidentifikasi.

a. *Kaizen Five M-Checklist*

Tabel 1. *Kaizen Five M-Checklist*

| Faktor | Kode RPN | Jenis Masalah | Penyebab | Rekomendasi Perbaikan |
|------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| Man | 2,3,6 | Kurang ketelitian pada pengukuran pemotongan kayu | Beban target produksi terlalu tinggi | Pembuatan batas target produksi harian |
| | | | Tergesa-gesa | Pemberian instruksi kerja yang jelas dan efisien |
| | | | Kelelahan | Melakukan peregangan semasa jam kerja |
| | Kondisi tubuh tidak prima (sakit) | Memberikan kompensasi waktu untuk izin istirahat | | |
| 1 | Kelalaian terhadap | | | Melakukan pelatihan penggunaan mesin |

| Faktor | Kode RPN | Jenis Masalah | Penyebab | Rekomendasi Perbaikan |
|-----------------|----------|---|---|---|
| Machine | | pemakaian mesin produksi | Pengetahuan mengenai mesin produksi kurang | pembuatan Instruksi kerja yang jelas |
| | 8,9 | <i>Downtime</i> Mesin Jointer | Pisau pemotong pada mesin jointer tumpul | Pengasahan dan perawatan mesin secara terjadwal |
| | | | As pada bagian spindel aus | Pegantian baut dan pengecekan mesin secara berkala |
| | 10 | <i>Downtime</i> mesin planer | Pisau pemotong pada mesin tumpul | Pengecekan jadwal <i>maintenance</i> dan pengasahan secara berkala |
| | 11 | <i>Downtime</i> pada mesin mortizer | Chuck pada mesin alami kemacetan | Pengecekan mesin dan melakukan perawatan secara berkala |
| | 12 | <i>Downtime</i> pada mesin Stroksander | Kipas blower dust koektor bengkok | Pengecekan jadwal <i>maintenance</i> |
| Milue | 13 | <i>Downtime</i> pada mesin shaper | Pisau pemotong pada mesin tumpul | Pengecekan dan pergantian pisau |
| | 5 | Fasilitas Gedung produksi | Luas inventory yang tidak memadai/kurang luas | Pembuatan layout tataletak barang pada <i>Department Wood Working</i> Perluasan pada ruang inventory |
| Method | 4 | Sambungan Longgar pada proses <i>pre assembly</i> | Tidak terdapat SOP dan IK yang jelas pada setiap stasiun kerja yang ada | Pembuatan SOP dan IK pada setiap stasiun kerja |
| | | | Pengukuran pemotongan kayu yang salah | Penjadwalan pelatihan dan evaluasi kerja |
| Material | 7 | Material yang tersedia tidak sesuai | Terdapat kayu yang rusak karena peletakan salah | Pembuatan SOP yang jelas tentang pengelolaan gudang |
| | | | Terdapat -kayu yang rusak | Melakukan pengecekan kualitas pada setiap barang yang masuk. |

Saran perbaikan yang telah diberikan harus segera dilakukan agar dapat dengan cepat mengatasi permasalahan produk standkorb (*arm, base, crown*) cacat hingga kapabilitas proses. Saran perbaikan dapat bekerja secara efektif apabila seluruh lapisan pegawai menerapkannya dengan baik.

b. Alternatif Perbaikan

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, perusahaan akan merevisi SOP dan membentuk tim khusus yang bertanggung jawab atas perencanaan, pelaksanaan, serta evaluasi penerapannya. Informasi SOP baru akan disajikan secara visual pada papan kendali untuk memudahkan operator. Selain itu, dibentuk tim pemeliharaan produktif yang juga berperan sebagai operator, dengan pelatihan intensif dalam pemeriksaan, pembersihan, dan perbaikan komponen mesin guna mengurangi *downtime* akibat kerusakan

PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini akan menyajikan analisis mendalam mengenai akar penyebab pemborosan dan faktor risiko yang signifikan berdasarkan tahapan mulai dari *Define*, *Measure*, *Analyze* dan *Improvement*. Alternatif perbaikan akan diidentifikasi dan dievaluasi menggunakan kriteria penilaian yang telah ditetapkan.

1. Tahap *Define*

a) Penggambaran *Value Stream Map* Departemen *Wood Working*

Analisis VSM dalam penelitian ini dilakukan melalui tiga tahap: pemetaan aliran informasi, pemetaan aliran material, dan penyusunan peta VSM secara keseluruhan. Aliran informasi dimulai dari marketing hingga ke desain, verifikasi oleh PIC, lalu penjadwalan oleh PPIC. Setelah itu, diterbitkan SPK untuk Departemen *Wood Working* dan diajukan permintaan bahan baku ke gudang. Proses produksi diawasi oleh Quality Control, dan diakhiri dengan pengisian formulir Serah Terima Barang (STB) sebagai transisi ke tahap produksi selanjutnya.

b) *Activity Classification* pada Proses Produksi Standkorb

Hasil klasifikasi aktivitas pada seluruh tahapan proses produksi standkorb di Departemen *Wood Working* menunjukkan bahwa 60,6% merupakan aktivitas bernilai tambah (*value added*), sementara 27,3% tergolong aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value added*). Tingginya proporsi aktivitas *non-value added* mencerminkan bahwa proses produksi belum berjalan secara optimal dan masih terdapat peluang besar untuk perbaikan. Keberadaan aktivitas yang tidak berkontribusi langsung terhadap nilai produk menunjukkan potensi efisiensi yang signifikan. Selain itu, aktivitas yang bersifat perlu namun tidak menambah nilai (*necessary but non-value added*) juga dapat dioptimalkan. Oleh karena itu, upaya eliminasi atau penyederhanaan aktivitas *non-value added* sebesar 27,3% dari total aktivitas menjadi langkah strategis dalam meningkatkan efisiensi proses produksi secara keseluruhan.

c) Identifikasi Jenis *Waste* pada Proses Produksi Standkorb

Jenis pemborosan utama yang teridentifikasi dalam proses produksi standkorb di Departemen *Wood Working* adalah *defect*, yaitu ketidaksesuaian produk terhadap standar kualitas yang telah ditetapkan. Cacat produk ini ditemukan pada beberapa komponen utama seperti *arm*, *base*, dan *crown*. Berdasarkan data pada stasiun kerja WW1, WW2, dan WW3, jumlah produk cacat yang terdeteksi berturut-turut adalah sebanyak 4.720 unit, 4.260 unit, dan 3.713 unit. Tingginya angka cacat pada ketiga stasiun tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat kelemahan dalam sistem kontrol kualitas, sehingga diperlukan upaya perbaikan proses produksi guna menekan tingkat *defect* dan meningkatkan kualitas hasil akhir.

2. Tahap *Measure*

a) Pengukuran Pemborosan (*Waste Measurement*)

Berdasarkan hasil analisis, terdapat dua jenis pemborosan utama yang memengaruhi efektivitas proses produksi standkorb di Departemen *Wood Working*, yakni *defect waste* dan *waiting waste*.

- *Defect*

Tingginya tingkat cacat produksi pada komponen *arm*, *base*, dan *crown* menjadi perhatian utama. Data tahun 2023 mengidentifikasi 16 jenis cacat, dengan empat jenis dominan melebihi ambang batas 10%, seperti kerusakan kayu dan sambungan longgar. Nilai sigma rata-rata sebesar 3,16 dan DPMO 51.024,26 menunjukkan tingkat kecacatan yang masih tinggi. Hal ini berpotensi menimbulkan kerugian finansial hingga 25–40% dari total penjualan. Oleh karena itu, perbaikan berkelanjutan sangat diperlukan di Departemen *Wood Working*.

- **Waiting**

Jenis pemborosan kedua yang teridentifikasi adalah *waiting waste*, yang umumnya disebabkan oleh *unplanned downtime* pada mesin produksi. Kerusakan yang tidak direncanakan ini berdampak pada keterlambatan proses produksi komponen *arm*, *base*, dan *crown*. Dari hasil *Pareto chart*, mesin *planer*, *jointer*, *shaper*, dan *tenoner* merupakan penyumbang utama *downtime* dengan persentase di atas 5%, yang menjadikannya elemen krusial dalam proses produksi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa proses produksi memiliki nilai sigma sebesar 4,14 dengan DPMO sebesar 4.131,94. Nilai ini mencerminkan tingkat kualitas yang lebih baik dibanding *defect waste*, namun tetap memerlukan optimalisasi untuk mencapai standar industri kelas dunia. Sesuai dengan kajian Dasman (2024), sigma pada level ini menunjukkan bahwa *Cost of Poor Quality* masih berada pada kisaran 15–25% dari penjualan.

- **Menentukan Jenis Waste yang Paling Berpengaruh**

Berdasarkan perbandingan nilai sigma dari masing-masing jenis *waste*, dapat disimpulkan bahwa pemborosan yang paling berdampak terhadap performa dan efisiensi produksi adalah *defect waste*, diikuti oleh *waiting waste*. Nilai sigma yang lebih rendah pada *defect waste* menunjukkan urgensi perbaikan yang lebih tinggi untuk mengurangi kerugian finansial serta meningkatkan daya saing produk perusahaan, khususnya dalam memenuhi standar kualitas pasar ekspor.

3. Tahap *Analyze*

a) **Root Cause Analysis (RCA) terhadap Pemborosan Defect dan Waiting**

Dalam upaya mengurangi pemborosan dalam proses produksi, dilakukan analisis *Root Cause Analysis* (RCA) terhadap *defect waste* dan *waiting waste*. Hasil metode 5 Why menunjukkan bahwa cacat produksi seperti kerusakan kayu, permukaan tidak rata, dan sambungan longgar disebabkan oleh faktor manusia, seperti ketidakpatuhan terhadap SOP, ketiadaan instruksi kerja terstandarisasi, serta rendahnya kompetensi operator. Sementara itu, pemborosan waktu tunggu disebabkan oleh tingginya *downtime* mesin akibat lemahnya program *preventive maintenance* dan pengawasan peralatan. Temuan ini menjadi dasar penting bagi perusahaan untuk melaksanakan perbaikan berkelanjutan melalui peningkatan keterampilan operator, penegakan disiplin kerja, serta penguatan sistem perawatan mesin secara rutin dan terstruktur.

b) **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Sebagai strategi mitigasi risiko dalam proses produksi, PT. Berdikari Meubel Nusantara melakukan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan potensi kegagalan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Permasalahan dengan RPN di atas 75 dikategorikan sebagai prioritas tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa peletakan kayu yang tidak sesuai standar memiliki RPN tertinggi (180), diikuti oleh kelalaian penggunaan mesin dan ketidaktepatan pemotongan kayu (RPN 150). Risiko lain terkait perawatan mesin, kesalahan pengukuran, dan kerusakan komponen tercatat dengan RPN 120–150, sementara beberapa isu lain dengan RPN di bawah 100 tetap perlu diawasi. Temuan ini menjadi dasar penyusunan rencana perbaikan terstruktur melalui peningkatan pemeliharaan mesin, pelatihan operator, standarisasi instruksi kerja, serta inspeksi berkala guna mencegah kegagalan berulang dan meningkatkan efisiensi produksi.

4. Tahap *Improve*

a) **Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan Pendekatan *Kaizen Five M-Checklist***

Berdasarkan hasil analisis akar masalah yang telah dilakukan sebelumnya, rekomendasi perbaikan disusun dengan mengacu pada pendekatan *Kaizen*, yaitu suatu metode perbaikan berkelanjutan yang menekankan pada peningkatan proses secara bertahap dan konsisten. Dalam konteks ini, digunakan alat bantu *Five M-Checklist* yang mencakup lima faktor utama penyebab ketidaksesuaian dalam proses produksi, yaitu *Man* (tenaga kerja), *Machine* (mesin), *Material*, *Methods* (metode kerja), dan *Milieu* (lingkungan kerja). Sebagai pelengkap, pendekatan ini dikombinasikan dengan prinsip 5S (*Seiri*, *Seiton*,

Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke) untuk mendukung pembentukan lingkungan kerja yang lebih tertata, bersih, dan produktif. Rekomendasi perbaikan berikut disusun berdasarkan masing-masing faktor:

1) Faktor Manusia (*Man*)

Ketidakesuaian pada faktor manusia terutama disebabkan oleh kurangnya ketelitian operator dalam bekerja dan kondisi kelelahan akibat beban kerja yang tinggi. Hal ini berkaitan dengan sistem insentif (*reward system*) berupa premi produksi yang diterapkan perusahaan, yang mendorong operator untuk bekerja cepat dalam mengejar target harian.

2) Faktor Mesin (*Machine*)

Permasalahan yang ditemukan pada faktor mesin mencakup kurang optimalnya performa alat produksi, seperti mata pisau yang tumpul dan komponen mesin yang aus. Penyebab utamanya adalah minimnya kegiatan perawatan rutin (*preventive maintenance*) dan belum adanya sistem pengecekan berkala.

3) Faktor Lingkungan (*Milieu*)

Lingkungan kerja juga mempengaruhi efektivitas proses produksi. Tata letak ruangan yang sempit dan kurang ergonomis, serta kondisi kebersihan yang tidak terjaga, menyebabkan ketidaknyamanan kerja dan menurunkan efisiensi

4) Faktor Metode Kerja (*Methods*)

Metode kerja yang belum optimal tercermin dari kurangnya keterampilan operator dalam memenuhi target, serta penataan bahan baku yang tidak sesuai tempatnya. Tidak adanya panduan kerja tertulis dan pelatihan rutin menjadi penyebab lemahnya prosedur pelaksanaan kerja.

5) Faktor Material (*Material*)

Ketidakesuaian material umumnya disebabkan oleh cacat pada bahan baku akibat kurangnya proses inspeksi saat penerimaan material dari proses sebelumnya. Hal ini menyebabkan bahan yang tidak layak tetap digunakan dan menghasilkan produk cacat pada tahap akhir.

Penerapan usulan perbaikan berbasis *Kaizen* dan *Five M-Checklist* ini diharapkan dapat memperbaiki kinerja operasional, meningkatkan kualitas produk, serta menurunkan tingkat cacat dan pemborosan dalam proses produksi. Pendekatan ini bersifat preventif sekaligus korektif, dan apabila dilaksanakan secara konsisten akan memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi dan daya saing perusahaan.

KESIMPULAN

Hasil analisis proses produksi standkorb (*arm, base dan crown*) dengan menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma* di PT. Berdikari Meubel Nusantara dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Analisis *Lean Six Sigma* mengungkap bahwa jenis *waste* paling berpengaruh adalah *defect*, dengan tingkat kecacatan 20,41% dan nilai *sigma* 3,16, menunjukkan kualitas rendah. *Waiting waste* memiliki nilai *sigma* 4,19 dengan durasi 1,43% dari total waktu produksi, masih di bawah batas toleransi *downtime* 5%.
2. Dari total aktivitas di Departemen *Wood Working*, 60,6% adalah *value added*, 12,1% *necessary non value added*, dan 27,3% *non value added*. Tingginya aktivitas NVA menunjukkan efisiensi proses masih rendah, sehingga eliminasi aktivitas NVA diperlukan.
3. Rekomendasi Perbaikan

Pembentukan tim pengawas SOP yang bertugas menetapkan, memantau, dan mendokumentasikan pelaksanaan SOP selama satu tahun dan pembentukan tim perawatan produksi yang juga berperan sebagai operator, untuk meningkatkan kompetensi dalam pemeliharaan komponen mesin guna mengurangi *defect* dan *downtime*.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran dari peneliti untuk perbaikan dan pengembangan bagi perusahaan serta peneliti selanjutnya :

1. Perlu adanya analisa lebih mendalam mengenai kegiatan disetiap stasiun pada Departmen *Wood Working*. Analisa mendalam bertujuan untuk mengetahui setiap kegiatan secara terperinci sehingga dapat mengeliminasi kegiatan *non value added* yang lebih mendalam.

2. Penilaian terhadap alternatif perbaikan yang ada, apabila di implementasikan kepada Departemen terkait perusahaan perlu melakukan fase *controlling* untuk mengetahui dampak perbaikan yang dialami selama proses produksi.
3. Dalam lingkungan kerja sebaiknya pekerja tidak merasa takut dalam menerapkan budaya "*bad news first*" yang mana maksud dari budaya kerja tersebut yaitu memberitahu akan terjadinya kecacatan produk yang dialami oleh pekerja.

DAFTAR RUJUKAN

- Isnain, S. K., & Karningsih, P. D. (2020). Perancangan Perbaikan Proses Produksi Komponen Bodi Mobil Daihatsu dengan Lean Manufacturing di PT. "XYZ." *Jurnal Studi Manajemen Dan Bisnis*, 5(2), 122–129. <https://doi.org/10.21107/jsmb.v5i2.6667>
- Sucipto, Susilowati, E., & Effendi, U. (2020). Reducing *waste* on wheat flour packaging: An analysis of Lean Six Sigma. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 475(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/475/1/012002>
- Indrawati, S dan Ridwansyah, M 2015, *Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma : An Iron Ores Industry Case Application*, *Procedia Manufacturing* 4, 528-534.
- Angel, M. (2014). Agile Kaizen Managing Continuous Improvement Far Beyond Retrospectives (M. del Aljarafe (ed.); 1st ed.). *Springer* Heidelberg New YorkDordrecht London. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-54991-5>
- Aftikaningsih, T. (2021). Implementasi Lean Manufacturing Untuk Mengurangi CycleTime Pada Proses Produksi Sarung Tangan Golf. 3(March), 6.
- Dogan, O., & Gurcan, O. F. (2018). Data Perspective Of Lean Six Sigma In Industry 4.0 Era: A Guide To Improve Quality. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2018 (JUL)*, 943–953.
- Fithri, P. (2019). Six Sigma Sebagai Alat Pengendalian Mutu Pada Hasil Produksi KainMentah Pt Unitex, Tbk. *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 43. <https://doi.org/10.14710/jati.14.1.43-52>
- Kurnianingtias, M., Heryadi, A. R., Purwanningrum, D., Astrini, G. Y., Khairunnisa, H., & Sari, L. N. I. (2019). Analisis Penyelesaian Permasalahan Bottleneck pada Lini Produksi di Pabrik Tekstil dengan Metode Kaizen. *Jurnal Rekavasi*, 7(1). 125
- Swarnakar & Vinodh (2016) . Deploying Lean Six Sigma Freamework in an Automotive Component Manufacturing Organization. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5, 267 – 293.
- Mulyono, A. (2019). Implementasi Pengendalian Kualitas Produk Sepatu Wanita Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) pada Home Industry Vielin Creation Bandung. *Acta Materialia*, 33(10), 348–352.
- Palkhe, S. V. (2020). Six Sigma DMAIC Methodology. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 8(8), 999–1002. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2020.31081>
- Wibowo K., Sugiyarto, Setiono, (2018). Analisa dan Evaluasi : Akar Penyebab dan Biaya Sisa Material Konstruksi Proyek Pembangunan Kantor Kelurahan di Kota Solo, Sekolah, dan Pasar Menggunakan Root Cause Analysis (RCA) dan Fault Tree Analysis (FTA), 7(9), 67-68.
- Leonanda B.D & Arifin Z (2021). Menurunkan Jumlah Kecacatan Produk Pada Proses Produksi Dengan Menggunakan Metode Six Sigma dan Pengendalian Statistik di Industri Manufaktur. *Sigma Teknika*, Vol. 4, No.1 : 106-114
- Jannah, M., & Siswanti, D. (2017). Analisis Penerapan Lean Manufacturing untuk Mereduksi Over Production *Waste* menggunakan Value Stream Mapping dan Fishbone Diagram. *Jurnal Teknik* Vol. 4, No. 1.
- Ristyowati. (2017). Minimasi *Waste* pada Aktivitas Proses Produksi dengan Konsep Lean Manufacturing (Studi Kasus: PT.Sport Glove Indonesia). *Jurnal Optimasi Sistem Industri* Vol 10.No 1, 85-96.
- Siwi, B.R. (2016). Aplikasi *Six Sigma Dmaic* Dan *Kaizen* Sebagai Metode Pengendalian Dan Perbaikan Kualitas Produk PT. Sarandi Karya Nugraha.