

UNIVERSITAS TRISAKTI

**PENGEMBANGAN MODEL DINAMIS UNTUK MEMPERKIRAKAN BIAYA
AKIBAT PERUBAHAN DATA ORDER DI PT.XYZ**

RINGKASAN TESIS

SIGIT ADI PRATAMA

163011910009

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
JAKARTA
AGUSTUS 2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Sigit Adi Pratama
NIM : 163011910009
Program Studi : Magister Teknik Industri
Judul Tesis : Pengembangan Model Dinamis untuk
Memperkirakan Biaya Akibat Perubahan Data
Order di PT.XYZ

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Didien Suhardini, MSc, Ph.D ()

Pembimbing II : Ir. Agung Sedyono, M.T, Ph.D ()

Penguji I : Prof. Pawardi Moengin, PhD ()

Penguji II : Dr. Dedy Sugiarto, Ssi, MM ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 28 Agustus 2023

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian.....	7
1.4. Manfaat Penelitian.....	7
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Perubahan Data Order	9
2.2. Causal Loop Diagram.....	12
2.3. Penelitian Terdahulu	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Kerangka Pemikiran.....	18
3.2. Tahapan Penelitian	19
3.3. Data dan Teknik Pengumpulan Data.....	22
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Perubahan Data Order	23
4.2. Analisis Model Causal Loop Diagram	29
4.3. Pembahasan Temuan Penelitian.....	37
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	41
Daftar Pustaka	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Summary PO Change (dalam satuan pairs)	4
Gambar 3. 1 Kerangka Pemikiran.....	18
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian	19
Gambar 3. 3 Ilustrasi Causal Loop Diagram	20
Gambar 3. 4 Pengembangan Model Perhitungan Claim Cost	21
Gambar 4. 1 Manufaktur PT.XYZ.....	24
Gambar 4. 2 Intruksi PO Change	29
Gambar 4. 3 Causal Loop Diagram Perubahan Data Order.....	30
Gambar 4. 4 Stock and Flow Diagram PO Change	32
Gambar 4. 5 Loop pada SFD untuk Claim Cost	32
Gambar 4. 6 Hasil simulasi pada current condition SFD.....	34
Gambar 4. 7 SFD sebelum Running Simulasi	34
Gambar 4. 8 Running sistem dinamis claim cost.....	35
Gambar 4. 9 Grafik hasil <i>running</i> sistem dinamis <i>claim cost</i>	36
Gambar 4. 10 Kebijakan Baru Untuk PO Change	36
Gambar 4. 11 Perbandingan pemodelan sebelum dan sesudah	38

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kategori dan Jumlah <i>PO Change</i>	5
Tabel 4. 1 Kebijakan Perubahan Data Order PT. XYZ dengan Buyer	24
Tabel 4. 2 Data Jumlah Kasus <i>PO Change</i>	27
Tabel 4. 3 Data Jumlah Pasang <i>PO Change</i>	28
Tabel 4. 4 Data Claim Cost	28
Tabel 4. 5 Variables dan Equation dalam SFD	33
Tabel 4. 6 Perbandingan Claim Cost	38
Tabel 4. 7 Kebijakan <i>PO change</i> berdasarkan kategori.	39

ABSTRAK

Nama : Sigit Adi Pratama
Program Studi : Magister Teknik Industri
Judul : Pengembangan Model Dinamis untuk
Memperkirakan Biaya Akibat Perubahan Data
Order di PT.XYZ

PT.XYZ adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang alas kaki dengan produk ternama. Kerjasama manufaktur dengan merek sepatu ternama dunia menyebabkan muncul kebijakan perubahan data order. Dampak yang terjadi akibat perubahan data order yaitu dari tahun 2014 hingga 2022 sebanyak 26.540.233 pasang sepatu. Perubahan data order dikategorikan menjadi *change size run*, *change item text*, dan *cancellation*. Perbuahan data order yang pada umumnya terjadi dibidang konstruksi namun nyatanya juga terjadi pada manufaktur. Membantu analisis sebab dan akibat perubahan data order dengan memanfaatkan *causal loop diagram*. Hasil dari penerapan *causal loop diagram* terdapat variabel tambahan untuk melakukan *claim cost* menjadi tiga variabel. Variabel terdahulu hanya *material cost* kemudian bertambah *component cost* dan *finish goods*. . Pada *claim cost* awal sebesar 693.307 USD kemudian meningkat menjadi 2.222.410 USD. Pemanfaatan metode ini sudah menjawab tentang claim cost bidang manufaktur dengan ditemukannya dua variabel baru *claim cost*. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penerapan *claim cost* dibidang manufaktur kepada pihak konsumen, dikarenakan melakukan *claim cost* tentang *change order* yang masih minim penelitian terkait bidang manufaktur.

Kata kunci:

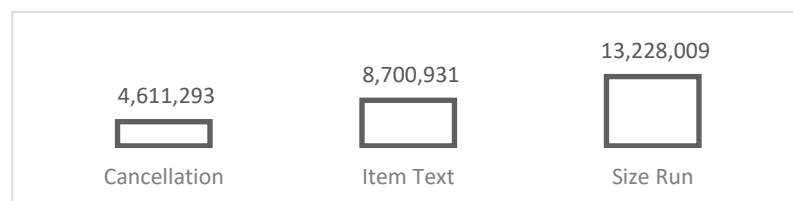
Biaya Klaim; Diagram Sebab Akibat; Pembuatan Sepatu; Sistem Dinamik; Perubahan Order

RINGKASAN TESIS

PT. XYZ sudah memiliki sistem aplikasi bisnis yang dapat melakukan proses pengolahan data permintaan yang diberikan. System Analysis and Product in Data Processing (SAP) adalah suatu aplikasi bisnis yang digunakan oleh perusahaan untuk pengelolaan sumber dayanya. PT XYZ memiliki aplikasi bisnis internal perusahaan yang saling terhubung dengan perusahaan rekanan dalam satu group namun tidak terhubung dengan sistem yang dimiliki oleh pihak buyer. Pada hal ini yang disebut buyer adalah pihak yang memberikan pemesanan permintaan pada jumlah tertentu kepada PT. XYZ. Sistem yang ada pada buyer memiliki data order yang mutlak dan tidak dapat diubah oleh pihak internal perusahaan dalam hal ini adalah PT. XYZ. Pihak buyer adakalanya melakukan perubahan data order pada detail-detail yang kecil seperti pada ukuran sepatu, jumlah total sepatu, negara tujuan ekspor, plant code tujuan negara sepatu akan dikirimkan, bahkan ada proses perubahan nomor urut order yang sering disebut PO (purchase order) dan Item (A sequentially assigned space on a order for each product ordered by a customer. A customer order item may occupy more than one line item).

Data pada sistem yang ada pada pihak buyer telah berubah namun tidak demikian dengan data yang ada pada sistem internal berubah secara langsung mengikuti sumbernya. Hal tersebut terjadi karena tidak memiliki akses untuk mengintegrasikan sistem. Proses untuk mengidentifikasi perubahan data tersebut harus dilakukan pencarian terlebih dahulu oleh team internal perusahaan dengan mengunduh data yang ada pada sistem buyer yang kemudian dilakukan analisis dengan data yang ada pada perusahaan saat pertama kali menerima permintaan pesanan. Proses pencarian perubahan data tersebut dengan membandingkan antara data order yang ada pada sistem internal perusahaan dan data pada sistem eksternal perusahaan dilakukan dengan menggunakan bantuan spreadsheet secara manual tidak menggunakan SAP.

Keterlambatan informasi berakibat buruk bila ternyata muncul kasus perubahan data *order* oleh *buyer* secara sepihak. Artinya secara sepihak adalah tanpa pemberitahuan terlebih dahulu seperti menggunakan *email*. Pembatalan jumlah pesanan sepatu tersebut mengakibatkan kerugian biaya. Kerugian seperti itu yang seharusnya bisa untuk diminimalkan. Perubahan data order atau yang umumnya disebut sebagai *PO Change* yang terjadi dapat dikelompokkan menjadi *cancellation*, *item text*, dan *size run*.



Gambar 1. 1 Summary PO Change (dalam satuan pairs)

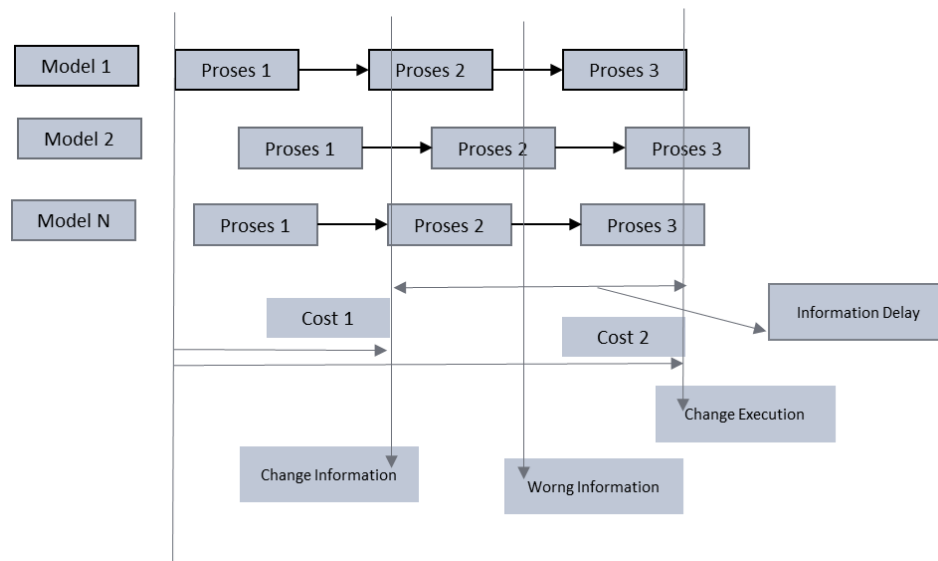
Bila dilihat dari grafik pada Gambar 1.1 menunjukkan tingkat *PO Change Size Run* dengan jumlah terbanyak sebanyak 13.228.009 pasang sepatu (*pairs*). Kasus yang berhasil dikelompokkan kedalam kategori *item text* yaitu 8.700.931 pasang sepatu. Pada kategori untuk *cancellation* yang telah terjadi sebanyak 4.611.293 pasang sepatu. Perubahan order yang paling banyak terjadi mulai dari tahun 2019 sampai 2022. Munculnya kasus perubahan data order terbesar terjadi pada tahun 2021 dengan perubahan order dalam bentuk *size run* sebanyak 2.556.085 pasang sepatu, *item text* 2.011.404 pasang sepatu, dan *cancellation* sebanyak 1.252.641 pasang sepatu. Perubahan yang terjadi harus dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui dampak kepada perusahaan.

Perhitungan *claim cost* sebelum diajukan kepada pihak *buyer* kita lakukan pemeriksaan terlebih dahulu. Periksa tanggal *lasting week* proses produksi untuk order tersebut. Bila sudah mendekati tanggal pengiriman yaitu 2 minggu diajukan *claim cost* berupa harga sepatu (*FOB*). Bila proses *change order* dilakukan pada saat order tersebut diterima yaitu 7 hari dari tanggal pembuatan order di *SAP system* maka dianggap tidak ada *cost* untuk *claim*. Lebih dari 7 hari setelah

pembuatan order di SAP system maka dilakukan proses *claim cost* berdasarkan harga material.

Proses perhitungan yang dilakukan menentukan kesesuaian mengenai jumlah *cost* yang diajukan untuk *claim cost* ke team *buyer*. *Claim cost* sangat membantu perusahaan untuk meminimalisir kerugian yang terjadi akibat proses perubahan data order. Berdasarkan hal tersebut perlu suatu pengembangan pemodelan untuk proses *claim cost* ke *buyer*. Sehingga perlu untuk dilakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Model Dinamis untuk Memperkirakan Biaya Akibat Perubahan Data Order di PT.XYZ”.

Model sistem dinamis dapat dibangun hubungan karena keduanya diturunkan dari diagram lingkaran sebab akibat hasil dari identifikasi faktor-faktor penting dan dependensi dan umpan balik diidentifikasi. Parameter model SD yang relevan dengan analisis dipilih lebih cepat dengan mengidentifikasi parameter yang mempengaruhi variabel kinerja yang diturunkan dari tujuan tingkat tinggi. Demikian model hanya berisi parameter yang bersangkutan.



Gambar 3. 1 Pengembangan Model Perhitungan Claim Cost

CLD yang telah didapatkan maka akan di olah kembali kedalam bentuk pengembangan perhitungan *claim cost* serta yang merupakan laju pengembangan dari model dinamis. Model tersebut membutuhkan detail mengenai hubungan ketergantungan waktu yang diwakili oleh anak panah penghubung seperti pada Gambar 3.4. Setelah selesai merumuskannya dalam CLD maka dilakukan proses analisis. Hasil dari analisis adalah pengembangan sistem yang dinamis untuk dapat memperkirakan dampak perubahan biaya akibat pembatalan order di PT.XYZ seperti pada Gambar 3.5.

$$\text{Extra cost} = (\text{Cost 2} - \text{Cost Return 2}) - (\text{Cost 1} - \text{Cost Return 1})$$

Gambar 3.5 Konsep Perumusan *Claim Cost* Perubahan Data Order

Pada Gambar 3.5 merupakan Extra Cost yang digunakan untuk melakukan claim cost yang disebabkan oleh terjadinya perubahan data order. *Extra cost* dalam hal ini diartikan jumlah biaya yang telah dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan proses pengerjaan sepatu yang telah diberikan oleh buyer sesaat muncul untuk dilakukan perubahan data order yang diterima oleh perusahaan. Perhitungan claim cost yang dilakukan karena adanya perubahan data order akan dilakukan sesuai dengan jenisnya dengan kategori *change size run*, *cancellation*, dan *item text*. Perubahan data order dapat terjadi pada semua proses yang sedang dijalankan.

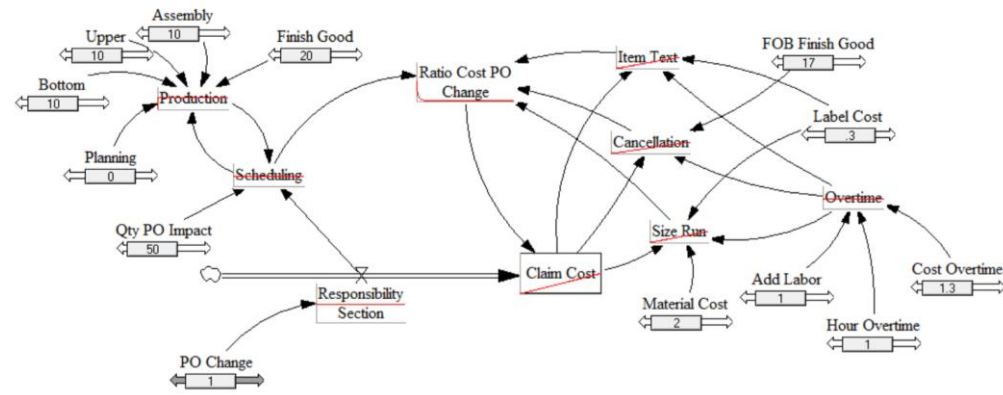
Perubahan data order yang telah terjadi pada PT.XYZ didapatkan data berikut:

Tabel 4. 1 Data Jumlah Kasus *PO Change*

PO Change	Years									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Grand Total
Cancellation	5	101	304	371	187	325	747	695	212	2947
Item Text	222	311	501	469	214	638	949	1025	1130	5459
Size Run	49	546	734	883	468	594	603	825	849	5551
Grand Total	276	958	1539	1723	869	1557	2299	2545	2191	13957

Pada tabel 4.2 data jumlah kasus perubahan data order yang terjadi pada PT.XYZ. Jumlah kasus itu dihitung berdasarkan data yang telah dilakukan *email* konfirmasi atau dilakukan pemberitahuan secara resmi kepada seluruh rantai produksi. Pada tabel tersebut jumlah perubahan data order terjadi paling besar ada pada tahun 2021 sebanyak 2545 kasus perubahan data order. Perubahan paling besar terdapat pada kategori *item text*. Perubahan tersebut terjadi karena bersamaan dengan pandemi *covid19* yang membuat perusahaan merasakan dampak perubahan data order secara signifikan.

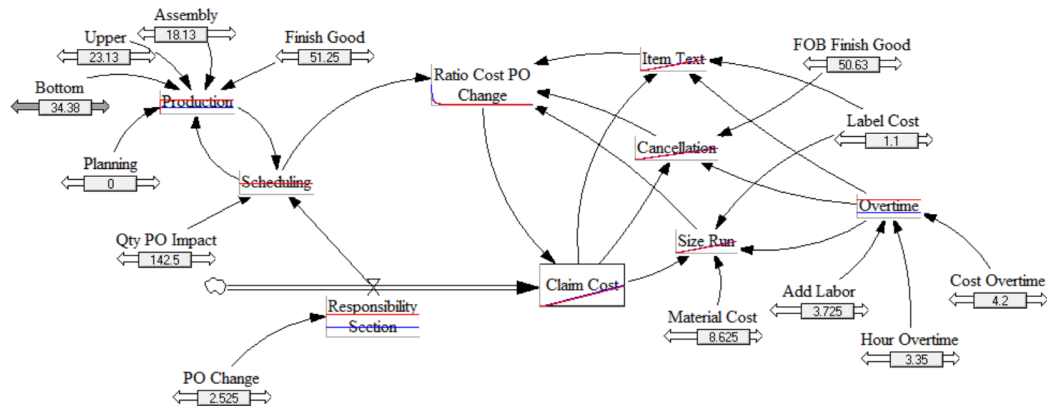
Sedangkan untuk *claim cost* akan memberikan pengaruh dari dampak bernilai uang dari jumlah *material*, *FOB*, *overtime*, dan *label cost* yang dihitung.



Gambar 4. 1 SFD sebelum Running Simulasi

Kemudian untuk memastikan mengenai model simulasi yang dibuat akan sesuai harapan maka dapat dilihat pada gambar 4.7 yang merupakan bentuk simulasi yang belum dilakukan proses running dengan kondisi saat awal. Kondisi awal yang terjadi adalah dengan kasus *PO change* sebanyak 1 kasus yang melibatkan *change size run*, *item text*, dan *cancellation*. Perkiraan biaya yang didapatkan dari perusahaan didapatkan untuk *FOB finish good* 17 USD, *label cost* 3 USD, *cost overtime* 1.3 USD, *hour overtime* 1 hour, *add labor* 1 orang, *material cost* 2 USD. Sedangkan pada kasus *PO change* sebanyak 1 kasus terdampak pasang sepatu yaitu 50 pasang sepatu dengan pembagian terdampak pada bagian produksi *bottom* 10 pasang, *upper* 10 pasang,

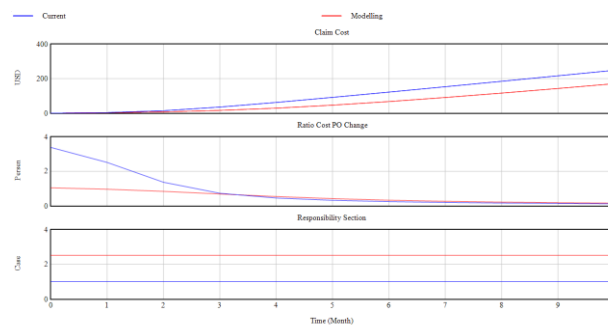
assembly 10 pasang, dan *finish good* 20 pasang. Hasil sistem dasar tersebut dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 2 *Running* sistem dinamis *claim cost*

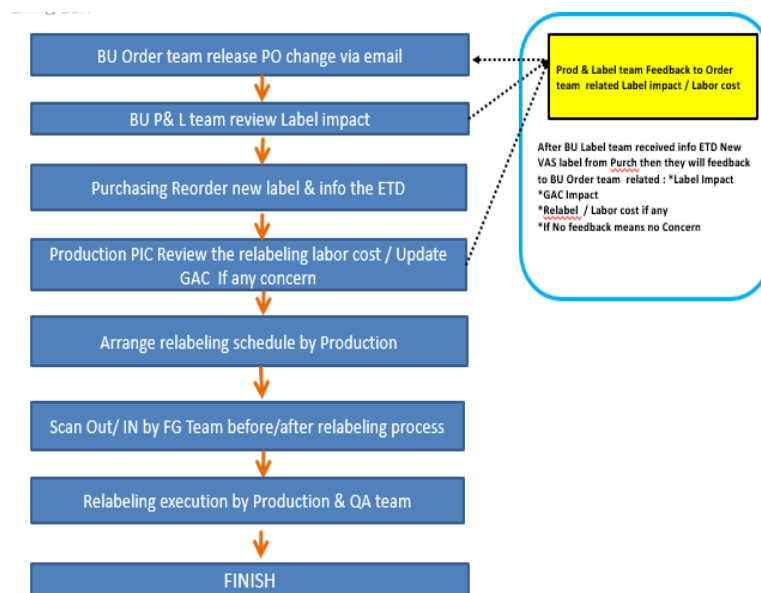
Simulasi kemudian kita running dengan menggunakan perubahan data yang seperti terdapat pada gambar diatas. Terdapat pergerakan grafik pada claim cost, overtime, size run, item text, cancellation dengan hasil model meningkat dibandingkan sebelumnya. Sedangkan nilai ratio cost PO change mengalami penurunan dikarenakan perbandingan jumlah kasus dengan claim cost yang sama sama meningkat. Ketika kita simulasikan dengan menggunakan jumlah kasus PO change sebanyak 3 (nilai pembulatan) maka dan jumlah pasang sepatu kita tingkatkan dengan detail masing masing terdampak pada setiap kategori perubahan data order (cancellation, size run, dan item text) meningkat diiringi dengan peningkatan total biaya maka hasil dari harapan nilai claim cost yang meningkat.

Hasil secara grafik dapat dilihat dengan jelas pada gambar 4.9.



Gambar 4. 3 Grafik hasil *running* sistem dinamis *claim cost*.

Grafik hasil running sistem dinamis untuk memodelkan peningkatan claim cost pada gambar 4.9 menunjukkan hasil sesuai yang diharapkan. Nilai claim cost akan meningkat dengan menggunakan model tersebut. Kategori dari setiap perubahan data order seperti cancellation, size run, dan item text ikut meningkat



Gambar 4. 4 Kebijakan Baru Untuk PO Change

Berkenaan dengan sering terjadinya perubahan data order maka diperlukan kordinasi baru untuk team order dengan team dilapangan. Sehingga team seluruh team yang berdampak akan memberikan pesan balik berupa informasi terdampak atau tidaknya dengan perubahan data order. Dampak yang diinformasikan adalah dengan adanya penambahan atau memerlukan waktu kerja untuk memenuhi pengerjaan data order tersebut.

Hasil verifikasi dapat dilihat pada sistem berhasil di running dengan baik ketika nilai pada variabel dilakukan input data dengan kondisi tertentu. Hasil dapat ditunjang dan dilihat dengan detail pada gambar 4.11.

Time (Month)	Current	Modelling.vdfr
0	0	0
1	3.38983	2.65022
2	14.4558	7.66373
3	35.6667	16.2788
4	62.5288	29.3269
5	91.793	46.708
6	122.229	67.6227
7	153.333	91.1509
8	184.862	116.556
9	216.683	143.319
10	248.716	171.087

Gambar 4. 5 Perbandingan pemodelan sebelum dan sesudah

Tahap validasi yang dilakukan kepada *manager planning in business unit*, *manager scheduling*, *manager production*, *manager warehouse raw material*, *manager warehouse finish goods* dan *manager shipping order* setuju dengan konsep yang diberikan dan menerapkan dengan mengintruksikan kepada jajarannya. Intruski tersebut dilakukan dengan mengadakan pertemuan team planning in business unit dengan hasil keputusan berupa email proses perubahan data order.

Tabel 4. 2 Perbandingan *Claim Cost*

PO Change	Qty Pairs	Material Cost (USD)	Componen Cost (USD)	FG Cost (USD)
Cancellation	4,611,293	327,220	0	1,145,530
Item Text	8,700,931	326,544	0	244,238
Size Run	13,228,009	39,544	0	139,336
Grand Total	26,540,233	693,307	0	1,529,104

Pada tabel 4.4 terlihat perbedaan *cost* yang seharusnya di *claim* kepada pihak buyer dengan sebelum penerapan *causal loop diagram*. Perbedaan terlihat pada variabel penunjangnya, yaitu pada saat sebelum dianalisis dengan bantuan *causal loop diagram* maka hanya *material cost* saja yang diajukan *claim* ke pihak buyer. Sedangkan setelah menggunakan *causal loop diagram* maka terlihat penambahan variabel perhitungan *claim cost* dengan menambahkan *component cost* dan *finish good*. *Componen cost* dihitung jika terjadi perubahan data order saat sepatu tengah

dalam proses pembuatan bagian bagian tertentu. Pada hal ini *raw material* sudah dikirim sesuai kebutuhan kepada departemen produksi bagian *bottom* dan *upper*. Maka sepatu tersebut belum bisa dilakukan proses *assembly* karena hanya beberapa bagian yang baru selesai diproses. Sehingga diperhitungkan hanya pada kebutuhan material yang digunakan dengan biaya pengolahan yang dibutuhkan maka jadilah *component cost*.

Data untuk biaya finish good yang di klaim menggunakan dasar dari produksi yang sudah pada tahap material upper sudah selesai diproduksi. Sehingga tidak bisa dihentikan dan tetap dilanjutkan untuk proses menjadi sepatu jadi, maka dikenakan biaya produk jadi. Pada tabel tersebut terlihat bahwa terjadi peningkatan biaya. Pada claim awal sebesar 693.307 USD kemudian meningkat menjadi 2.222.410 USD.

Pembagian *claim cost* berdasarkan dari *material cost*, *component* dan *FG cost* merupakan hasil kebijakan yang diusulkan kepada perusahaan dari *causal loop diagram* dan interpretasi dari *stock flow diagram*. Detai kebijakan dapat dilihat dari tabel 4.7. Kebijakan tersebut untuk memudahkan perhitungan dampak PO change yang dialami PT.XYZ dan untuk membantu meningkatkan nilai dari claim cost agar tidak mengalami kerugian.

Dampak adanya perubahan data order dari tahun 2014 hingga tahun 2022 sebanyak 26.540.233 pasang sepatu. Sehingga perlu untuk dianalisis lebih lanjut mengenai dampak yang ditimbulkan. Menjawab penelitian ini mengenai pengembangan model dinamis untuk memperkirakan perubahan biaya berdasarkan dari proses perubahan data order di PT. XYZ agar diperoleh nilai *claim cost* yang paling optimal. Maka, hasil yang didapatkannya dapat dipergunakan pada bidang manufaktur. Hal ini disebabkan karena dapat mendefinisikan aktivitas yang ternyata memberikan nilai tambah biaya pada bagian tertentu.

Pihak manajemen setuju untuk menambahkan perhitungan variabel dasar dalam melakukan *claim cost* kepada *buyer* setelah melihat perbedaan biaya yang ternyata ditimbulkan adanya perubahan data order. Pada claim cost awal sebesar 693.307 USD kemudian meningkat menjadi 2.222.410 USD. Variabel untuk perhitungan

claim cost yaitu *material cost*, *component cost*, dan *finish good cost*. Persetujuan tersebut didukung dengan memberikan instruksi kepada seluruh team dilapangan untuk selalu memperbaharui setiap mendapat pemberitahuan berupa email tentang adanya perubahan data order. Kemudian didukung dengan pengeluaran kebijakan baru mengenai *PO change* untuk menghitung variabel claim cost pada masing masing kategori *PO change* yaitu *item text*, *size run*, dan *cancellation*.

Daftar Pustaka

- [1] T. Borangiu, O. Morariu, S. Răileanu, D. Trentesaux, P. Leitão, and J. Barata, “Digital transformation of manufacturing. Industry of the future with cyber-physical production systems,” *Rom. J. Inf. Sci. Technol.*, vol. 23, no. 1, pp. 3–37, 2020.
- [2] N. V. Syreyshchikova, D. Y. Pimenov, T. Mikolajczyk, and L. Moldovan, “Automation of production activities of an industrial enterprise based on the ERP system,” *Procedia Manuf.*, vol. 46, no. 2019, pp. 525–532, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.03.075.
- [3] G. Weichhart *et al.*, “An adaptive system-of-systems approach for resilient manufacturing,” *Elektrotechnik und Informationstechnik*, vol. 138, no. 6, pp. 341–348, 2021, doi: 10.1007/s00502-021-00912-2.
- [4] S. Wilson, “Building apparel manufacturing competitiveness through policy—a system dynamics approach,” *J. Fash. Mark. Manag.*, vol. 24, no. 2, pp. 277–302, 2020, doi: 10.1108/JFMM-10-2019-0243.
- [5] N. Ali *et al.*, “Modelling supply chain information collaboration empowered with machine learning technique,” *Intell. Autom. Soft Comput.*, vol. 30, no. 1, pp. 243–257, 2021, doi: 10.32604/iasc.2021.018983.
- [6] M. Gunduz and K. O. Mohammad, “Assessment of change order impact factors on construction project performance using analytic hierarchy process (AHP),” *Technol. Econ. Dev. Econ.*, vol. 26, no. 1, pp. 71–85, 2020, doi: 10.3846/tede.2019.11262.
- [7] A. Khalafallah and Y. Shalaby, “Change Orders: Automating Comparative Data Analysis and Controlling Impacts in Public Projects,” *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 145, no. 11, pp. 1–11, 2019, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001700.

- [8] S. Hansen, S. F. Rostiyanti, and A. Rif'at, "Causes, Effects, and Mitigations Framework of Contract Change Orders: Lessons Learned from GBK Aquatic Stadium Project," *J. Leg. Aff. Disput. Resolut. Eng. Constr.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2020, doi: 10.1061/(asce)la.1943-4170.0000341.
- [9] Y. Arefazar, A. Nazari, M. R. Hafezi, and S. A. H. Maghool, "Prioritizing agile project management strategies as a change management tool in construction projects," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 22, no. 4, pp. 678–689, 2022, doi: 10.1080/15623599.2019.1644757.
- [10] P. P. Shrestha and M. Fathi, "Impacts of Change Orders on Cost and Schedule Performance and the Correlation with Project Size of DB Building Projects," *J. Leg. Aff. Disput. Resolut. Eng. Constr.*, vol. 11, no. 3, Aug. 2019, doi: 10.1061/(asce)la.1943-4170.0000311.
- [11] S. Kermanshachi, B. Rouhanizadeh, and P. Govan, "Developing management policies and analyzing impact of change orders on labor productivity in construction projects," *J. Eng. Des. Technol.*, no. 1977, 2021, doi: 10.1108/JEDT-10-2020-0428.
- [12] P. Barbrook-Johnson and A. S. Penn, *Systems Mapping - How to build and use causal models of systems*. Switzerland: Palgrave Macmillan, 2022. doi: ISBN 978-3-031-01833-6 ISBNhttps://doi.org/10.1007/978-3-031-01919-7.
- [13] D. Tesfamariam and B. Lindberg, "Aggregate analysis of manufacturing systems using system dynamics and ANP," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 49, no. 1, pp. 98–117, 2005, doi: 10.1016/j.cie.2005.05.001.
- [14] K. Agyapong-Kodua and R. H. Weston, "Systems approach to modelling cost and value dynamics in manufacturing enterprises," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 49, no. 8, pp. 2143–2167, 2011, doi: 10.1080/00207540903436661.
- [15] M. Drobek, W. Gilani, and D. Soban, "Parameter estimation and equation

formulation in business dynamics,” *BMSD 2013 - Proc. 3rd Int. Symp. Bus. Model. Softw. Des.*, no. Bmsd, pp. 166–176, 2013, doi: 10.5220/0004775101660176.

- [16] M. R. Di Tommaso, M. Tassinari, S. Bonnini, and M. Marozzi, “Industrial policy and manufacturing targeting in the US: new methodological tools for strategic policy-making,” *Int. Rev. Appl. Econ.*, vol. 31, no. 5, pp. 681–703, 2017, doi: 10.1080/02692171.2017.1303036.
- [17] A. S. Hanna and M. Gunduz, “Impact of Change Orders on Small Labor-Intensive Projects,” *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 130, no. 5, pp. 726–733, 2004, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2004)130:5(726).
- [18] S. Shabani Ardakani and M. Nik-Bakht, “Functional Evaluation of Change Order and Invoice Management Processes under Different Procurement Strategies: Social Network Analysis Approach,” *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 147, no. 1, p. 04020155, 2021, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001974.
- [19] C. Bordat, F. L. Mannering, and M. Asce, “Alternate Count-Data Modeling Methods,” no. August, pp. 886–893, 2010.
- [20] I. Mahamid, “Effect of change orders on rework in highway projects in Palestine,” *J. Financ. Manag. Prop. Constr.*, vol. 22, no. 1, pp. 62–76, 2017, doi: 10.1108/JFMPC-03-2016-0015.
- [21] A. Busachi, J. Erkoyuncu, P. Colegrove, F. Martina, C. Watts, and R. Drake, “A review of Additive Manufacturing technology and Cost Estimation techniques for the defence sector,” *CIRP J. Manuf. Sci. Technol.*, vol. 19, pp. 117–128, 2017, doi: 10.1016/j.cirpj.2017.07.001.