

## OPTIMASI PERSEDIAAN SPARE PART UNTUK MENINGKATKAN TOTAL PENJUALAN DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO (STUDI KASUS DI PT. ZXC)

Iphov Kumala<sup>1</sup>, I Wayan Sukania<sup>2</sup> dan Santo Christianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Esa Unggul

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Tarumanagara

e-mail: santo545120007@yahoo.com

### ABSTRAK

PT. ZXC merupakan perusahaan yang bergerak di bidang sales (showroom) dan After Sales Service termasuk penjualan spare part (Vehicle Service Part). Pada bidang spare part terdapat berbagai kategori yang ada untuk tiap spare parts berdasarkan demand atau pergerakannya, yaitu fast moving, slow moving, non moving (dead stock), dan new model. Sistem pemesanan yang dilakukan untuk memenuhi persediaan tidak berdasarkan pada jumlah permintaan yang akan datang. Penelitian dilakukan untuk dapat membantu perusahaan agar dapat meningkatkan total penjualan dengan memberikan usulan perbaikan pada pemesanan spare parts pada kategori fast moving dengan menggunakan simulasi Monte Carlo. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu perusahaan untuk dapat melakukan perencanaan dan pengendalian terhadap permintaan konsumen dengan memperhatikan reorder point dan safety stock yang dihasilkan dari simulasi Monte Carlo. Pada penelitian ini parts yang akan diteliti, yaitu Air Cleaner, Oil Filter, dan Spark Plug karena part tersebut merupakan part fast moving tertinggi. Dalam penelitian ini, apabila menggunakan simulasi monte carlo terjadi peningkatan total penjualan yang dilihat berdasarkan keuntungan tiap bulannya. Pada tahun 2013 hingga Juni 2015, peningkatan tertinggi sebesar 2,622% dan peningkatan terendah sebesar 0,117%.

**Kata Kunci:** Spare Part, Sistem Pemesanan, Simulasi Monte Carlo, Reorder Point, Safety Stock.

### ABSTRACT

PT. ZXC is a company engaged in sales (showroom) and After Sales Service including the sale of spare parts (Vehicle Service Part). In the field of spare parts there are various categories for each spare parts based on demand or movement, which is fast moving, slow moving, non-moving (dead stock), and new models. The ordering system at the company to fill the inventory is not based on the number of requests that will come. The study was conducted in order to be able to assist these companies in order to achieve total sales by proposing improvements in ordering spare parts in the fast moving category using Monte Carlo simulation. This research is also expected to help the company to be able to do the planning and control of consumer demand with notice the reorder point and safety stock resulting from the Monte Carlo simulation. In this study the parts that will be examined, namely Air Cleaner, Oil Filters and Spark Plug because the part is a fast moving part highs. In this study, using a Monte Carlo simulation increase total sales which is viewed by a profit each month. In 2013 until June 2015, the highest increase is equal to 2.622% and the lowest increase amounted to 0.117%.

**Keywords:** Spare Parts, Ordering Systems, Monte Carlo Simulation, Reorder Points, Safety Stock.

### PENDAHULUAN

PT. ZXC merupakan salah satu jaringan dealer dan workshop yang bergerak di bidang sales (showroom) dan After Sales Service termasuk penjualan spare part (Vehicle Service Part). Pada bidang spare part terdapat berbagai kategori yang ada untuk tiap spare parts berdasarkan demand atau pergerakannya, yaitu fast moving, slow moving, non moving (dead stock), dan new model.

Permasalahan yang ada pada PT. ZXC ini, yaitu dimana performansi penjualan spare parts

yang ditentukan hampir tidak pernah tercapai berdasarkan data penjualan dari Januari 2012 sampai dengan Juni 2015. Tidak tercapainya performansi penjualan dikarenakan oleh pemesanan yang kurang baik pada spare parts kategori fast moving. Sistem pemesanan yang dilakukan tidak berdasarkan pada jumlah permintaan yang akan datang.

Penelitian yang dilakukan hanya pada bagian persediaan spare parts untuk beberapa parts yang tergolong kategori fast moving. Data penelitian yang diambil merupakan dari hasil

penjualan tiga *parts* kategori *fast moving* yang akan diteliti dari tanggal 1 Januari 2013 sampai 30 Juni 2015, yaitu *air cleaner*, *oil filter*, dan *spark plug*.

Penelitian ini dilakukan untuk dapat membantu perusahaan ini agar dapat meningkatkan total penjualan. Salah satu metode yang dapat dilakukan pada pengendalian persediaan adalah dengan simulasi Monte Carlo. Hasil dari simulasi Monte Carlo akan dicari nilai *Reorder Point* dan *Safety Stock* sehingga perusahaan dapat melakukan perencanaan dan pengendalian terhadap permintaan konsumen dengan memperhatikan *reorder point* dan *safety stock* yang dihasilkan dari simulasi Monte Carlo dan diharapkan jumlah barang tidak menumpuk dan juga tidak kekurangan saat dibutuhkan oleh konsumen.

Salah satu model simulasi yang paling terkenal/populer pada pengendalian persediaan adalah simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo dikenal juga dengan istilah *Sampling Simulation* atau *Monte Carlo Sampling Technique*. *Sampling simulation* ini menggambarkan kemungkinan penggunaan data sampel dalam metode Monte Carlo dan juga sudah dapat diketahui atau diperkirakan distribusinya [1]. Model simulasi Monte Carlo merupakan sebuah bentuk simulasi probabilistik dimana solusi dari suatu masalah diberikan berdasarkan proses randomisasi (acak) [2]. Simulasi ini menggunakan data yang sudah ada (*historical data*). Dengan kata lain, apabila menghendaki model simulasi yang mengikutsertakan *random* dan *sampling* dengan distribusi probabilitas yang dapat diketahui dan ditentukan maka cara simulasi Monte Carlo ini dapat dipergunakan.

Bilangan acak adalah bilangan yang kemunculannya terjadi secara acak, bilangan acak sangat berfungsi untuk keperluan simulasi. Bilangan random yang dibangkitkan oleh komputer adalah bilangan acak semu (*pseudo random number*) [3]. Metode yang biasa digunakan untuk mendapatkan bilangan acak semu, yaitu *Linear Congruential Generator*. Persamaan yang digunakan adalah:

$$Z_i = aZ_{i-1} + c \pmod{m} \quad (1)$$

Persamaan ini disebut dengan *mixed congruential random number generator*. Bentuk lain yang juga biasa digunakan adalah *multiplicative congruential random number generator*. Persamaan yang digunakan adalah:

$$Z_{n+1} = aZ_n \pmod{m} \quad (2)$$

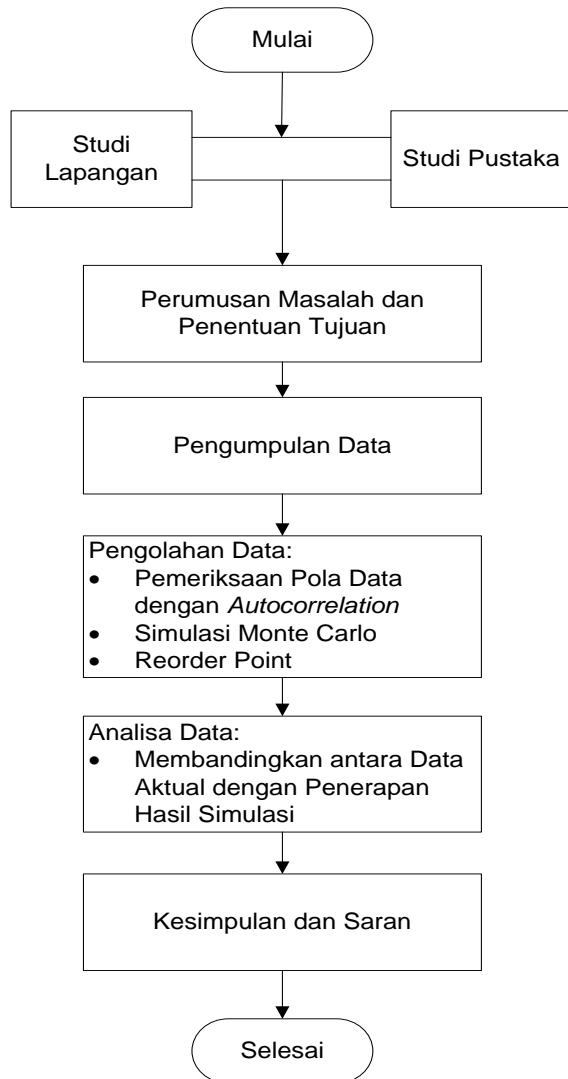
Model simulasi yang dibangun harus kredibel. Representasi kredibel sistem nyata oleh model simulasi ditunjukkan oleh validasi model. Validasi model adalah proses pemeriksaan untuk mengetahui suatu data (model dan sistem nyata) *valid* atau tidak. Model dikatakan *valid* apabila hasil perbandingan menunjukkan bahwa kedua alternatif (model dan *real system*) tidak berbeda secara signifikan. Terdapat dua metode yang dapat digunakan untuk membandingkan dua alternatif disain sistem, yaitu: *Welch Confidence Interval* dan *Paired-t Confidence*.

Model simulasi Monte Carlo sangat cocok digunakan untuk data dengan pola *random*/acak. Untuk dapat mengetahui/observasi pola data pada periode waktu yang berbeda sering berhubungan atau berkorelasi.

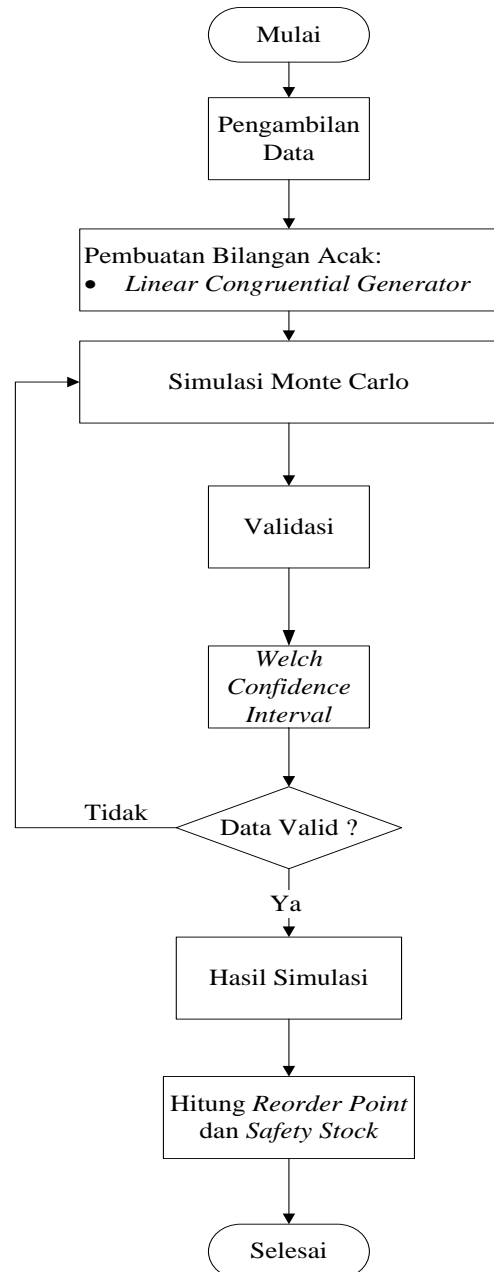
*Reorder Point* adalah suatu tanda yang menunjukkan kepada perusahaan akan saatnya untuk melakukan pemesanan kembali atas suatu produk [4]. Apabila perusahaan tidak melakukan pemesanan pada titik pemesanan kembali maka akan dapat menyebabkan terjadinya kehabisan *stock* (*stock out*). Sedangkan *safety stock* adalah tingkat persediaan minimal yang harus selalu ada pada setiap periode, sehingga perusahaan dapat mengantisipasi apabila terjadi lonjakan permintaan atau keterlambatan pengiriman.

## METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahap-tahap penelitian yang harus dilakukan, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan terarah dan mempermudah analisis permasalahan yang ada. Metodologi penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian



Gambar 2. Flowchart Pengolahan Data

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebijakan pemesanan yang sudah ditetapkan perusahaan terdapat 4 jenis pemesanan, yaitu *Just-in-time*, *Regular Order*, *EO Follow*, dan *Vehicle Off Road (VOR)*. Karakteristik tiap pemesanan dijelaskan pada Tabel 1. Karakteristik tiap *part* dijelaskan pada Tabel 2.

Tipe Order	HPP (%)	Lead Time (hari)
JIT	68	3
RO	72	2
VOR	78	1

Tabel 1. Karakteristik Tiap Part

Spare Part	Stock Level	Harga Part
Air Cleaner	20	Rp 130.000,00
Oil Filter	100	Rp 35.000,00
Spark Plug	110	Rp 30.000,00

Data performansi *spare part* pada perusahaan dari tahun 2013 hingga Juni 2015 dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Data yang ingin diteliti merupakan data dengan pola acak. Untuk mengetahui pola data maka dilakukan pengujian dengan metode autokorelasi. Berdasarkan hasil uji autokorelasi pada data *air cleaner*, *oil filter*, dan *spark plug*

Tabel 3. Performansi *Spare Part* 2013

Subjek	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Target	Rp 258.982.000	Rp 276.956.000	Rp 263.679.000	Rp 259.879.000	Rp 272.367.000	Rp 268.768.000
Total Sales	Rp 243.476.022	Rp 247.871.220	Rp 264.675.120	Rp 252.675.891	Rp 257.987.180	Rp 259.812.371
	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
	Rp 274.576.000	Rp 297.589.000	Rp 256.848.900	Rp 262.867.000	Rp 272.743.000	Rp 309.756.000
	Rp 267.812.300	Rp 295.528.055	Rp 248.755.122	Rp 256.814.176	Rp 264.651.171	Rp 297.181.910

Tabel 4. Performansi *Spare Part* 2014

Subjek	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Target	Rp 288.236.000	Rp 282.302.000	Rp 292.585.000	Rp 302.398.000	Rp 272.187.000	Rp 296.935.000
Total Sales	Rp 296.500.738	Rp 256.686.261	Rp 270.494.033	Rp 251.370.449	Rp 244.255.349	Rp 251.409.262
	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
	Rp 288.574.000	Rp 272.953.000	Rp 307.252.000	Rp 321.654.000	Rp 297.185.000	Rp 319.954.000
	Rp 333.033.014	Rp 281.470.545	Rp 230.811.191	Rp 212.102.377	Rp 221.383.495	Rp 230.170.944

Tabel 5. Performansi *Spare Part* 2015

Subjek	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Target	Rp 265.332.000	Rp 293.129.000	Rp 286.509.000	Rp 260.632.000	Rp 272.893.000	Rp 296.127.000
Total Sales	Rp 243.290.237	Rp 224.419.661	Rp 257.198.145	Rp 246.407.596	Rp 249.129.416	Rp 291.541.896

bahwa data merupakan data dengan pola acak. Data merupakan pola acak dikarenakan semua nilai ACF mendekati nol. Hasil uji autokorelasi akan dijelaskan pada Gambar 3, 4, dan 5.

Lag	ACF	T	LBQ	Lag	ACF	T	LBQ	Lag	ACF	T	LBQ
1	-0,029186	-0,85	0,73	26	0,011107	0,31	55,16	51	-0,006545	-0,17	90,12
2	0,128045	3,73	14,76	27	0,027600	0,76	55,83	52	0,029393	0,78	90,90
3	0,026249	0,75	15,35	28	-0,057940	-1,59	58,79	53	0,031676	0,84	91,82
4	0,042587	1,22	16,91	29	0,044020	1,21	60,51	54	-0,046898	-1,24	93,82
5	0,079790	2,28	22,38	30	0,020778	0,57	60,89	55	0,038796	1,03	95,20
6	-0,010544	-0,30	22,47	31	0,081810	2,24	66,82	56	-0,011506	-0,30	95,32
7	0,131326	3,74	37,32	32	-0,029236	-0,79	67,58	57	-0,005632	-0,15	95,35
8	-0,033365	-0,93	38,28	33	0,046190	1,25	69,47	58	-0,039193	-1,04	96,75
9	0,039005	1,09	39,60	34	0,003625	0,10	69,49	59	-0,018740	-0,50	97,08
10	-0,011544	-0,32	39,71	35	0,026836	0,73	70,13	60	0,009163	0,24	97,15
11	0,061608	1,72	43,00	36	0,013317	0,36	70,29	61	-0,029502	-0,78	97,95
12	-0,003097	-0,09	43,01	37	0,054718	1,48	72,96	62	-0,028608	-0,75	98,71
13	0,060095	1,67	46,14	38	0,051528	1,39	75,33	63	-0,000530	-0,01	98,71
14	-0,023398	-0,65	46,61	39	-0,031604	-0,85	76,23	64	-0,025388	-0,67	99,30
15	0,049271	1,37	48,72	40	0,062609	1,69	79,74	65	0,017331	0,46	99,58
16	-0,011237	-0,31	48,83	41	-0,037984	-1,02	81,03	66	-0,039576	-1,04	101,03
17	-0,026855	-0,74	49,46	42	0,044417	1,19	82,81	67	-0,009935	-0,26	101,12
18	0,006387	0,18	49,50	43	-0,035474	-0,95	83,94	68	-0,053395	-1,41	103,77
19	0,004514	0,12	49,51	44	0,015537	0,42	84,15	69	-0,031676	-0,83	104,70
20	0,040092	1,11	50,92	45	0,065580	1,75	88,03	70	0,031147	0,82	105,60
21	-0,053309	-1,47	53,41	46	0,013118	0,35	88,19	71	0,014088	0,37	105,79
22	0,029566	0,81	54,17	47	-0,013417	-0,36	88,35	72	0,008851	0,23	105,86
23	-0,008193	-0,23	54,23	48	-0,002624	-0,07	88,36	73	-0,019299	-0,51	106,21
24	0,013824	0,38	54,40	49	0,041905	1,12	89,95	74	0,012317	0,32	106,35
25	0,027137	0,75	55,05	50	-0,011998	-0,32	90,08				

Gambar 3. Uji Pola Data *Air Cleaner*

Lag	ACF	T	LBQ	Lag	ACF	T	LBQ	Lag	ACF	T	LBQ
1	-0,056725	-1,66	2,75	26	0,035094	0,93	91,78	51	-0,026619	-0,67	146,17
2	0,071071	2,07	7,07	27	0,004426	0,12	91,80	52	0,012216	0,31	146,31
3	0,010514	0,30	7,17	28	0,041836	1,11	93,34	53	-0,019713	-0,50	146,66
4	0,076281	2,21	12,16	29	-0,024106	-0,64	93,85	54	0,076677	1,94	152,02
5	0,037760	1,09	13,39	30	0,047586	1,26	95,86	55	0,043371	1,09	153,74
6	-0,037509	-1,08	14,60	31	0,021295	0,56	96,26	56	-0,036876	-0,93	154,98
7	0,104915	3,01	24,08	32	0,020291	0,54	96,63	57	-0,000087	-0,00	154,98
8	-0,020410	-0,58	24,43	33	0,016932	0,45	96,88	58	-0,001579	-0,04	154,98
9	0,047663	1,35	26,40	34	-0,004894	-0,13	96,90	59	0,088159	2,21	162,11
10	0,030230	0,86	27,19	35	0,058265	1,54	99,93	60	-0,002275	-0,06	162,12
11	0,008528	0,24	27,25	36	0,005083	0,13	99,95	61	-0,007800	-0,19	162,17
12	-0,014186	-0,40	27,42	37	0,194086	5,11	133,58	62	-0,005330	-0,13	162,20
13	0,086505	2,45	33,91	38	0,025697	0,66	134,17	63	0,029294	0,73	162,99
14	0,003506	0,10	33,92	39	0,033115	0,85	135,15	64	0,009648	0,24	163,08
15	-0,032410	-0,91	34,84	40	-0,018558	-0,47	135,46	65	0,043098	1,07	164,80
16	-0,006079	-0,17	34,87	41	0,083437	2,13	141,70	66	-0,027905	-0,69	165,52
17	0,075311	2,11	39,81	42	0,030301	0,84	142,68	67	0,052029	1,30	168,03
18	0,167125	4,67	64,18	43	0,008704	0,22	142,75	68	0,017229	0,43	168,30
19	0,119419	3,25	76,63	44	-0,020861	-0,53	143,14	69	-0,032235	-0,80	169,27
20	0,030008	0,81	77,42	45	0,022069	0,56	143,58	70	0,036476	0,91	170,50
21	0,021951	0,59	77,84	46	0,017861	0,45	143,87	71	0,000099	0,00	170,50
22	0,113342	3,05	89,11	47	0,003847	0,10	143,88	72	0,036755	0,91	171,76
23	-0,011903	-0,32	89,23	48	0,012460	0,32	144,02	73	-0,003465	-0,09	171,78
24	0,040747	1,08	90,69	49	0,023715	0,60	144,53	74	0,013919	0,34	171,96
25	0,002216	0,06	90,69	50	0,033064	0,84	145,53				

Gambar 4. Uji Pola Data *Oil Filter*

Lag	ACF	T	LBQ	Lag	ACF	T	LBQ	Lag	ACF	T	LBQ
1	0,103227	3,01	9,11	26	0,146907	2,94	505,89	51	0,039875	0,69	796,80
2	0,205806	5,94	45,37	27	0,159347	3,16	528,28	52	0,138907	2,42	814,35
3	0,175604	4,87	71,80	28	0,099536	1,95	537,03	53	0,066749	1,15	818,41
4	0,115912	3,13	83,32	29	0,125217	2,44	550,90	54	0,057796	1,00	821,46
5	0,154041	4,11	103,71	30	0,161824	3,14	574,08	55	0,100956	1,74	830,76
6	0,089255	2,34	110,56	31	0,079689	1,53	579,70	56	0,076807	1,32	836,15
7	0,275372	7,17	175,85	32	0,111867	2,14	590,81	57	0,059247	1,01	839,37
8	0,064668	1,59	179,46	33	0,126625	2,41	605,05	58	0,047636	0,81	841,45
9	0,105293	2,58	189,03	34	0,103090	1,95	614,50	59	0,087633	1,50	848,49
10	0,150841	3,67	208,69	35	0,076456	1,44	619,71	60	0,095620	1,63	856,90
11	0,102416	2,45	217,77	36	0,128436	2,31	630,30	61	0,040464	0,69	859,41
12	0,130627	3,11	232,55	37	0,089569	1,67	640,46	62	0,083471	1,42	864,83
13	0,190715	4,48	264,09	38	0,099221	1,84	649,26	63	0,101646	1,72	874,35
14	0,181727	4,18	292,76	39	0,146435	2,71	668,45	64	0,063025	1,06	878,02
15	0,133083	3,00	308,16	40	0,058966	1,08	671,57	65	0,140738	2,37	896,33
16	0,165256	3,68	331,93	41	0,117070	2,14	683,86	66	0,070210	1,18	900,90
17	0,130554	2,86	346,78	42	0,112208	2,04	695,17	67	0,112837	1,89	912,70
18	0,132665	2,88	362,14	43	0,179334	3,25	724,10	68	0,067268	1,12	916,90
19	0,135512	2,92	378,18	44	0,070819	1,27	728,61	69	0,086993	1,45	923,93
20	0,128997	2,75	392,73	45	0,109375	1,96	739,40	70	0,140859	2,34	942,39
21	0,146302	3,09	411,47	46	0,110883	1,97	750,50	71	0,009046	0,15	942,47
22	0,165449	3,46	435,47	47	0,074667	1,32	755,54	72	0,109835	1,81	953,72
23	0,150896	3,11	455,45	48	0,123010	2,17	769,23	73	0,042962	0,71	955,45
24	0,127128	2,59	469,65	49	0,124459	2,19	783,27	74	0,094564	1,55	963,81
25	0,139932	2,83	486,88	50	0,115454	2,02	795,36				

Gambar 5. Uji Pola Data *Spark Plug*

Tabel 5. Bilangan Acak

5	71	77	7	80	69	68	15	19	37
25	64	94	35	12	54	49	75	95	88
28	29	82	78	60	76	51	84	87	52
43	48	22	2	9	89	61	32	47	66
21	46	13	10	45	57	14	63	41	39
8	36	65	50	31	91	70	24	11	1
40	83	34	56	58	67	59	23	55	5
6	27	73	86	96	44	4	18	81	25
30	38	74	42	92	26	20	99	17	28
53	93	79	16	72	33	3	62	85	43

Dapat dilihat dari ketiga Gambar di atas bahwa ketiga *part* memiliki pola data acak yang dikarenakan nilai ACF (*autocorrelation function*) mendekati nol.

Tabel 6. Distribusi Permintaan *Air Cleaner*

Permintaan	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Probabilitas Kumulatif	Range Bilangan Acak
0	133	133	0,156	0 - 14
1	231	364	0,427	15 - 41
2	192	556	0,653	42 - 64
...	...	...	...	...
6	19	831	0,975	95 - 96
7	11	842	0,988	97 - 98
15	10	852	1,000	99

Tabel 7. Distribusi Permintaan *Oil Filter*

Permintaan	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Probabilitas Kumulatif	Range Bilangan Acak
5	19	19	0,022	0 - 2
6	21	40	0,047	3 - 4
7	10	50	0,059	5 - 6
...	...	...	...	...
36	13	824	0,972	96 - 97
48	19	843	0,994	98
74	5	848	1,000	99

Tabel 8. Distribusi Permintaan *Spark Plug*

Permintaan	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Probabilitas Kumulatif	Range Bilangan Acak
0	81	81	0,095	0 - 9
4	101	182	0,214	10 - 21
8	106	288	0,338	22 - 33
12	113	401	0,471	34 - 47
...	...	...	...	...
36	25	803	0,942	92 - 94
40	20	823	0,966	95 - 96
48	16	839	0,985	97 - 98
66	13	852	1,000	99

Setelah didapatkan bilangan acak, kemudian dari data permintaan pada tiap *part* disusun distribusinya sehingga menunjukkan peluang kejadian berdasarkan selang kelas. Distribusi permintaan aktual dijelaskan pada Tabel 6, 7, dan 8.

Apabila bilangan acak yang dibangkitkan pada simulasi terdapat pada *range* 0–14 (termasuk 0 dan 14), maka jumlah permintaan untuk *part air cleaner* adalah sebanyak 0 buah. Jika bilangan acak yang dibangkitkan pada simulasi terdapat pada *range* 15–41 (termasuk 15 dan 41), maka jumlah permintaan untuk *part air cleaner* adalah sebanyak 1 buah.

Apabila bilangan acak yang dibangkitkan pada simulasi terdapat pada *range* 0–2 (termasuk 0 dan 2), maka jumlah permintaan untuk *part oil filter* adalah sebanyak 5 buah. Jika bilangan acak yang dibangkitkan pada simulasi terdapat pada *range* 3 dan 4, maka

jumlah permintaan untuk *part oil filter* adalah sebanyak 6 buah.

Apabila bilangan acak yang dibangkitkan pada simulasi terdapat pada *range* 0–9 (termasuk 0 dan 9), maka jumlah permintaan untuk *part spark plug* adalah sebanyak 0 buah. Jika bilangan acak yang dibangkitkan pada simulasi terdapat pada *range* 10–21 (termasuk 10 dan 21), maka jumlah permintaan untuk *part spark plug* adalah sebanyak 4 buah.

Simulasi tiap *part* dilakukan sebanyak 30 kali agar sesuai dengan data aktual yang ada selama 30 bulan dimana di setiap simulasinya sebanyak 30 hari. Hasil dari simulasi pada ketiga *part* dapat dilihat pada Tabel 9, 10, dan Tabel 11.

Tabel 9. Simulasi *Air Cleaner*

Hari	Bilangan Acak	Permintaan (Simulasi)
1	5	0
2	25	1
3	28	1
...	...	...
28	73	3
29	74	3
30	79	4
Rata-rata		2,000
Standar Deviasi		1,486
Varian		2,207

Tabel 10. Simulasi *Oil Filter*

Hari	Bilangan Acak	Permintaan (Simulasi)
1	5	7
2	25	13
3	28	14
...	...	...
28	73	24
29	74	24
30	79	25
Rata-rata		18,77
Standar Deviasi		8,964
Varian		80,361

Tabel 11. Simulasi *Spark Plug*

Hari	Bilangan Acak	Permintaan (Simulasi)
1	5	0
2	25	8
3	28	4
...	...	...
28	73	24
29	74	24
30	79	24
Rata-rata		14,667
Standar Deviasi		10,310
Varian		106,299

Tabel 12. WCI *Air Cleaner*

Replikasi	Sistem Nyata ( $\bar{X}$ )	Sistem Simulasi ( $\bar{X}$ )
1	1,966	2,000
2	2,480	2,233
3	2,483	2,367
...	...	...
28	2,143	2,433
29	2,148	2,167
30	2,862	2,767
Rata-rata		2,136
Standar Deviasi		0,310
Varian		0,096

Hasil simulasi dilakukan uji validitas dengan menggunakan *welch confidence*

*interval*. Berikut di bawah ini merupakan uji validitas dengan *welch confidence interval*.

Tabel 13. WCI *Oil Filter*

Replikasi	Sistem Nyata ( $\bar{X}$ )	Sistem Simulasi ( $\bar{X}$ )
1	22,069	18,200
2	22,920	19,300
3	23,828	19,767
...	...	...
28	23,000	17,467
29	17,074	19,000
30	20,897	19,033
Rata-rata		19,844
Standar Deviasi		2,942
Varian		8,656

Tabel 14. WCI *Spark Plug*

Replikasi	Sistem Nyata ( $\bar{X}$ )	Sistem Simulasi ( $\bar{X}$ )
1	25,966	14,667
2	24,640	16,533
3	25,379	16,467
...	...	...
28	9,714	13,867
29	11,333	17,067
30	18,207	14,400
Rata-rata		16,807
Standar Deviasi		5,229
Varian		27,346

Hipotesa:

$$H_0: \mu_{(1-2)} = 0$$

$$H_1: \mu_{(1-2)} \neq 0$$

Dengan  $\alpha = 5\%$ , maka didapatkan nilai:

*Confidence interval*:

$$(2,179-2,136)-0,106 \leq \mu_{(1-2)} \leq (2,179-2,136)+0,106$$

$$-0,063 \leq \mu_{(1-2)} \leq 0,149$$

Kesimpulan: terima  $H_0$  atau rata-rata permintaan *part air cleaner* tiap bulan pada sistem nyata sama dengan model simulasi.

Hipotesa:

$$H_0: \mu_{(1-2)} = 0$$

$$H_1: \mu_{(1-2)} \neq 0$$

Dengan  $\alpha = 5\%$ , maka didapatkan nilai:

*Confidence interval*:

$$(19,844-18,793)-0,749 \leq \mu_{(1-2)} \leq (19,844-18,793)+0,749$$

$$-2,698 \leq \mu_{(1-2)} \leq 4,800$$

Kesimpulan: terima  $H_0$  atau rata-rata permintaan *part oil filter* tiap bulan pada sistem nyata sama dengan model simulasi.

Hipotesa:

$$H_0: \mu_{(1-2)} = 0$$

$$H_1: \mu_{(1-2)} \neq 0$$

Dengan  $\alpha = 5\%$ , maka didapatkan nilai:

*Confidence interval*:

$$(16,807-15,876)-11,765 \leq \mu_{(1-2)} \leq (16,807-15,876) + 11,765$$

$$-10,833 \leq \mu_{(1-2)} \leq 12,696$$

Kesimpulan: terima  $H_0$  atau rata-rata permintaan *part spark plug* tiap bulan pada sistem nyata sama dengan model simulasi.

Penentuan *reorder point* dan *safety stock* didapatkan berdasarkan dari hasil simulasi sebanyak 30 kali pada masing-masing *part*. Nilai *reorder point* dan *safety stock* pada tiap *part* dapat dilihat sebagai berikut:

Jumlah persediaan minimal (*safety stock*) yang harus disediakan setiap hari untuk *air cleaner* adalah:

$$ROP = 2,136 \times 2,5 + \frac{1,645\sqrt{2,5(1,775^2)} + 2,136^2(0,707^2)}{}$$

$$ROP = 10,583 \text{ unit}$$

Jumlah persediaan minimal (*safety stock*) yang harus disediakan setiap hari untuk *oil filter* adalah:

$$ROP = 18,793 \times 2,5 + \frac{1,645\sqrt{2,5(8,424^2)} + 18,793^2(0,707^2)}{}$$

$$ROP = 77,931 \text{ unit}$$

Jumlah persediaan minimal (*safety stock*) yang harus disediakan setiap hari untuk *spark plug* adalah:

$$ROP = 15,876 \times 2,5 + \frac{1,645\sqrt{2,5(11,262^2)} + 15,876^2(0,707^2)}{}$$

$$ROP = 74,314 \text{ unit}$$

Langkah berikutnya setelah penentuan *reorder point* dan *safety stock*, yaitu dengan melakukan analisa perbandingan antara data aktual dengan penerapan hasil simulasi yang dapat dilihat pada Tabel 15 dan 16.

Dapat dilihat pada Tabel 15 dan Tabel 16, total keuntungan penjualan pada Tabel 15 adalah sebesar Rp2.730.000,00 dan total keuntungan penjualan pada Tabel 16 adalah sebesar Rp3.265.600,00. Perbandingan total keuntungan antara data aktual dengan penerapan simulasi adalah sebesar Rp535.600,00 dimana meningkat sebanyak 19,619% dari Rp2.730.000,00 menjadi Rp3.265.600,00. Peningkatan total keuntungan ini jelas akan mempengaruhi terhadap peningkatan total penjualan pada performansi *spare part*. Perbandingan penerapan yang dilakukan pada ketiga *part* yang diteliti pada bulan Januari 2013 hingga bulan Juni 2015. Setelah dilakukan penerapan hasil simulasi pada ketiga *part*, perbandingan keseluruhan dapat dilihat seperti pada Tabel 17.

Tabel 15. Data Aktual Permintaan *Air Cleaner* Januari 2013

No	Unit yang diterima	Persediaan awal	Permin taan	Persediaan Akhir	Pesan/ Tidak	Jumlah Pemesanan	Lead Time	Total Cost	Harga Jual	Keuntungan
2	0	29	1	28	Tidak	-	-	-	Rp 130000	Rp130000
3	0	28	1	27	Tidak	-	-	-	Rp 130000	Rp130000
4	0	27	2	25	Tidak	-	-	-	Rp260000	Rp260000
5	0	25	3	22	Tidak	-	-	-	Rp390000	Rp390000
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27	0	26	1	25	Tidak	-	-	-	Rp130000	Rp130000
28	0	25	5	20	Reguler Order	5	2	Rp 468.000	Rp650000	Rp182000
29	0	20	3	17	Reguler Order	5	2	Rp 468.000	Rp390000	Rp(78000)
30	0	22	1	21	Tidak	-	-	-	Rp130000	Rp130000
31	0	26	4	22	Tidak	-	-	-	Rp520000	Rp520000
Total										Rp2730000

Tabel 16. Penerapan Simulasi *Air Cleaner* Januari 2013

No	Unit yang diterima	Persediaan awal	Permin taan	Persediaan Akhir	Pesan/ Tidak	Jumlah Pemesanan	Lead Time	Total Cost	Harga Jual	Keuntungan
2	0	29	1	28	Tidak	-	-	-	Rp 130000	Rp130000
3	0	28	1	27	Tidak	-	-	-	Rp 130000	Rp130000
4	0	27	2	25	Tidak	-	-	-	Rp260000	Rp260000
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27	0	13	1	12	Tidak	-	-	-	Rp130000	Rp130000
28	0	12	5	7	Just In Time	13	3	Rp1149200	Rp650000	Rp(499200)
29	0	7	3	4	VOR	6	1	Rp 608400	Rp390000	Rp(218400)
30	6	10	1	9	Tidak	-	-	-	Rp130000	Rp130000
31	13	22	4	18	Tidak	-	-	-	Rp520000	Rp520000
Total										Rp3265600

Tabel 17. Rincian Peningkatan Total Penjualan

	Bulan	Jan %	Feb %	Mar %	Apr %	Mei %	Jun %	Juli %	Ags %	Sep %	Okt %	Nov %	Des %
2013	Peningkatan per bulan	36,64	13,75	2,83	6,19	3,49	34,25	19,56	19,55	3,87	5,53	57,63	9,84
	Peningkatan Total Sales	2,33	0,60	0,18	0,37	0,21	1,56	1,00	2,23	0,30	1,68	0,44	0,36
	Peningkatan per bulan	14,41	12,83	3,35	23,18	3,27	145,85	4,81	16,61	8,05	21,38	2,15	6,18
2014	Peningkatan Total Sales	0,46	0,52	0,17	0,87	2,62	2,62	0,27	0,59	0,41	0,88	0,12	0,34
	Peningkatan per bulan	42,99	19,47	7,61	48,42	24,45	4,54						
	Peningkatan Total Sales	1,28	0,78	0,39	1,53	0,79	0,23						

Berdasarkan pada Tabel 17, hasil analisis perbandingan antara data aktual penjualan dengan penerapan hasil simulasi, terdapat peningkatan tiap bulannya dari tahun 2013 hingga Juni 2015. Peningkatan pada tahun 2013 secara berturut-turut, yaitu 2,327%; 0,602%; 0,184%; 0,367%; 0,214%; 1,558%; 1,003%; 0,230%; 0,303%; 1,680%; 0,436%; dan 0,363%. Peningkatan pada tahun 2014 secara berturut-turut, yaitu 0,464%; 0,519%; 0,168%; 0,868%; 0,170%; 2,622%; 0,271%; 0,587%; 0,407%; 0,879%; 0,117%; dan 0,339%. Peningkatan pada tahun 2015 secara berturut-turut, yaitu 1,282%; 0,784%; 0,393%; 1,532%; 0,789%; dan 0,230%.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat dilihat bahwa pola data dari ketiga *part* merupakan data dengan pola acak. Berdasarkan hasil simulasi sebanyak 30 kali pada tiap *part*, rata-rata permintaan untuk *air cleaner* sebesar 2,136 buah per hari; *oil filter* sebesar 18,793 buah per hari; dan *spark plug* sebesar 15,876 buah per hari. Hasil uji validitas untuk ketiga *part* dinyatakan menerima  $H_0$ . Nilai *reorder point* dan *safety stock* untuk *air cleaner* sebesar 11 buah dan 6 buah; untuk *oil filter* sebesar 78 buah dan 31 buah; dan untuk

*spark plug* sebesar 75 buah dan 35 buah. Hasil analisis perbandingan antara data aktual penjualan dengan penerapan hasil simulasi, terdapat peningkatan tiap bulannya dari tahun 2013 hingga Juni 2015. Peningkatan pada tahun 2013 secara berturut-turut, yaitu 2,327%; 0,602%; 0,184%; 0,367%; 0,214%; 1,558%; 1,003%; 0,230%; 0,303%; 1,680%; 0,436%; dan 0,363%. Peningkatan pada tahun 2014 secara berturut-turut, yaitu 0,464%; 0,519%; 0,168%; 0,868%; 0,170%; 2,622%; 0,271%; 0,587%; 0,407%; 0,879%; 0,117%; dan 0,339%. Peningkatan pada tahun 2015 secara berturut-turut, yaitu 1,282%; 0,784%; 0,393%; 1,532%; 0,789%; dan 0,230%.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sugiharto, Bambang. "Aplikasi Simulasi Untuk Peramalan Permintaan Dan Pengelolaan Persediaan Yang Bersifat Probabilistik." INASEA: Vol. 8 No. 2 (2007): 112 - 120.
- [2] Indah, Weny. "Simulasi Produksi Dan Distribusi Pelayanan Permintaan Sarung Tenun Dengan Monte Carlo." SNASTI (2011): SC - 27.
- [3] Rangkuti, Freddy. 2004. *Flexible Marketing*. Jakarta: Gramedia.



- [4] Alam, M. Agus J. 2003. *Mengolah Database dengan Borland Delphi 7*. Jakarta: Gramedia.
- [5] Edward J, Blocher. 2007. *Cost Management 3<sup>rd</sup> Edition*. Jakarta: Salemba Empat.
- [6] Griffin, Ricky. 2004. *Management 7<sup>th</sup> Edition*. Jakarta: Erlangga.
- [7] Hanke dan Winchern. 2005. *Bussiness Forecasting*. USA: Prentice Hall.
- [8] Harris, James (2013) "Some Notes On Multiplicative Congruential Random Number Generators With Mersenne Prime Modulus 261-1.," *Journal of the South Carolina Academy of Science*: Vol. 1: Iss. 1, Article 10.
- [9] Hartini, Sri., Zainal Fanani, dan Luki Rachimi A. "Usulan Sistem Pemesanan Untuk Meningkatkan *Service Level* Pada Sistem *Heijunka*." *J@TI UNDIP*, Vol III, No 3 (2008).
- [10] Herjanto, Eddy. 2008. *Manajemen Operasi Edisi Ketiga*. Jakarta: Grasindo.
- [11] Herjanto, Eddy. 2008. *Sains Manajemen*. Jakarta: Grasindo.
- [12] Iqbal, Hasan. 2002. *Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [13] P, Siagian. 1987. *Penelitian Operasional: Teori Dan Praktek*. Jakarta: UI Press.
- [14] Pramuji, Bambang, Pitojo Tri Juwono, dan Widandi Soetopo. "Pemodelan Debit Menggunakan Metode Arima Guna Menentukan Pola Operasi Waduk Selorejo." *Jurnal Teknik Pengairan*, Volume 5, Nomor 2, Desember 2014, hlm 141–148.
- [15] Prasetya, Hery, dan Fitri Lukiastuti. 2009. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: Media Pressindo.
- [16] Rusdji, Darma. "Pembangkit Data Sekolah Secara Acak Menggunakan MS-Excel." *JURNAL PETIR VOL. 4 NO 1* (2011).
- [17] Sarjono, Haryadi, dan Engkos Achmad Kuncoro. "Analisis Perbandingan Perhitungan Re-order Point." *BINUS BUSINESS REVIEW* Vol. 5 No. 1 Mei 2014: 288-300.
- [19] Suryani, E. (2006). *Pemodelan dan Simulasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [20] Trisnawati, Novi., Achmad Bahauddin, dan Ratna Ekawati. "Rancangan Perbaikan Pelayanan Puskesmas dengan Pendekatan Lean Healthcare dan Simulasi." : ISSN 2302-495X: *Jurnal Teknik Industri*, Vol.1, No.1, Maret 2013, pp.71-76.
- [21] Wahyono, Budi. 2012. *Manajemen Persediaan (Inventory Management)*. [Online]. Tersedia: <http://www.pendidikanekonomi.com/2012/09/manajemen-persediaan-inventory.html> (diakses tanggal 26 Juni 2015).