

PENINGKATAN HASIL PRODUKSI KERTAS MENGGUNAKAN PENDEKATAN *DESCRETE EVENT SIMULATION* (STUDY KASUS PT XYZ)

Mio Yoga Misvian Mahar Dejan
e-mail : mioyoga17@gmail.com
Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Maarif Hasyim Latif

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan berkembang yang ada di Jawa Timur dan menjalankan bisnisnya sebagai perusahaan manufaktur dengan produk berupa kertas. Perusahaan memiliki target hasil produksi yang harus tercapai di setiap harinya. Metode yang digunakan adalah dengan pendekatan discrete event simulation yang diawali dengan pembuatan model awal yang sesuai dengan kondisi nyata kemudian dilanjutkan dengan membuat model perbaikan sebagai usulan, metode ini dianggap dapat mensimulasikan sistem produksi. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa hasil produksi kondisi eksisting sebesar 157.5 ton sedangkan hasil output usulan sebesar 247.8 ton sehingga ada peningkatan sebesar 57.3% atau 90.3 ton rata rata per hari.

Kata kunci : *hasil produksi, discrete event simulation*

PENDAHULUAN

Kertas menjadi item yang mengambil peranan penting didalam kehidupan manusia. PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan kertas yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. PT XYZ sempat mengalami *vacum* produksi karena terjadi masalah internal. Namun saat beroperasi kembali PT. XYZ belum mampu mengikuti persaingan dalam dunia bisnis di bidang kertas. Perusahaan mamemiliki kebijakan untuk meningkatkan kegiatan produksi.

Dalam menghasilkan sebuah produk kertas, PT. XYZ memiliki sebuah rangkaian mesin produksi yang cukup panjang, sehingga tidak menutup kemungkinan pada bagian-bagian mesin terjadi masalah atau kerusakan yang tidak dapat diprediksi (Riyanto, 2016). Ketika sistem produksi terjadi masalah sangatlah berpengaruh pada hasil produksi. Perusahaan telah menetapkan target sebesar 200 ton perhari namun *output* terkadang hasil produksi belum dapat mencapai angka 200 ton. Untuk mencapai target atau meningkatkan hasil produksi maka perlu diadakan sebuah pengkajian analitis (Santoso & Fudhla, 2019). Dalam mencari solusi untuk masalah atau pengaruh kapasitas hasil produksi bukanlah hal mudah, sehingga menerapkan metode simulasi kejadian diskrit (*descrete event simulation*) merupakan salah satu langkah yang dapat mengatasi masalah yang terjadi (Suprianto dkk, 2018). Software arena telah banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja suatu proses produksi manufaktur maupun sistem pelayanan atau jasa (Riyanto, 2016). Sehingga dapat dijadikan salah satu opsi dalam meningkatkan hasil produksi dan daya saing di industri kertas.

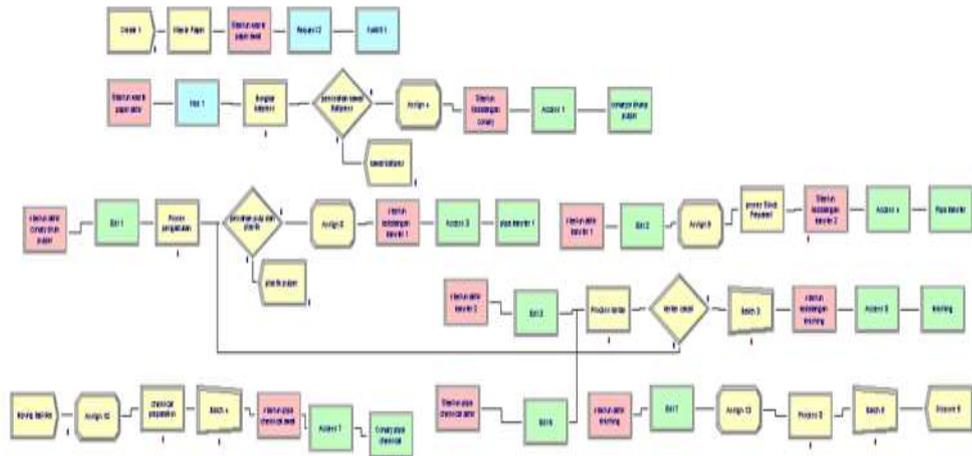
METODE PENELITIAN

DESCRETE EVENT SIMULATION

Discrete Event Simulation (DES) merupakan suatu proses perilaku sistem yang kompleks dan memiliki urutan yang teratur dari peristiwa yang telah di definisikan dengan baik (Suprianto dkk, 2018). Dalam konteks ini sebuah peristiwa terdiri dari perubahan yang spesifik dalam kondisi tertentu. Event yang ada didalam DES menggambarkan sebuah aliran proses, aliran proses adalah suatu urutan kejadian yang berfungsi melakukan simulasi sehingga event akan menciptakan keterlambatan dalam simulasi untuk mereplika satu jalur waktu yang memicu pada kejadian terjadwal dan kejadian kondisional (Muhammad & Suryani, 2018). Menurut Rustam dkk (2015) Proses Discrete Event Simulation yang efektif meliputi beberapa hal, yaitu :

1. Penentuan titik awal dan titik akhir, dimana kejadian diskrit menggunakan satuan waktu.
2. Suatu metode untuk melacak waktu yang sudah berlalu sejak proses dimulai
3. Suatu peristiwa diskrit yang terjadi sejak proses dimulai
4. Daftar peristiwa diskrit yang tertunda hingga proses yang diharapkan berakhir.
5. Sebuah catatan statistik atau grafik dari fungsi simulasi kejadian diskrit saat ini.

Analisis kejadian diskrit didalam proses manufaktur dan layanan antrian dengan menggunakan permodelan. Permodelan sistem merupakan suatu proses membuat sebuah model dari sebuah kejadian nyata. Dalam simulasi kejadian diskrit perubahan status model simulasi terjadi pada waktu yang diakibatkan oleh kejadian diskrit (Muhammad & Suryani, 2018). Menurut Kusnandar & Perdana (2014) Terdapat beberapa komponen penyusun Discrete event simulasi, yaitu :



Gambar 1. Penyusunan Model Awal

1. Work (entity) adalah suatu bagian kerja, material, ataupun pelanggan yang terdapat didalam sistem untuk mendapatkan pelayanan.
2. Recource merupakan proses melanyani entity yang berupa mesin ataupun tenaga kerja.
3. Rouing adalah sebuah rute suatu proses yang harus dilewati oleh entity
4. Buffe merupakan suatu tempat berkumpulnya entity sebelum diproses oleh recourse.
5. Schedulig merupakan suatu pola waktu yang dimiliki recourse saat beroperasi
6. Sequencig adalah sebuah urutan sebelum entity di proses
7. Performnce ialah pungkuran dari kinerja sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada gambar 4.2 menjelaskan proses produksi kertas memiliki tahapan proses mesin dan juga memiliki waktu transfer untuk memindahkan entitas ke proses selanjutnya, proses transfer dilakukan dengan menggunakan transporter dan conveyor. dalam gambar diatas tahapan yang berwarna kuning muda merupakan tahapan pemrosesan entitas sedangkan tahapan yang berwarna pink, biru dan hijau merupakan tahapan transfer entitas.

Validasi

Validasi model model dilakukan dengan tujuan memastikan bahwa model telah mampu memenuhi simulasi dan sistem nyata yang dapat diwakili oleh model simulasi dengan menggunakan uji prilaku model atau uji t (2 sampel).

Uji prilaku model atau uji t (2 sampel) digunakan untuk menghitung perbedaan interval antar dua populasi, ketika populasi standar penyimpangan σ 's tidak diketahui, maka untuk uji t (2 sampel) adalah sebagai berikut. Sampel yang digunakan adalah output dari sistem produksi selama 30 hari dan replikasi simulasi dalam 30 hari.

Tabel 1. Validasi model

Days	Data real		Model awal	
	ROLL	TON	ROLL	TON
1	22	154	23	161
2	22	154	22	154
3	17	119	18	126
4	20	140	18	126
5	23	161	21	147
6	24	168	25	175
7	23	161	31	217
8	23	161	19	133
9	22	154	19	133
10	20	140	22	154
11	22	154	21	147
12	22	154	22	154
13	17	119	21	147
14	20	140	20	140
15	17	119	17	119
16	25	175	23	161
17	24	168	23	161
18	29	203	25	175
19	24	168	26	182
20	12	84	17	119
21	25	175	27	189
22	28	196	24	168
23	20	140	24	168
24	26	182	26	182
25	25	175	22	154
26	28	196	24	168
27	26	182	24	168
28	20	140	24	168
29	25	175	23	161
30	26	182	24	168
AVG	22,57	157,97	22,5	157,5
MIN	12	84	17	119
MAX	29	203	31	217

Tabel 2. Validasi model

Independent Samples Test										
		for Equality of		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Interval of the	
									Upper	Lower
hasil_simulasi	Equal variances assumed	0,688	0,410	-0,075	58	0,941	-0,067	0,890	-1,848	1,715
	Equal variances not assumed			-0,075	56,240	0,941	-0,067	0,890	-1,849	1,716

Berdasarkan hasil uji parameter model (uji t 2 sampel) sampel yang terlihat nilai p- value sebesar 0.941 karena nilai P-value lebih besar dari nilai $\alpha = 0.05$ yang berarti H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa secara statistik tidak ada perbedaan antara data simulasi dengan data historis output produksi.

Analisis Model Awal

Dari hasil simulasi model awal ditemukan masalah yaitu rata-rata entitas *ballpress* yang masuk sebesar 201,8 ballpress namun entitas yang keluar dari ballpress hanya 90,4 ballpress dengan keadaan ini terdapat antrian ballpress yang tidak dapat diproses oleh checker (kelompok pekerja yg terdiri dari 4 orang) pada tahap proses pembongkaran *ballpress*. Berdasarkan tabel 2 menjelaskan probabilitas antrian

ballpress dimana λ adalah kedatangan ballpress dan μ adalah ballpress yang dapat diproses. Kode LQ (Long Queue) pada tabel diatas menjelaskan jumlah antrian ballpress yang terjadi, rata rata dari jumlah antrian ballpress tersebut sebesar -4.0473. Kemudian kode LS (Long System) menjelaskan jumlah ballpress yang terdapat dalam sistem atau ballpress yang sedang antri dan sedang dilayani, rata rata dari jumlah ballpress dalam sistem sebesar -1.8130 kemudian kode WQ (Waiting Queue) menjelaskan waktu tunggu yang terjadi dalam antrian, rata-rata waktu tunggu yang terjadi dalam antrian sebesar -0.0201. Kemudian WS (Waiting System) menjelaskan waktu tunggu ballpress yang sedang mengantri dan sedang dilayani, rata-rata waktu tunggu ballpress yang sedang dilayani sebesar -0.0090. Kemudian untuk kode PW (Probability Work) menjelaskan probabilitas fasilitas pelayanan atau waktu sibuk dalam 1 kelompok, rata-rata probabilitas layanan sebesar 2.2342 sedangkan standart waktu sibuk adalah $0 > 1$ maka dapat diartikan bahwa waktu sibuk dari checker adalah 2 kali lipat dari jam normal. Simbol minus pada long queue, long system, waiting queue, waiting system menandakan bahwa kurangnya fasilitas pelayanan atau tenaga kerja.

Tabel 3. Analisis model awal

DAY	λ	λ^{\wedge}	μ	$(\mu-\lambda)$	$\mu(\mu-\lambda)$	LQ	LS	WQ	WS	PW
1	205	42025	87	-118	-10266	-4,09	-1,74	-0,02	-0,01	2,36
2	198	39204	90	-108	-9720	-4,03	-1,83	-0,02	-0,01	2,20
3	211	44521	95	-116	-11020	-4,04	-1,82	-0,02	-0,01	2,22
4	206	42436	96	-110	-10560	-4,02	-1,87	-0,02	-0,01	2,15
5	210	44100	94	-116	-10904	-4,04	-1,81	-0,02	-0,01	2,23
6	204	41616	86	-118	-10148	-4,10	-1,73	-0,02	-0,01	2,37
7	191	36481	82	-109	-8938	-4,08	-1,75	-0,02	-0,01	2,33
8	201	40401	90	-111	-9990	-4,04	-1,81	-0,02	-0,01	2,23
9	207	42849	90	-117	-10530	-4,07	-1,77	-0,02	-0,01	2,30
10	199	39601	93	-106	-9858	-4,02	-1,88	-0,02	-0,01	2,14
11	202	40804	94	-108	-10152	-4,02	-1,87	-0,02	-0,01	2,15
12	204	41616	93	-111	-10323	-4,03	-1,84	-0,02	-0,01	2,19
13	197	38809	90	-107	-9630	-4,03	-1,84	-0,02	-0,01	2,19
14	200	40000	92	-108	-9936	-4,03	-1,85	-0,02	-0,01	2,17
15	206	42436	88	-118	-10384	-4,09	-1,75	-0,02	-0,01	2,34
16	201	40401	95	-106	-10070	-4,01	-1,90	-0,02	-0,01	2,12
17	207	42849	95	-112	-10640	-4,03	-1,85	-0,02	-0,01	2,18
18	199	39601	88	-111	-9768	-4,05	-1,79	-0,02	-0,01	2,26
19	192	36864	89	-103	-9167	-4,02	-1,86	-0,02	-0,01	2,16
20	202	40804	88	-114	-10032	-4,07	-1,77	-0,02	-0,01	2,30
21	201	40401	88	-113	-9944	-4,06	-1,78	-0,02	-0,01	2,28
22	199	39601	88	-111	-9768	-4,05	-1,79	-0,02	-0,01	2,26
23	197	38809	85	-112	-9520	-4,08	-1,76	-0,02	-0,01	2,32
24	197	38809	91	-106	-9646	-4,02	-1,86	-0,02	-0,01	2,16
25	205	42025	91	-114	-10374	-4,05	-1,80	-0,02	-0,01	2,25
26	198	39204	85	-113	-9605	-4,08	-1,75	-0,02	-0,01	2,33
27	208	43264	96	-112	-10752	-4,02	-1,86	-0,02	-0,01	2,17
28	203	41209	89	-114	-10146	-4,06	-1,78	-0,02	-0,01	2,28
29	205	42025	96	-109	-10464	-4,02	-1,88	-0,02	-0,01	2,14
30	200	40000	89	-111	-9879	-4,05	-1,80	-0,02	-0,01	2,25
AVG	201,83	40759	90,433	-111,4	-10071	-4,05	-1,81	-0,02	-0,01	2,23

Rata-rata jumlah ballpres dalam antrian (Lq)	-4,05
Rata-rata jumlah ballpres dalam sistem (LS)	-1,81
Rata-rata waktu ballpres dalam antrian (WQ)	-0,02
Rata-rata waktu ballpres dalam sistem (WS)	-0,01
Probabilitas waktu sibuk (PW)	2,23

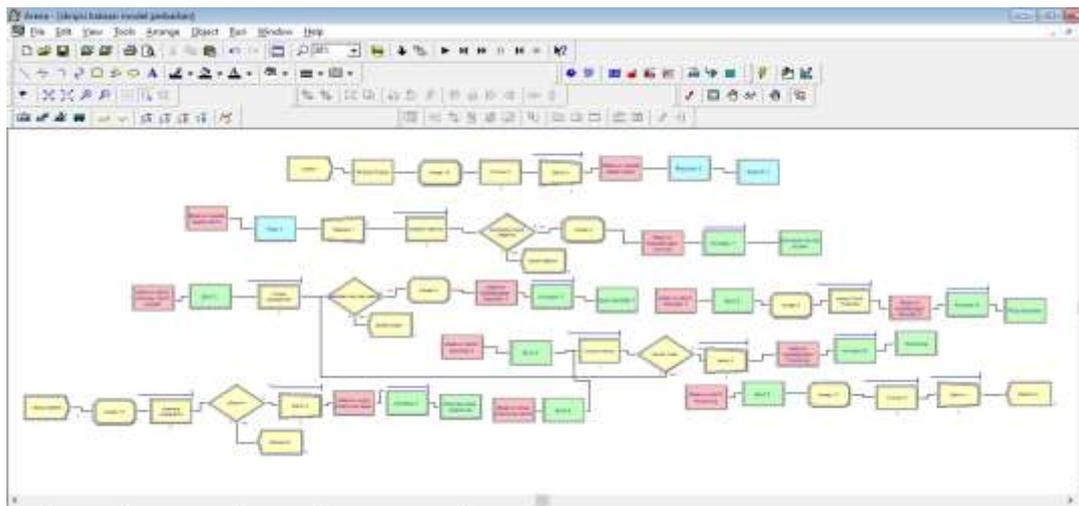
Penyusunan Model Perbaikan

Penyusunan model perbaikan merupakan pembuatan model dengan memperbaiki model awal berdasarkan masalah yang sudah di identifikasi dan di

analisis sehingga dapat memenuhi tujuan penyusunan model perbaikan guna menjadi bahan pertimbangan pengambilan keputusan untuk kedepannya. Penyusunan model perbaikan dilakukan dengan

mensimulasikan perubahan alur transfer ballpress yang awalnya ditransfer menggunakan forklift kini diubah menggunakan truck yang dapat mengangkut 6 ballpress

dalam setiap pengiriman dan menambahkan 1 orang checker dalam proses bongkar ballpress.



Gambar 2. Penyusunan model perbaikan

Dengan adanya perubahan alur transfer yang berawal dari transfer menggunakan forklift kemudian di ubah dengan menggunakan truck maka Pembuatan model perbaikan tidak jauh berbeda dengan model awal hanya menambahkan 1 modul proses yaitu proses loading dari storage menuju ke truck pengangkut ballpress dan menambahkan 1 checker pada modul proses pembongkaran ballpress sehingga total dari checker bongkar ballpres berjumlah 5 orang dan selebihnya masih sama dengan model awal.

Dari perubahan skema tersebut muncul hasil ballpress yang masuk sebanyak 139 ballpress dan diikuti ballpres yang keluar sebanyak 135 ballpress. Dari hasil model perbaikan ini ballpress yang masuk memang lebih sedikit dibandingkan dengan model awal namun jumlah ballpress keluar berada diatas model awal selain itu dengan penambahan 1 orang checker beban kerja dari checker menjadi seimbang antar checker, checker 1 mampu memproses 19 ballpress kemudian checker 2 mampu memproses 21 ballpres kemudian checker 3 mampu memproses 20 ballpress kemudian checker 4 mampu memproses 21 ballpress dan checker 5 mampu memproses 21 ballpres. Output hasil simulasi mengalami peningkatan dengan rata rata output sebesar 35.4 mini roll atau sebesar 247.8 ton jika model direpilkasi selama 30 hari

Analisis Perbandingan

Analisis perbandingan dilakukan dengan membandingkan hasil produksi dari model awal dan hasil produksi dari model perbaikan

Tabel 4. Hasil produksi model awal dan hasil produksi model perbaikan

Days	Model awal		Model perbaikan	
	ROLL	TON	ROLL	TON
1	23	161	36	252
2	22	154	40	280
3	18	126	36	252
4	18	126	28	196
5	21	147	30	210
6	25	175	31	217
7	31	217	37	259
8	19	133	40	280
9	19	133	36	252
10	22	154	40	280
11	21	147	32	224
12	22	154	34	238
13	21	147	32	224
14	20	140	33	231
15	17	119	35	245
16	23	161	38	266
17	23	161	40	280
18	25	175	37	259
19	26	182	38	266
20	17	119	35	245
21	27	189	25	175
22	24	168	36	252
23	24	168	39	273
24	26	182	44	308
25	22	154	29	203
26	24	168	34	238
27	24	168	42	294
28	24	168	33	231
29	23	161	40	280
30	24	168	32	224
AVG	22,5	157,5	35,4	247,8
MIN	17	119	25	175
MAX	31	217	44	308

Pembuatan analisis grafik pada gambar 4.8 bertujuan untuk mengetahui bahwa data output model

perbaikan cenderung menghasilkan output lebih tinggi dengan rata-rata 35.4 mini roll perhari dan output terendah terjadi di hari ke 21 dengan output sebesar 25 mini roll sedangkan output tertinggi terjadi di hari ke 24 dengan output sebesar 44 mini roll. Untuk model awal output yang dihasilkan cenderung dibawah output model perbaikan dengan rata-rata 22.5 mini roll perhari dan output terendah terjadi dihari ke 15 dan 20 dengan output sebesar 17 miniroll sedangkan output tertinggi terjadi dihari ke 7 dengan output sebesar 31 mini roll tinggi dari model awal kecuali di hari ke 21 model usulan menghasilkan output 25 mini roll dan model awal menghasilkan 27 mini roll. Berdasarkan rata-rata dari output model perbaikan mengalami kenaikan sebesar 12.9 mini roll atau 90.3 ton, apabila angka kenaikan output dikemas dalam bentuk persentase maka kenaikan output sebesar 57.3%.



Gambar 3. Grafik perbandingan input

PENUTUP

Telah di dapat variabel yang mempengaruhi kapasitas produksi di PT XYZ dengan menggunakan metode discrete event simulation yang diawali dengan pembuatan model awal yang sudah tervalidasi sehingga model simulasi dapat mewakili sistem dunia nyata, dari hasil analisis model awal ditemukan variabel yaitu faktor utilitas checker (kelompok kerja pembongkran ballpress) yang terdiri dari 4 orang tenaga kerja dengan rata-rata dari jumlah antrian ballpress tersebut sebesar -4.0473, rata-rata dari jumlah ballpress dalam sistem sebesar -1.8130, rata-rata waktu tunggu yang terjadi dalam antrian sebesar -0.0201. rata-rata waktu tunggu ballpress yang sedang dilayani sebesar -0.0090, dan probabilitas layanan sebesar 2.2342 sedangkan standart probabilitas waktu sibuk adalah $0 > 1$ maka dapat diartikan bahwa waktu sibuk dari checker adalah 2 kali lipat dari jam normal. Simbol minus pada long queue, long system, waiting queue, waiting system menandakan bahwa kurangnya fasilitas pelayanan atau tenaga kerja sehingga perlu adanya penambahan jumlah tenaga kerja pada checker (kelompok kerja pembongkran ballpress). Kemudian dilanjutkan dengan menyusun model perbaikan berdasarkan model variabel yang telah di analisis dan identifikasi kemudian output hasil simulasi model awal dibandingkan dengan hasil simulasi model perbaikan. Sehingga model perbaikan dapat dijadikan sebagai usulan untuk meningkatkan hasil produksi.

Dari hasil simulasi model perbaikan output yang dihasilkan mengalami peningkatan sebesar 35.4 mini roll atau setara dengan 247.8 ton, sedangkan pada kondisi aktual output yang dihasilkan hanya 22.5 mini roll atau setara dengan 157.5 ton. Artinya terjadilah peningkatan hasil produksi sebesar 12.9 mini roll atau 90.3 ton, apabila angka tersebut dikemas secara persentase maka terjadi peningkatan produksi sebesar 57.3% dari kondisi aktual. Angka ini menunjukkan rata-rata output produksi per harinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, Anisa Tri. (2016). Makalah Teori Produksi. <http://anisasdp23.blogspot.com>. Diakses pada 16 Januari
- Pasirulloh, M. A. (2017). Pemodelan Dan Simulasi Sistem Industri Manufaktur Menggunakan Metode Simulasi Hybrid (Studi Kasus: PT. Kelola Mina Laut). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Perdana, T. (2014). SIMULASI KEJADIAN DISKRIT PADA PERANCANGAN MANAJEMEN LOGISTIK DI UNIT LAYANAN LOGISTIK PERTANIAN: STUDI KASUS DI KECAMATAN PANGALENGAN KABUPATEN BANDUNG. *Sosiohumaniora*, 16(1), 14–21.
- Prasetyo, H., & Liquiddanu, E. (n.d.). Optimasi Jumlah Operator dengan Metode Simulasi Arena: Studi Kasus pada Stasiun Kerja Pengecatan Sheet Metal Fabrication.
- Riyanto, O. A. W. (2016). Simulasi Model Sistem Kerja Pada Departemen Injection Untuk Meminimasi Waktu Work-In-Process. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(1), 69–78.
- Rustam, L. (2017). Pengembangan Model Simulasi Diskrit terhadap Perencanaan Produksi pada IKM 88 Marijo. *Journal of Industrial Engineering Management*, 1(2), 30–34.
- Santoso, A. A., & Fudhla, A. F. (2019). Perbaikan Sistem Produksi Kardus Dengan Pendekatan Lean Dmai Di Pt Kedawung Ccb. *JISO: Journal of Industrial and Systems Optimization*, 1(1), 39–46.
- Suprianto, S., Muhammad, M., & Indriani, A. (2018). Penerapan Metode Simulasi Kejadian Diskrit Pada Layanan Antar Pesan. In *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI)* (Vol. 9, pp. 205–210).