

Determination of Customer Order Decoupling Point (CODP) Based on Mass Customization Concept to Minimize Manufacturing Lead Time

Penentuan *Customer Order Decoupling Point (CODP)* Berdasarkan Konsep Mass Customization untuk Meminimasi *Lead Time* Manufaktur Menggunakan Simulasi

Yuli Dwi Astanti¹, Sadi¹, Deni Widiyanto¹, Puryani¹, Trismi Ristyowati¹

¹ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
Jl. Babarsari 2 Yogyakarta 55281 (Kampus Unit II)
email: yulidwi.astanti@upnyk.ac.id
doi: <https://doi.org/10.31315/opsi.v16i1.9679>

Received: 12th May 2023; Revised: 25th May 2023; Accepted: 13th June 2023;
Available online: 19th June 2023; Published regularly: June 2023

ABSTRACT

Make To Order (MTO) is a manufacturing strategy that executes different orders based on consumer demand. In the MTO strategy, products are produced only when there are orders from consumers. In this MTO system, the production process starts when an order arrives and starts with planning raw materials which takes a long time and causes a long lead time (MLT). Long MLT often causes production delays and forces companies to pay more overtime. Companies must adopt a production system that can fulfill a variety of orders and has a fast response time. In this research, a case study was conducted on a shoe and bag manufacturing company in the fashion industry. This study aims to implement a mass customization manufacturing (MC) strategy to minimize MLT. The MC strategy uses the concept of a production process based on orders and inventory. This study is expected to reduce MLT so that production delays do not occur again. The results of this study indicate that relocation of the customer order decoupling point (CODP) can reduce MLT from 30 days to 26 days. By reducing this, production delays can be overcome. In terms of costs, this production system is lower than before and the profits are higher.

Keywords: mass customization, CODP, manufacturing lead time

ABSTRAK

Make To Order (MTO) adalah strategi manufaktur yang mengeksekusi pesanan berbeda berdasarkan permintaan konsumen. Dalam strategi MTO, produk diproduksi hanya ketika ada pesanan dari konsumen. Pada sistem MTO ini, proses produksi dimulai saat pesanan datang dan dimulai dengan perencanaan bahan baku yang memakan waktu lama dan menyebabkan Manufacturing Lead Time (MLT) yang lama. MLT yang panjang seringkali menyebabkan keterlambatan produksi dan memaksa perusahaan membayar lebih banyak lembur. Perusahaan harus mengadopsi sistem produksi yang dapat memenuhi berbagai pesanan dan memiliki waktu respon yang cepat. Pada penelitian ini dilakukan studi kasus pada perusahaan manufaktur sepatu dan tas di industri fesyen. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan strategi manufaktur kustomisasi massal (MC) untuk meminimalkan MLT. Strategi MC menggunakan konsep proses produksi berdasarkan pesanan dan persediaan. Kajian ini diharapkan dapat mengurangi MLT sehingga tidak terjadi lagi penundaan produksi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemindahan lokasi customer order decoupling point (CODP) dapat menurunkan MLT dari 30 hari menjadi 26 hari. Dengan mengurangi hal tersebut maka keterlambatan produksi dapat diatasi. Dari segi biaya, sistem produksi ini lebih rendah dari sebelumnya dan keuntungannya lebih tinggi.

Kata Kunci: kustomisasi massal, CODP, lead time manufaktur



1. PENDAHULUAN

Industri fesyen merupakan industri dengan siklus inovasi yang cepat karena mengikuti tren. Untuk menghindari produk yang tidak laku akibat perubahan tren, sebagian besar industri fesyen menerapkan strategi produksi Make to Order (MTO). MTO adalah sistem produksi dimana produk diproduksi setelah pesanan diterima dan produk diproduksi sesuai dengan permintaan konsumen. Penelitian ini berfokus pada sebuah perusahaan di Yogyakarta yang bergerak di industri fesyen yang memproduksi tas, sepatu dan sandal dengan menggunakan sistem produksi MTO. Industri fesyen pada penelitian ini menggunakan kulit nabati sebagai bahan baku utama. Produk yang diperoleh sebagian besar diekspor ke berbagai negara Eropa dan sisanya sekitar 10% dijual ke pasar lokal. Produk dipasarkan melalui sistem penjualan *online* dan *offline*. Sistem MTO yang diterapkan selama ini dijalankan perusahaan masih mengalami beberapa kendala, diantaranya yaitu adanya penundaan dan keterlambatan produksi. Produksi sering diselesaikan hanya pada tenggat waktu yang disepakati. Keterlambatan produksi disebabkan pelaksanaan proses produksi yang tiba-tiba setelah pesanan tiba, sehingga *lead time* manufaktur membutuhkan waktu yang lama.

Sistem produksi diawali dengan tahap penyiapan bahan baku, dimana tahap ini berlangsung cukup lama. Untuk mengatasi keterlambatan produksi perusahaan harus lembur. Jika produksi tertunda, maka tentunya pengiriman produk ke konsumen juga ikut tertunda, keterlambatan pengiriman mempengaruhi nilai kepuasan pelanggan. Dalam hal ini waktu pengiriman produksi juga mempengaruhi konsistensi perusahaan dalam hal waktu pengiriman.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem produksi yang fleksibel dan dapat memenuhi kebutuhan produksi yang berbeda dalam jumlah banyak serta memiliki waktu produksi yang singkat. Salah satu konsep yang dapat mengurangi *lead time* manufaktur adalah konsep *mass customization* (MC). Pollard et al. (2008) menyebutkan bahwa salah satu keunggulan MC adalah waktu reaksi yang singkat, yang berujung pada produktivitas yang tinggi dan biaya produksi yang rendah. Menurut Pine (1993), MC adalah kemampuan suatu perusahaan untuk memproduksi barang dan/atau

jasa sesuai dengan keinginan masing-masing konsumen, tetapi dengan efisiensi produksi yang serupa dengan produksi barang atau jasa secara massal. Dengan bantuan MC, perusahaan dapat merespon permintaan yang beragam akan suatu produk yang berorientasi pada keinginan individu konsumen baik dalam jumlah besar maupun kecil dan dengan waktu pengiriman yang lebih singkat. Berdasarkan penelitian Purnomo (2015) terbukti bahwa hasil yang diperoleh dengan menerapkan CODP (*Customer Order Decoupling Point*) berbasis MC pada perusahaan MTO yang berulang dapat mengurangi waktu pengiriman secara signifikan.

Penelitian tentang *positioning* CODP telah dipelajari sebelumnya. Diantaranya adalah penelitian Qin and Gen (2013) tentang perusahaan yang menerapkan MC dan menganalisis CODP untuk mengoptimalkan biaya produksi. Putri (2021) melakukan penelitian untuk mengubah posisi CODP untuk mengurangi *delay*, namun menggunakan perhitungan matematis standar dan langsung mengetahui berapa banyak perubahan yang dilakukan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan perbaikan sistem manufaktur yang memiliki waktu produksi yang singkat dan memenuhi berbagai permintaan melalui simulasi komputer. Simulasi adalah peniruan suatu sistem dengan menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja sistem (Harrell et al., 2004). Dengan bantuan simulasi, kami melihat perilaku sistem nyata secara mendalam. Simulasi juga sangat fleksibel dan memberikan hasil yang representatif.

2. METODE

MC adalah sebuah konsep proses bisnis yang menggabungkan efisiensi operasional dan diferensiasi produk dengan menawarkan produk bernilai tambah tinggi (Blecker dan Abdelkafi, 2006). Sistem MC bekerja dengan memiliki produk dasar atau produk standar, dan ketika produk dibuat, diperlukan konfigurasi antar komponen untuk mencapai karakteristik yang lebih berbeda (Salvador et al., 2009). MC mencakup semua aspek penjualan produk, pengembangan produk, produksi dan



pengiriman hingga produk sampai ke pelanggan (Prisila, 2015).

Salah satu poin utama MC adalah lokasi CODP yang tepat (Xuan-Guo, 2007). CODP adalah titik antara produksi yang dapat diprediksi dan kustomisasi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. CODP juga merupakan tempat pertemuan antara MTS dan MTO. Aktivitas pra-CODP didorong oleh perkiraan, sedangkan aktivitas pasca-CODP didasarkan pada permintaan pesanan pelanggan yang sebenarnya. Jian-hua dkk. (2007) mengatakan bahwa CODP merupakan titik yang berada antara produksi untuk persediaan berdasarkan perkiraan permintaan dan penyesuaian berdasarkan permintaan pelanggan. Sebaliknya, aktivitas pasca-CODP didasarkan pada permintaan pesanan pelanggan aktual dan proses spesifik sesuai permintaan.

Simulasi adalah hasil peniruan sistem dinamis menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja sistem (Harrell et al., 2004). Penggunaan simulasi yang efektif memerlukan perhatian khusus pada pemodelan dan implementasi proses. Simulasi menggunakan perangkat lunak pemodelan dari sebuah sistem. Salah satu software simulasi yang dapat digunakan yaitu Promodel. Promodel adalah perangkat lunak untuk simulasi sistem dan analisis sistem manufaktur. Promodel dapat digunakan untuk mengevaluasi sistem agar menjadi lebih baik, perancangan alternatif dan analisis rancangan proses sebelum diimplementasikan (Peter et al, 2021). Promodel adalah perangkat lunak simulasi yang berdiri sendiri yang melihat sistem produksi sebagai pengaturan proses di lokasi, seperti mesin atau stasiun kerja, di mana unit diproses sesuai dengan logika proses yang telah ditetapkan. Pengolahan data untuk penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Analisis struktural produk

Langkah pertama penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis struktur produk dari berbagai jenis dan bentuk tas dengan menggunakan *Bill of Materials* (BOM). Produk yang dianalisa adalah tas SICA M, SICA L, Bonaire, Grenada dan Fundo. Dengan analisis produk ini dapat diketahui komponen dari masing-masing produk dan komponen mana yang dapat disesuaikan. Pada analisis pertama struktur produk yaitu penentuan volume total bahan untuk setiap jenis tas yang diselidiki.

Setelah itu kelompokkan komponen modular dan kustom. Pengelompokan ini nantinya digunakan untuk menentukan skor CODP.

2. Analisis proses produksi dan penentuan rencana produksi

Setelah menganalisis struktur produk, proses selanjutnya adalah membuat diagram proses operasi (OPC). Informasi yang diperlukan untuk produksi OPC adalah informasi berurutan tentang proses produksi, jenis mesin, bahan baku, limbah produksi, dan waktu produksi. Dari analisis OPC dapat diketahui tahapan proses produksi, waktu proses produksi dan kebutuhan mesin untuk pembuatan setiap produk. Fungsi OPC digunakan dalam proses pengembangan model dan juga dalam penentuan posisi CODP.

3. Pengembangan model simulasi sistem nyata

Model simulasi sistem nyata dikembangkan dengan menggunakan perangkat lunak Promodel 7.5. Tujuan dari pengembangan model simulasi ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan perilaku dari keseluruhan sistem. Ada beberapa langkah untuk membuat model simulasi dari sistem nyata, langkah-langkah dalam prosesnya adalah sebagai berikut:

- a) Pemodelan input
- b) Model konstruksi
- c) Verifikasi model
- d) Menentukan jumlah iterasi
- e) Validasi model
- f) Menggunakan model sistem nyata

4. Menentukan lokasi CODP berdasarkan MC

Posisi CODP ditentukan berdasarkan struktur produk dan analisis OPC. Langkah pertama dalam menemukan CODP adalah mengidentifikasi proses menjadi dua bagian, pertama bagian MTS dan MTO. Titik CODP terletak di antara bagian MTO dan MTS. Dengan titik CODP, proses produksi dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama adalah bagian sebelum CODP, pada bagian ini proses produksi adalah membuat produk standar. Produk standar dibuat berdasarkan hasil ramalan dan dibuat sebelum pesanan tiba. Bagian kedua adalah bagian pasca CODP, bagian ini terdiri dari komponen-komponen yang memenuhi kebutuhan konsumen. Suku cadang setelah CODP baru diproduksi setelah kedatangan pesanan.



5. Pengembangan model simulasi sistem berbasis CODP MC

Langkah selanjutnya setelah menentukan titik CODP adalah membuat model simulasi berdasarkan titik CODP tersebut. Model simulasi berdasarkan CODP MC adalah model perbaikan sistem manufaktur yang diusulkan. Tujuan dari simulasi ini adalah untuk mendapatkan produksi yang lebih singkat dan merespon variasi pesanan. Langkah-langkah pembuatan model simulasi sistem berbasis CODP MC sama dengan pembuatan model simulasi sistem untuk sistem nyata. Siklus proses dimulai dengan memodelkan input, membangun model, memvalidasi model, dan terakhir memelihara model.

6. Analisa biaya produksi

Selain output yang dihasilkan dan waktu proses. Analisis biaya dilakukan untuk menentukan efisiensi ekonomi dari perbaikan sistem produksi. Analisis biaya dilakukan dengan membandingkan biaya produksi sistem nyata dengan sistem berbasis CODP.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

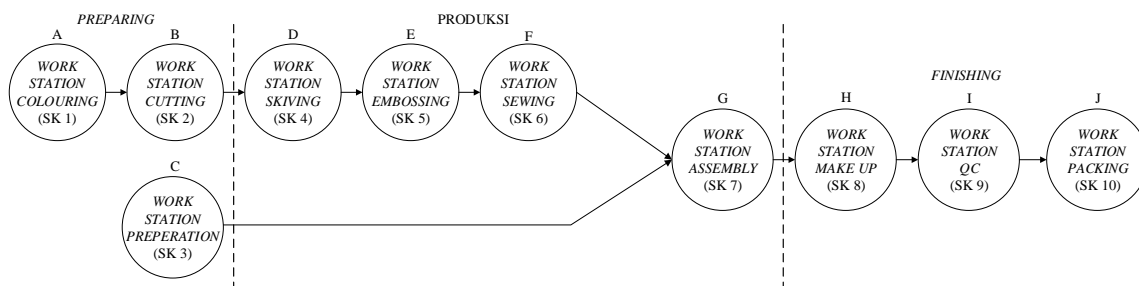
Proses produksi terdiri dari sembilan tahap, mulai dari tahap pencelupan warna, tahap pemotongan, tahap persiapan, tahap seset (*skiving*), tahap *embossing*, tahap penjahitan dan tahap perakitan, tahap *makeup*, tahap *quality control* (QC) dan tahap pengemasan (*package*). Data permintaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data permintaan produk tas ekspor. Data yang digunakan adalah data dari 12 bulan. Penelitian ini akan memilih 5 (lima) produk tas yang paling banyak permintaannya dan merupakan produk terlaris. Lima jenis tas yang dipertimbangkan dalam penelitian ini adalah SICA M, SICA L, Bottom, Bonaire dan Grenada. Untuk memperjelas struktur produk dari kelima produk tas tersebut, komponen-

komponennya dideskripsikan dengan membuat *Bill of Material* (BOM). Berdasarkan daftar produk yang disusun, komponen modular dan komponen kustom dikelompokkan. Desain modular adalah desain yang membagi komponen-komponen suatu produk menjadi beberapa modul yang saling berhubungan (Ulrich, 1995). Pengelompokan komponen modular pada penelitian ini didasarkan pada kesamaan struktur produk dan merupakan komponen umum. Karena perusahaan ini adalah perusahaan sistem MTO, selain komponen dasar, ada juga komponen yang dikustomisasi atau disesuaikan sesuai dengan keinginan semua orang. Pengelompokan komponen modular dan komponen kustom ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data komponen *modular* dan *Custom*

| Komponen <i>Modular</i> | Komponen <i>Custom</i> |
|-------------------------|------------------------|
| Bahan Baku Kulit | <i>Body</i> |
| Lather Tag | Tutup Depan |
| Label 1 | Saku |
| Kantong Furing M | Tepong |
| Kep.Gundul | Stopah |
| Kancing | Bis |
| Keling 255 Padat | Bantalan Ring |
| Keling 255 Lubang | Kantong Furing |
| Ring D | Sekat |
| Ring Kuda | |
| Rits | |
| Ring Kotak | |
| Ring Geser | |
| Ring Segitiga | |
| <i>Handle</i> | |

Untuk menganalisis proses produksi maka akan di buat *Operation Proseses Chart* (OPC) untuk masing-masing produk. Dari analisis OPC akan diketahui tahapan proses produksi, waktu proses, dan sisa hasil produksi untuk masing-masing produk.



Gambar 1. Aliran aktivitas produksi



3.1 Pembangunan model simulasi sistem nyata

Pada tahap ini, akan dibangun model simulasi dari sistem nyata atau sistem produksi yang sedang berjalan. Model ini dibangun untuk mengetahui *lead time* manufaktur dari rata-rata permintaan selama 12 bulan untuk kelima produk yang telah dipilih. Dari simulasi akan diketahui berapa *lead time* manufaktur yang dibutuhkan untuk menyelesaikan dari masing-masing produk tersebut dan juga secara keseluruhan. *Software* simulasi yang digunakan untuk membuat model adalah promodel. Gambar 2 merupakan gambar model simulasi sistem nyata menggunakan promodel. Model yang sudah jadi dan bisa dijalankan kemudian akan di verifikasi.

Verifikasi merupakan proses untuk mengetahui apakah model yang dibuat ke dalam program komputer sudah benar. Proses verifikasi dilakukan dengan mengidentifikasi kesalahan dalam logika maupun data. Langkah proses verifikasi antara lain memeriksa *model code*, memeriksa *output* dan memeriksa animasi. Setelah model terverifikasi langkah selanjutnya adalah melakukan validasi. Sebelum divalidasi, akan dilakukan penentuan jumlah replikasi simulasi.

s : standar deviasi data hasil replikasi awal

R : jumlah replikasi awal

$$hw = t_{\alpha/2, R-1} \cdot s / \sqrt{R}$$

$$= t_{(0.05/2, 12-1)} (x 25,47) / \sqrt{11}$$

$$= 2,201 \times 7,68$$

$$= 16,90$$

$$r' = \left[\frac{(t_{\alpha/2})s}{hw} \right]^2 = \left[\frac{(2,201)25,47}{16,90} \right]^2 = 10,99$$

$$\approx 11$$

Dari hasil perhitungan replikasi tersebut menunjukkan bahwa jumlah replikasi minimal adalah 11 kali, sehingga replikasi awal tidak perlu dilakukan penambahan replikasi.

Validasi data dilakukan untuk mengetahui apakah model simulasi yang telah dibuat sudah mewakili sistem nyatanya. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data entitas yang keluar dari simulasi dengan sistem nyatanya. Entitas yang akan diuji yaitu data jumlah permintaan. Uji validasi menggunakan hipotesis nol yaitu

bahwa data nyata sama dengan data yang dihasilkan oleh simulasi. Tingkat kepercayaan yang digunakan yaitu sebesar 95%. Dengan demikian, apabila $p\text{-value} > 0,05$, maka hipotesis nol diterima dan data dikatakan valid. Hasil uji validasi untuk data permintaan dapat dilihat pada Tabel 2.

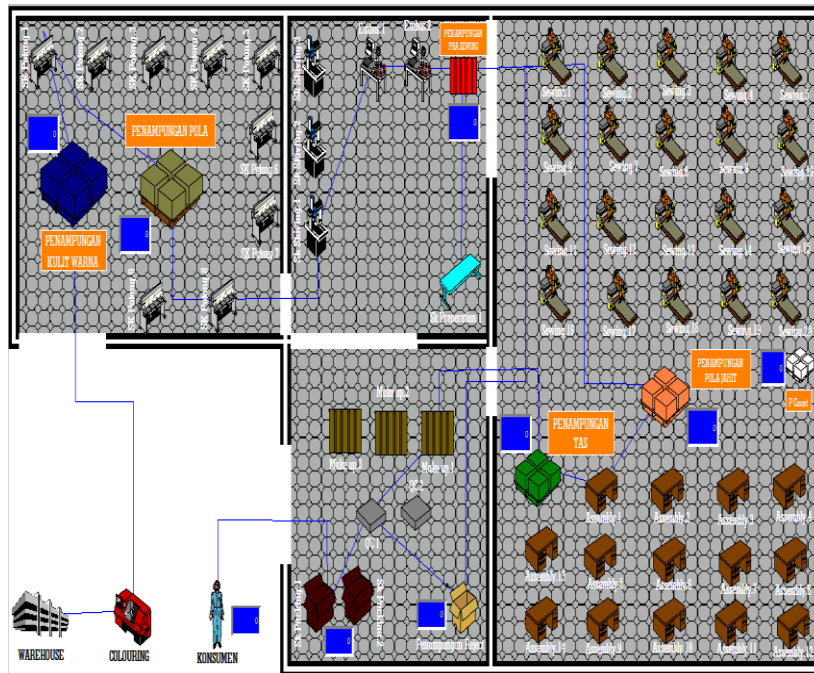
Tabel 2. Hasil uji validasi

| No | Data | Uji Statistik | P-Value | Keterangan |
|----|---------|----------------------|---------|------------|
| 1 | Sica M | wilcoxon | 0,117 | Valid |
| 2 | Sica L | paired sample t-test | 0,993 | Valid |
| 3 | Bonaire | paired sample t-test | 0,804 | Valid |
| 4 | Grenada | wilcoxon | 0,754 | Valid |
| 5 | Fundo | wilcoxon | 0,929 | Valid |

Dari hasil uji validasi tersebut semua data mempunyai nilai $p\text{-value} > 0,05$ itu berarti bahwa semua data dinyatakan valid. Itu berarti model simulasi sudah mewakili dari sistem nyata. Berdasarkan hasil *running* simulasi sistem nyata yang direplikasi sebanyak 12 kali diperoleh *lead time* manufaktur untuk membuat produk tas sica m, sica l, bonaire, grenada, dan fundo dengan rata-rata permintaan tiap bulan 734 tas yaitu sebesar 30 hari. Berdasarkan hasil *output* simulasi yang didapatkan, jika dikonversikan secara manual perhitungan *lead time* manufaktur adalah sesuai Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi rata-rata waktu proses sistem nyata

| Stasiun Kerja (SK) | Waktu Proses/unit (menit) | | | | |
|------------------------|---------------------------|--------|---------|---------|-------|
| | Sica M | Sica L | Bonaire | Grenada | Fundo |
| <i>Colouring</i> | 2,47 | 2,47 | 2,47 | 2,47 | 2,47 |
| <i>Cutting</i> | 2,04 | 2,19 | 1,16 | 1,38 | 0,34 |
| <i>Skiving</i> | 4,04 | 4,38 | 3,01 | 4,14 | 2,96 |
| <i>Embossing</i> | 0,97 | 0,87 | 0,92 | 0,91 | 1,02 |
| <i>Sewing</i> | 4,17 | 4,35 | 2,64 | 3,04 | 3,07 |
| <i>Assembling</i> | 4,75 | 4,84 | 2,33 | 2,63 | 2,86 |
| <i>Make Up</i> | 0,85 | 0,88 | 0,81 | 0,79 | 0,75 |
| <i>Quality Control</i> | 3,27 | 3,69 | 3,93 | 3,30 | 1,02 |
| <i>Packing</i> | 1,12 | 1,06 | 1,36 | 1,35 | 1,36 |
| Total | 23,68 | 24,73 | 18,63 | 20,01 | 15,87 |



Gambar 2. Gambar model sistem nyata

Tabel 3 di atas merupakan rekapitulasi hasil perhitungan waktu proses per unit untuk kelima produk terpilih.

$$\begin{aligned} \text{Waktu proses Sica M} &= \text{Total waktu proses} \times \\ &\text{Jumlah permintaan} \\ &= 23,68 \times 170 \\ &= 4015,66 \text{ menit} \approx 67,09 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu proses Sica L} &= \text{Total waktu proses} \times \\ &\text{Jumlah permintaan} \\ &= 24,73 \times 163 \\ &= 4032, \text{ menit} \approx 67,17 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu proses Bonaire} &= \text{Total waktu proses} \times \\ &\text{Jumlah permintaan} \\ &= 18,63 \times 145 \\ &= 2696,96 \text{ menit} \approx 45,03 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu proses Grenada} &= \text{Total waktu proses} \times \\ &\text{Jumlah permintaan} \\ &= 20,01 \times 130 \\ &= 2591,01 \text{ menit} \approx 43,35 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu proses Bonaire} &= \text{Total waktu proses} \times \\ &\text{Jumlah permintaan} \\ &= 15,87 \times 128 \\ &= 2026,95 \text{ menit} \approx 33,85 \text{ jam} \end{aligned}$$

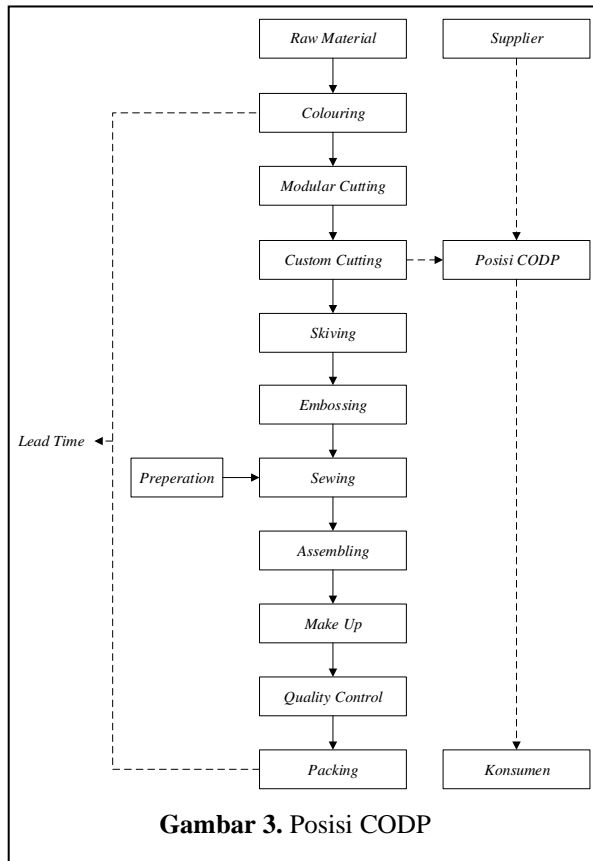
$$\begin{aligned} \text{Lead Time} &= \frac{\text{Total waktu proses}}{\text{Jam Kerja}} \\ \text{Lead Time} &= \frac{67,09+67,17+45,03+43,35+33,85}{8,45} \\ \text{Lead Time} &= 30,35 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jumlah hari kerja perminggu adalah 5 (lima) hari kerja dan untuk jam kerja perharinya yaitu 8,45 jam. Jadi untuk *lead time* manufaktur untuk 736 produk yaitu membutuhkan waktu selama 30,35 hari.

3.2 Identifikasi *Customer Order Decoupling Point (CODP)*

Berdasarkan hasil dari analisis struktur produk dan analisis proses produksi serta identifikasi tata letak fasilitas maka pada tahap ini akan dilakukan penentuan CODP. Pada lingkungan manufaktur MTO, posisi CODP berada di tengah-tengah proses produksi dimana CODP digunakan untuk membagi proses produksi menjadi dua bagian. Untuk komponen produk modular dan juga komponen yang mempunyai kesamaan proses produksi maka terletak sebelum posisi CODP, sedangkan untuk komponen kostum yang disesuaikan dengan permintaan berada setelah CODP. Oleh karena itu berdasarkan analisis tersebut posisi CODP berada diantara proses *cutting* atau pemotongan kulit, kulit yang sudah melalui proses pewarnaan sudah siap untuk dilakukan proses *cutting* untuk membuat komponen modular dan komponen

kustom. Artinya posisi CODP berada pada pra-CODP. Jadi setelah diketahui posisi CODP di proses *cutting* maka proses *cutting* akan dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap modular *cutting* dan *custom cutting*. Posisi CODP dapat dilihat pada Gambar 3.



Dari gambar tersebut maka untuk proses *colouring* dan juga untuk modular *cutting* dapat diprediksi sebelumnya dengan menggunakan metode *forecasting*. Oleh karena itu proses *raw material* sampai dengan posisi CODP dapat diterapkan MTS sehingga proses produksi dapat dilakukan jauh sebelum pesanan datang, hal ini akan membantu mengurangi *lead time* manufaktur. Kemudian untuk proses produksi setelah posisi CODP dapat diterapkan dengan sistem MTO dan bahkan juga dapat diterapkan dengan sistem *Engineer to Order* (ETO) berdasarkan pesanan yang datang. Dengan penerapan MTS dan MTO yang berada diantara CODP maka akan menguntungkan konsumen karena pesanan dapat dengan cepat diproduksi hal ini karena bahan baku setengah jadi sudah tersedia sebelumnya.

Setelah CODP sudah diketahui maka proses selanjutnya yaitu membuat model simulasi berdasarkan CODP. Dalam model

simulasi ini masih menggunakan data serta proses pengerjaan seperti pada model simulasi sistem nyata namun dengan merubah posisi CODP. Simulasi untuk model berdasarkan CODP menggunakan data input yang sama seperti pada sistem nyata, yaitu sebesar 734 produk dan dilakukan pengulangan sebanyak 12 kali. Dari hasil simulasi model berdasarkan CODP diketahui *lead time* manufaktur untuk membuat tas sesuai dengan pesanan diketahui membutuhkan waktu sebesar 26 hari. Itu berarti menunjukkan adanya pengurangan *lead time* manufaktur selama 4 hari. Dengan *lead time* manufaktur yang lebih pendek maka tentunya hasil produksi juga semakin meningkat. Dari hasil peningkatan ini tentunya keterlambatan produksi dapat teratasi. Sehingga dapat mendatangkan keuntungan yang lebih besar bagi perusahaan.

Dari adanya perubahan strategi produksi dari sistem MTO menjadi *mass customization* terdapat banyak perubahan yang terjadi salah satunya yaitu dari segi biaya. Dengan adanya perubahan strategi produksi tersebut tentunya ada perbedaan biaya yang dibutuhkan dalam proses produksi. Dalam sistem nyata biaya produksi meliputi biaya tetap, biaya variabel, dan biaya lembur. Biaya tetap dalam sistem nyata yaitu sebesar Rp. 90.666.667, biaya tetap terdiri dari biaya penyusutan peralatan, biaya PBB, biaya perawatan mesin dan peralatan, administrasi dan kantor, dan tenaga kerja tak langsung. Sedangkan untuk biaya variabel meliputi biaya bahan baku kulit, kemasan, kardus *packing*, energi listrik, tenaga kerja langsung, distribusi dan pemasaran. Biaya variabel dalam sistem nyata yaitu sebesar Rp.4.160.632. Selain biaya tetap dan variabel dalam sistem nyata terdapat biaya lembur. Biaya lembur dibayarkan untuk pekerjaan tambahan dalam menyelesaikan keterlambatan produksi yang sudah melebihi tanggal jatuh tempo dari waktu yang sudah disepakati. Biaya lembur tersebut sebesar Rp.872.620 dengan rata-rata produk perbulan sebesar 23 produk. Kemudian untuk total biaya produksi sistem nyata yaitu sebesar Rp. 865.000.776.

Untuk sistem berdasarkan CODP biaya produksi terdiri dari biaya tetap dan variabel. Dalam sistem CODP ini semua produk dapat diselesaikan tepat waktu, oleh karena itu tidak ada biaya lembur seperti pada sistem nyata. Sistem berdasarkan CODP ini mempunyai



waktu yang lebih singkat sehingga jumlah produk yang dihasilkan lebih banyak dari sistem nyata. Biaya tetap dalam sistem berdasarkan CODP sama dengan biaya dalam sistem nyata yaitu sebesar Rp.90.666.667. Kemudian untuk biaya variabel dalam sistem berdasarkan CODP yaitu sebesar Rp. 4.164.632, biaya ini lebih besar dibanding pada sistem nyata. Hal ini disebabkan karena dalam sistem CODP terdapat biaya penyimpanan untuk produk hasil MTS. Setelah dilakukan perhitungan maka biaya produksi sistem berdasarkan CODP yaitu sebesar Rp.864.871.755.

Biaya produksi untuk sistem berdasarkan CODP lebih murah dibanding dengan biaya dalam sistem nyata. Selisih biaya tersebut yaitu sebesar Rp. 129.020. Jadi dapat disimpulkan bahwa selain *lead time* manufaktur yang lebih singkat, biaya produksi dalam sistem berdasarkan CODP juga lebih murah dibanding dengan biaya produksi dalam sistem nyata. Perbandingan biaya pada sistem sebelum dan sesudah perubahan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan biaya sistem nyata dan CODP

| Komponen Biaya | Biaya pada sistem nyata | Biaya setelah CODP |
|----------------|-------------------------|--------------------|
| Biaya tetap | Rp. 90.666.667 | Rp.90.666.667 |
| Biaya variabel | Rp.4.160.632. | Rp. 4.164.632, |
| Biaya lembur | Rp.872.620 | Rp.864.871.755. |
| Total biaya | Rp. 865.000.776. | - |
| Selisih | | Rp. 129.020 |

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sebenarnya sistem dengan model MTO masih belum efektif karena masih terdapat keterlambatan produksi. Untuk mengatasi masalah ini, sistem manufaktur berbasis pesanan dan persediaan, yaitu MC, diusulkan. Dengan mengimplementasikan MC berbasis CODP, hasilnya mengurangi *lead time* manufaktur. *Lead time* manufaktur yang semula 30 hari, berkurang menjadi 26 hari, yang berarti *lead time* manufaktur berkurang 4 hari atau 20%. Waktu produksi yang lebih singkat juga mempengaruhi peningkatan kecepatan produksi, sehingga produk yang dihasilkan lebih mendekati target produksi. Selain itu,

biaya sistem produksi MC berbasis CODP lebih rendah dari sistem sebenarnya. Biaya produksi dalam sistem nyata awalnya Rp. 865.000.776, ketika menggunakan sistem produksi MC berbasis CODP, biaya produksi menjadi Rp. 864.871.75. Biaya produksi berdasarkan sistem produksi berkurang sebesar Rp. 129.020 dibandingkan dengan biaya produksi sebenarnya dari sistem konvensional sebelumnya. Saran yang dapat diberikan sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya antara lain perlunya perhitungan kelompok untuk menghitung persediaan dari sistem MTO. Selain itu, penentuan posisi CODP harus dilakukan secara matematis agar lebih jelas saat mengelompokkan komponen modular dan komponen kustom.

DAFTAR PUSTAKA

- Blecker, T., dan Abdelkafi, N., 2006, "Mass Customization: State-of-the-Art and Challenges", *International Series in Operations and Research & Management Science*, Vol. 87 hal 1-25.
- Harrel, C., Ghosh, B. K., Bowden, R. O., 2004, *Simulation Using ProModel*, New York, The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Jian-hua, J., Li-li, Q., dan Qiao-lun, 2007, "Study on CODP Position of Process Industry Implemented Mass Customization", *Systems Engineering - Theory & Practice*, Vol 27, hal 151-157.
- Pine, J., 1993, *Mass Customization : The New Frontier in Business Competition*, Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Pollard, D., Chuo, S., dan Lee, B., (2008), "Strategies for Mass customization", *Journal of Business & Economics Research*, hal 77-86.
- Prisila, H., 2016, *Dari Mass Production Menuju Mass Customization : Sebuah Tantangan*, Program Studi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi.
- Purnomo, M. R. A., dan Sufa, M. F., 2015, "Simulation-Based Performance Improvement Towards Mass Customization in Make to Order Repetitive Company", *Proceedings of the 2nd*



- International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference*, hal 408 - 412.
- Putri, C. R. (2021). Perencanaan Persediaan Bahan Baku dengan Penerapan Konsep Decoupling Point untuk Mereduksi Lead Time. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 172-179.
- Qin, Y., & Geng, Y. (2013). Production cost optimization model based on CODP in Mass Customization. *International journal of computer science issues (IJCSI)*, 10(1), 610.
- Peter, A. B., Al Abbad, J. A., & Mohamed, I. Design and Analysis of a Manufacturing System Using Promodel.
- Salvador, F., De Holan, P. M., & Piller, F. (2009). Cracking the Code of Mass Customization. *MITSloan Management Review*, 5 (30).
- Xuan-Guo, X., 2007, "Position Of Customer Order Decoupling Point In Mass Customization", *Proceedings of the Sixth International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, hal 302-307.