

PENGUKURAN KINERJA PERENCANAAN JADWAL INDUK PRODUKSI (STUDI KASUS: PT. ROMOS INTI COSMETIC)

Dian Retno¹⁾, Anastasia Lidya²⁾, Linda³⁾

Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya^{1,2,3)}

E-mail :dessi@mail.wima.ac.id¹⁾

Abstrak

Perubahan penjadwalan pada lantai produksi merupakan hal yang sering terjadi guna memenuhi permintaan konsumen, hal tersebut menyebabkan adanya nervousness. Nervousness yang terjadi akan berdampak pada pembengkakan biaya, menurunnya produktivitas, dan menurunnya service level. Faktor-faktor penyebab terjadinya nervousness antara lain: kesalahan peramalan permintaan, kebijakan ukuran lot, kerusakan mesin, dan keterlambatan pengiriman bahan baku. Pada studi kasus di PT. Romos ditemukan semua masalah penyebab nervousness diatas. Index instability sebagai representasi nervousness index dihitung dahulu untuk kondisi awal perusahaan, setelah diadakan perbaikan index instability dihitung kembali. Perbaikan dilakukan pada perbaikan metoda peramalan dan jadwal perawatan mesin produksi. Perbaikan metoda tersebut mengakibatkan penurunan index instability pada perencanaan Jadwal Induk Produksi perusahaan.

Kata kunci : nervousness, index instability, jadwal induk produksi.

1. PENDAHULUAN

Perubahan penjadwalan pada lantai produksi merupakan masalah yang seringkali terjadi guna memenuhi permintaan konsumen, sehingga hal tersebut menyebabkan adanya *nervousness*. Perubahan penjadwalan tersebut dapat terjadi disebabkan oleh perubahan jadwal produksi, perubahan dari spesifikasi barang yang dibuat, dan perubahan jumlah permintaan^[1]. *Nervousness* yang terjadi akan berdampak pada peningkatan atau penambahan biaya, menurunnya produktivitas dan menurunnya *service level* pada lantai produksi^[2]. Perubahan penjadwalan juga dapat terjadi disebabkan oleh faktor internal, yaitu karena manajemen yang jelek, yang diantaranya dapat dirinci sebagai berikut: karyawan memproduksi unit-unit produk yang tidak sesuai dengan standar, terlambat atau jumlah tidak sesuai, bagian produksi mencoba memproduksi sebelum spesifikasi lengkap, permintaan konsumen tidak diketahui.

Mather (1977) dalam Kadipasaoglu^[2] mendefinisikan *nervousness system* adalah perubahan dari data sebenarnya yang berhubungan dengan penambahan order untuk setiap pembelian atau peralatan pabrik. Iman dan Gonsalvez (1997) dalam Kadipasaoglu^[2] menjelaskan bahwa penjadwalan stabil jika peramalan permintaan yang diberikan pada periode perencanaan tidak berubah dan sama untuk kebutuhan produksi yang sesungguhnya. Carlson *et al.* (1979) dalam Kadipasaoglu^[2] mendefinisikan *system nervousness* sebagai pergeseran dari *set-up* yang telah dijadwalkan.

Adanya perubahan permintaan ini dapat diatasi dengan berbagai cara, yaitu dengan membekukan jadwal produksi, kebijakan ukuran lot, dan adanya *safety stock*^[3]. Blackburn dalam Kadipasaoglu^[2] mendefinisikan ketidakstabilan sebagai banyak *order* yang tidak direncanakan pada periode pertama ketika berada pada periode selanjutnya. Identifikasi kesuksesan penjadwalan dapat dilihat melalui 3 (tiga) hal, yaitu kecilnya perubahan penjadwalan yang terjadi, kecilnya biaya penjadwalan, dan tingkat pelayanan konsumen (*customer service*) yang tinggi^[4]. *Nervousness* mungkin dapat dikurangi dengan menciptakan hubungan yang baik antara pembeli dan penjual dalam rantai penjualan^[1].

PT. Romos Inti Cosmetic merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi kosmetika, dengan hasil utamanya parfum dan deodorant. Selain itu, perusahaan ini juga memproduksi *shampoo*, *body lotion*, *cleansing milk* (susu pembersih), *toner* (penyegar). Sebelum melakukan proses produksi, perusahaan tersebut membuat penjadwalan. Penjadwalan yang dibuat tersebut seringkali mengalami perubahan yang menyebabkan terjadinya ketidakstabilan produksi. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, baik faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal perusahaan antara lain kerusakan pada mesin dan peralatan, keakuratan serta *forecast error*, sedangkan faktor eksternal antara lain keterlambatan pada pengiriman bahan baku, perubahan permintaan konsumen dan penyebab-penyebab tidak teknis lainnya yang menyebabkan terjadinya

ketidakstabilan produksi. Hal tersebut di atas merupakan penyebab dari ketidakstabilan Jadwal Induk Produksi (JIP).

Dari hasil penelitian awal ditemukan penyebab terbesar ketidakstabilan JIP adalah *forecast error* disebabkan penggunaan metode ramalan yang tidak tepat dan kerusakan mesin yang sering terjadi akibat tidak adanya jadwal perawatan mesin. Index instability sebagai representasi nervousness index dihitung dahulu untuk kondisi awal perusahaan, setelah diadakan perbaikan index instability dihitung kembali.

2. PROSEDUR PENELITIAN

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan adalah data *demand* dan data penyebab ketidakstabilan produksi pada PT. Romos Inti Cosmetic. Berdasarkan data perubahan penjadwalan produksi yang diperoleh, dapat diketahui penyebab-penyebab ketidakstabilan produksi pada perusahaan.

2.2. Perhitungan Index Instability Awal

Perhitungan indeks ketidakstabilan dengan menggunakan *SBU metric*. Perhitungan indeks ketidakstabilan tersebut bertujuan untuk mengetahui besarnya indeks ketidakstabilan awal yang terjadi.

2.3. Mencari Penyebab Utama Ketidakstabilan Penjadwalan

Penyebab-penyebab ketidakstabilan penjadwalan antara lain perubahan permintaan konsumen, keterlambatan pengiriman bahan baku, kerusakan mesin dan peralatan, keakuratan dan *forecast error*, serta masalah teknis lainnya. Berdasarkan data perubahan yang terjadi, masalah *forecast error* serta kerusakan mesin dan peralatan memiliki persen kontribusi terbesar, sehingga perlu dilakukan perbaikan terhadap masalah-masalah tersebut.

2.4. Perbaikan pada metoda peramalan

Model-model yang diajukan antara lain model ARIMA, *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing*. Dari beberapa metoda tersebut dipilih yang terbaik.

2.5. Pembuatan Jadwal Maintenance Mesin dan Peralatan

Setelah diketahui salah satu penyebab internal ketidakstabilan adalah sering terjadinya mesin rusak akibat tidak adanya penjadwalan perawatan mesin dan peralatan, maka dilakukan penjadwalan perawatan mesin dan peralatan. Sebagai langkah awal dilakukan pengumpulan data jenis kerusakan, data komponen kritis, dan waktu antar kerusakan komponen dalam satuan jam mesin, serta dilakukan pencarian distribusi waktu antar kerusakan komponen.

2.6. Perhitungan Index Instability Akhir

Setelah dilakukan perbaikan, maka dilakukan perhitungan indeks ketidakstabilan kembali. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara nilai awal dan akhir yang bertujuan untuk mengetahui penurunan/peningkatan indeks ketidakstabilan.

3. PERBAIKAN TERHADAP MASALAH

Penyebab-penyebab Perubahan Penjadwalan

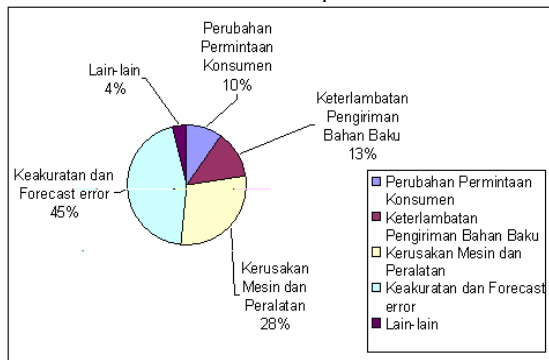
Dengan mengetahui penyebab-penyebab dari perubahan penjadwalan yang terjadi di dalam perusahaan, dapat membantu pihak perusahaan dalam kelancaran proses produksi dan distribusi produk jadi, karena hal ini merupakan langkah kritis dalam usaha untuk mendapatkan cara yang tepat untuk mengurangi ketidakstabilan jadwal. Terdapat empat penyebab dari perubahan penjadwalan dalam perusahaan tersebut, antara lain :

- **Perubahan Permintaan Konsumen**
Perubahan permintaan konsumen secara tiba-tiba menyebabkan terjadinya perubahan dalam penjadwalan produksi. Hal ini mengakibatkan perusahaan menggunakan *overtime* untuk memenuhi pesanan konsumen. Oleh karena itu, perusahaan perlu mengeluarkan biaya tambahan untuk proses produksi, penambahan tenaga kerja dan sebagainya.
- **Keterlambatan Pengiriman Bahan Baku**
Masalah pada ketersediaan bahan baku utama, yaitu parfum *compound* terjadi karena keterlambatan pengiriman dari *supplier*. Demikian pula pada bahan baku kering, yakni kemasan (botol) yang juga merupakan bahan baku utama yang digunakan oleh perusahaan untuk kelancaran proses produksi. Faktor-faktor tersebut dapat berpengaruh pada jalannya proses produksi.
- **Kerusakan Mesin dan Peralatan**
Perubahan penjadwalan produksi juga disebabkan oleh kerusakan mesin dan peralatan dalam proses produksi serta masalah teknis lainnya. Kerusakan mesin dan peralatan disebabkan oleh usia mesin, kurangnya perawatan dan pemeriksaan terhadap mesin-mesin serta peralatan-peralatan yang digunakan, sebelum dan sesudah beroperasi.
- **Keakuratan metode peramalan dan *Forecast error***
Salah satu hal yang juga dapat mempengaruhi perubahan penjadwalan adalah kesalahan dalam menentukan jumlah produksi akibat kurang akuratnya metode peramalan. Kesalahan dalam penentuan jumlah permintaan dapat mengakibatkan kesalahan dalam perhitungan persediaan bahan baku serta produk jadi di gudang. Oleh karena itu perubahan penjadwalan juga dapat terjadi karena penggunaan metode ramalan yang tidak tepat.
Berikut ini adalah data perubahan penjadwalan dan penyebab-penyebab perubahan penjadwalan yang

terjadi untuk 13 *planning cycle*, dimana setiap *planning cycle* terdiri dari 12 bulan.

Pada tabel 1 diatas dapat dilihat bahwa terdapat 306 perubahan penjadwalan dalam 13 *planning cycles*. Sebagai contoh, total perubahan pada *planning cycle* 1 sebesar 26 perubahan, yang disebabkan oleh perubahan permintaan konsumen sebanyak 4 perubahan, disebabkan oleh keterlambatan pengiriman bahan baku, kerusakan pada mesin dan peralatan, ketidaktepatan metode ramalan yang digunakan dan juga kesalahan pada penempatan *stock* di gudang serta kesalahan dalam pencatatan dan perhitungan *stock* yang tersedia (ketelitian), dan penyebab-penyebab *non-technical* lainnya, secara berturut-turut 3, 5, 13 dan 1. Selanjutnya kelima faktor inilah yang menyebabkan terjadinya perubahan pada *planning cycle* 2 sampai dengan *planning cycle* 13.

Berdasarkan prosentase dari total perubahan yang terjadi, dapat dibuat *pie chart* yang terlihat pada gambar 1. Selanjutnya ditentukan bahwa 2 faktor penyebab terbesar ketidakstabilan rantai produksi adalah keakuratan metode peramalan dan *forecast error* dan kerusakan mesin dan peralatan.



Gambar 1. Pie chart Penyebab-penyebab Perubahan Penjadwalan

3.1. Perhitungan Index Instability Awal

Berikut ini adalah contoh ilustrasi MRP dan perhitungan *index instability*.

Pada *planning cycle* 1 (Tabel 2), *stock* awal yang tersedia sebesar 5.000 dan *scheduled receipt* sebesar 3.500 yang diterima pada periode 2. Pada periode 1, *demand forecast* 2.500 dan POH 2.500, PR 3500 direlease pada periode 2 untuk memenuhi permintaan periode 3. Kenyataannya *actual demand* 2000, akibatnya POH di periode 1 bukan 2500 tetapi 3000. Permintaan periode 3 sebesar 3750 dapat dipenuhi dengan persediaan karena estimasi demand lebih besar dari kenyataannya. Menurut perencanaan *cycle* 1 seharusnya pada periode 2 di release 3500, namun perencanaan tidak sesuai dengan kenyataan dan di revisi pada *cycle* 2 dimana pada periode 2 tidak ada *release order*. Ketidakesuaian rencana dengan kenyataan dinyatakan dengan suatu *nilai index instability*. Bila rekaman tabel MRP dengan perubahan

seperti contoh di atas maka bila dinyatakan dengan nilai *index instability* nilainya adalah 3500. Angka tersebut akan diberi bobot sesuai dengan bobot waktu, lalu dihitung sampai dengan *cycle* periode dikurangi 1. Angka-angka tersebut dimasukkan dalam persamaan untuk mendapatkan Index instability (persamaan 1).

$$I = \frac{\sum_{M_k > 1} \sum_{t=M_k}^{M_k+N-1} |Q_t^k - Q_t^{k-1}| (1-\alpha)\alpha^{t-M_k}}{S} \quad (1)$$

$$= \frac{24859.75136}{34}$$

$$= 713.2$$

Dimana:

I=index instability, t=periode

Q=jumlah release order untuk periode ke-t pada *planning cycle* k,

M=permulaan *planning cycle* k,

N=panjang horizon perencanaan,

S= total umlah order dari keseluruhan horizon perencanaan, α = bobot parameter, $0 \leq \alpha \leq 1$.

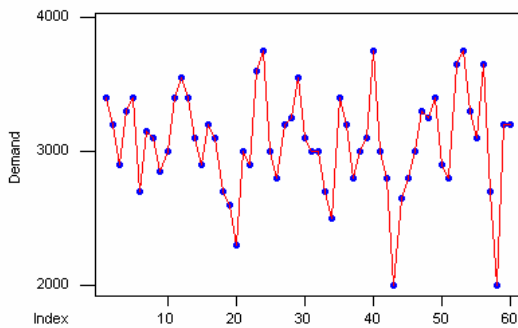
3.2. Perbaikan Terhadap Metoda Peramalan Demand Yang Akan Datang sebagai dasar Perencanaan Produksi

Time series plot pada gambar 2 menunjukkan bahwa data *demand* produk parfum memiliki pola data stasioner. Untuk pemilihan model peramalan digunakan metoda peramalan dasar yaitu model ARIMA (1,0,0) ARIMA (0,0,1), *Single Exponential Smoothing* (SES), dan *Double Exponential Smoothing* (DES). Kemudian dilakukan cek kesesuaian model untuk ksemua metode tersebut yang ditinjau dari uji IIDN (*white noise*) dan error terkecil dan disajikan pada tabel 4, sehingga metoda yang dipakai adalah ARIMA (0,0,1).

3.3. Perbaikan Terhadap Sistem Perawatan (maintenance)

3.4.1. Faktor Penyebab Rendahnya Performance Mesin dan Peralatan Produksi

Faktor penyebab rendahnya *performance* dari mesin dan peralatan dalam proses produksi adalah mesin dan peralatan yang seringkali mengalami kerusakan (*breakdown*), *breakdown* ini disebabkan oleh komponen yang mengalami kerusakan atau komponen macet. Kenyataan ini terjadi karena perusahaan tidak menerapkan sistem perawatan yang teratur. Untuk mengatasi masalah ini, maka dibutuhkan suatu sistem perawatan (*maintenance*) yang dapat meningkatkan kinerja dari mesin-mesin dan peralatan yang ada. Berikut ini merupakan data kerusakan komponen (*breakdown*) mesin serta peralatan produksi (Januari 2003 sampai dengan Desember 2005



Gambar 2. Time Series Plot Demand Parfum

Sebelum mencari fungsi distribusi yang sesuai untuk setiap jenis kerusakan, maka perlu dilakukan pemilihan terhadap jenis komponen yang layak untuk diprioritaskan dalam pembuatan jadwal perawatan. Pemilihan tersebut diambil berdasarkan komponen yang memiliki 80% dari total seluruh kerusakan) pada mesin serta peralatan yang ada. Adapun data jenis kerusakan adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Data Jenis Kerusakan Komponen Mesin Filter, Mesin Filling, Mesin Crimping dan Gas

Mesin	Jenis kerusakan	Jumlah kerusakan
Mesin Filter	Kertas filter	13
	Karet tabung filling	12
Mesin Filling	Slang pengisi	11
	Clamp slang pengisi	2
	Baut dan mur clamp	2
	Piston	1
Mesin Crimping dan Gas	Karet tabung gas	13
	Slang tabung gas	2
	Clamp slang gas	2
	Tabung gas	2

3.4.2. Penentuan Komponen Kritis

Penentuan komponen kritis dilakukan berdasarkan total downtime yang ditimbulkan oleh tiap komponen berdasarkan analisis Pareto. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan jenis kerusakan yang layak untuk diprioritaskan dalam perbaikan mesin serta peralatan dan untuk menyusun jadwal perawatan. Hasil dari analisis Pareto dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Penetapan Komponen Kritis

Jenis Kerusakan	Jumlah Kerusakan
Kertas filter	13
Karet tabung gas	13
Karet tabung filling	12
Slang pengisi	11

Keterangan fungsi komponen mesin dan peralatan produksi:

- Kertas filter : digunakan untuk menyaring alkohol atau memisahkan alkohol dari kandungan karbon aktifnya (terdiri dari beberapa lapisan).
- Karet tabung gas : digunakan sebagai pelindung pada bagian atas tabung gas untuk mencegah kebocoran.
- Karet tabung filling : digunakan sebagai pelindung pada bagian atas tabung filling mesin untuk mencegah kebocoran.
- Slang pengisi : digunakan untuk mengalirkan konsentrat dari tabung filling mesin ke botol atau kaleng.

3.4.3. Data Waktu antar Kerusakan dan Penentuan Distribusi Waktu antar Kerusakan

Data waktu antar kerusakan dalam satuan hari dari komponen yang telah dipilih untuk dibuat jadwal perawatannya dapat dilihat pada Tabel 7. Data waktu antar kerusakan diperlukan untuk mencari fungsi distribusi yang paling sesuai untuk tiap jenis kerusakan. Fungsi distribusi didapat dari pengujian Kolmogorov-Smirnov dengan menggunakan program Statfit.

Tabel 8. Data Waktu antar Kerusakan Komponen (hari)

Kertas filter	Karet tabung gas	Karet tabung filling	Slang pengisi
49	81	21	21
54	68	48	147
97	28	18	75
104	63	33	69
50	37	66	77
11	85	35	53
83	74	100	107
81	45	22	64
56	70	76	20
33	45	60	53
33	34	150	
40	91		

Tabel 9. Hasil Pengujian Kolmogorov-Smirnov untuk Setiap Komponen

Komponen	Distribusi	Parameter
Kertas filter	Log-Logistic	(0, 3.16, 52.8)
Karet tabung gas	Weibull	(0, 3.35, 67.2)
Karet tabung filling	Log-Logistic	(0, 2.54, 45.9)
Slang pengisi	Weibull	(0, 2.02, 77.6)

Dengan parameter-parameternya adalah sebagai berikut :

- Log-Logistic (min, p, beta), dimana : min = nilai t minimum, p = parameter bentuk > 0, beta = parameter skala > 0
- Weibull (min, alpha, beta), dimana : min = nilai t minimum, alpha = parameter bentuk > 0, beta = parameter skala > 0

3.4.4. Data Waktu Perbaikan (Tf) dan Data Waktu Pencegahan (Tp)

Tf adalah total waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki komponen yang mengalami kerusakan. Waktu dihitung semenjak mesin mulai diperbaiki sampai perbaikan selesai. Sedangkan Tp merupakan total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan pencegahan.

Tabel 10. Data Waktu Perbaikan (Tf) dan Waktu Pencegahan (Tp)

Komponen	Rata-Rata Waktu Perbaikan pada saat Kerusakan (jam)	Rata-Rata Waktu Perawatan Pencegahan (jam)
Kertas filter	1,5	1,3
Karet tabung gas	0,5	0,3
Karet tabung filling	0,5	0,3
Slang pengisi	1	0,75

3.4.5. Perhitungan Biaya Perawatan

Berikut ini merupakan contoh perhitungan biaya perawatan untuk komponen Kertas Filter. Hasil perhitungan lengkapnya dapat lihat pada tabel 11.

$C_f = \text{downtime (jam)} \times \text{kapasitas mesin filter (botol/jam)} \times \text{profit (Rp/botol)} + \text{Biaya komponen}$(2)

$C_f = 1.5 \text{ jam} \times 1191 \text{ botol/jam} \times \text{Rp } 405,-/\text{botol} + \text{Rp } 25000,- = \text{Rp } 748533,-$

$C_p = \text{downtime (jam)} \times \text{kapasitas mesin filter (botol/jam)} \times \text{profit (Rp/botol)} + \text{Biaya komponen}$(3)

$C_p = 1.3 \text{ jam} \times 1191 \text{ botol / jam} \times \text{Rp } 405,-/\text{botol} + \text{Rp } 25000,- = \text{Rp } 652062,-$

Tabel 11. BiayaPerbaikan dan Pencegahan

Komponen	Cf (Rp)	Cp (Rp)
Kertas filter	748.533,00	652.062,00
Karet tabung gas	246.178,00	149.707,00
Karet tabung filling	369.500,00	223.700,00
Slang pengisi	769.000,00	586.750,00

3.4.6. Perhitungan Nilai MTTF (Mean Time To Failure)

Mean time to failure (MTTF) menyatakan rata-rata lama (waktu) pemakaian komponen sampai komponen tersebut rusak atau nilai harapan (ekspektasi) lamanya sebuah komponen dapat beroperasi sampai mengalami kerusakan. Komponen Kertas Filter mengikuti distribusi Log-Logistic(0,3.16, 52.8) sehingga MTTF nya adalah 62.575 hari. Perhitungan untuk komponen yang lain dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Nilai MTTF

	Komponen	MTTF(hari)
Mesin Filter	Kertas Filter	62.575
Mesin Crimping dan Gas	Karet Tabung Gas	60.326
Mesin Filling	Karet Tabung Filling	59.823
Mesin Filling	Slang Pengisi	68.753

3.4.7. Perhitungan Interval Perawatan Preventive Kerusakan Komponen

Dalam menjadwalkan penggantian komponen yang bersifat pencegahan diperlukan interval atau selang waktu kerusakan untuk mengatur penjadwalan dari tiap komponen. Dari perhitungan sebelumnya diketahui rata-rata waktu antar kerusakan setiap komponen kritis dari mesin serta peralatan produksi. Rata-rata waktu antar kerusakan tersebut kurang cocok digunakan sebagai interval penggantian preventive kerusakan komponen, karena rata-rata waktu antar kerusakan tersebut tidak memperhitungkan biaya yang diakibatkan mesin breakdown, sehingga untuk menjadwalkan penggantian komponen diperlukan interval penggantian preventive yang tepat untuk setiap komponen. Interval penggantian preventive yang tepat dapat dicari berdasarkan minimasi total biaya penggantian per satuan waktu yang terendah.

Dengan menggunakan program Mathcad, dapat dihitung interval penggantian preventive yang tepat untuk setiap komponennya. Salah satu contoh perhitungan untuk komponen kertas filter dengan menggunakan distribusi Log-logistic (0, 3.16, 52.8) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 p &:= 3.16 & h(50) &= 0.029 \\
 B &:= 52.8 & H(t) &:= \int_0^t h(t) dt \\
 f(t) &:= \frac{p \cdot \left(\frac{t}{\beta}\right)^{p-1}}{\left[1 + \left(\frac{t}{\beta}\right)^p\right]^2} & H(50) &= 0.611 \\
 & & C_f &:= 748533 \quad C_p := 652062 \\
 & & EUX(t) &:= \frac{C_p + C_f H(t)}{t} \\
 f(50) &= 0.016 & EUX(50) &= 22184.674807 \\
 R(t) &:= 1 - \int_0^t f(t) dt \\
 R(50) &= 0.543 \\
 h(t) &:= \frac{f(t)}{R(t)}
 \end{aligned}$$

Tabel 13-16 berikut ini merupakan hasil perhitungan interval perawatan preventive.

Tabel 13. Kertas Filter pada Mesin Filter

tp	R(tp)	EUC(tp)
20	0.956	34305
21	0.949	32935
25	0.914	28777
27	0.893	27295
30	0.856	25601
31	0.843	25150
35	0.786	23788
40	0.706	22809
50	0.543	22185
60	0.4	22288
70	0.291	22519
80	0.212	22665
90	0.156	22676

Tabel 14. Karet Tabung Gas pada Mesin Crimping dan Gas

tp	R(tp)	EUC(tp)
20	0.983	7698
21	0.98	7367
22	0.977	7070
25	0.964	6347
27	0.954	5975
30	0.935	5541
32	0.92	5319
33	0.912	5225
40	0.839	4825
45	0.77	4754
50	0.69	4823
60	0.505	5302
70	0.318	6171
80	0.166	7390
90	0.07	8942
100	0.023	10820

Tabel 15. Karet Tabung Filling pada Mesin Filling

tp	R(tp)	EUC(tp)
15	0.945	16311
16	0.936	15517
17	0.926	14836
18	0.915	14249
20	0.892	13299
21	0.879	12915
22	0.866	12580
24	0.838	12033
26	0.809	11616
28	0.778	11298
30	0.747	11057
33	0.698	10804
40	0.586	10522
42	0.556	10488
45	0.513	10459
47	0.485	10449
52	0.421	10442
54	0.398	10443
55	0.387	10443

Tabel 16. Slang Pengisi pada Mesin Filling

tp	R(tp)	EUC(tp)
15	0.945	16311
16	0.936	15517
17	0.926	14836
18	0.915	14249
20	0.892	13299
21	0.879	12915
22	0.866	12580
24	0.838	12033
26	0.809	11616
28	0.778	11298
30	0.747	11057
33	0.698	10804
40	0.586	10522
42	0.556	10488
45	0.513	10459
47	0.485	10449
52	0.421	10442
54	0.398	10443
55	0.387	10443

3.4. Perhitungan Index Instability Akhir

Langkah perbaikan yang diimplementasikan adalah perbaikan metoda peramalan, sedangkan jadwal perawatan belum dapat diimplementasikan karena faktor keterbatasan waktu. Sebelum dilakukan perbaikan, perusahaan tidak menggunakan metode peramalan dalam menentukan jumlah permintaan, melainkan berdasarkan intuisi manajer pemasaran. Setelah melakukan perbaikan pada metode peramalan dengan menggunakan ARIMA (0,0,1), maka index instability dihitung kembali dengan menggunakan persamaan 1. Pada saat awal didapatkan nilai index instability sebesar 713,2. Dengan menggunakan peramalan ARIMA (0,0,1) didapatkan *index instability* sebesar 525,7.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kinerja perencanaan jadwal induk produksi yang tepat merupakan aspek yang penting dalam meminimasi ketidakstabilan di lantai produksi. Dari hasil penelitian ditemukan 2 faktor utama penyebab ketidakstabilan adalah keakuratan metoda peramalan dan *forecast error* dan kerusakan mesin.
2. Dengan mengaplikasikan metoda ARIMA (0,0,1), *index instability* dapat direduksi sebesar 26%.
3. Usulan Jadwal perawatan belum dapat diimplementasikan karena faktor keterbatasan waktu. Penghematan yang dapat dilihat hanya dari segi biaya, sedangkan dari *index instability* nya belum dapat diukur.
4. Kebijakan dalam hal koordinasi dengan *supplier* harus dirumuskan kembali, perusahaan tidak boleh terpaku pada faktor harga saja tanpa memperhatikan *delivery time*. Hal ini akan sangat mempengaruhi stabilitas perencanaan produksi yang telah dibuat.

5. REFERENSI

- [1] Pujawan, I. N., 2004, Schedule Nervousness In a Manufacturing System: A Case Study. Production Planning and Control, 15(5), 515-524.
- [2] Kadipasaoglu, s. n. and Sridharan, V., 1997, Measurement of Insatbility In Multi-Level MRP System. International Journal of Production Research, 35(3), 713-737.
- [3] Yeung, J. h. y., wong, w. c. k., mas, l. and law, j. s., 1999, MPS With Multiple Freeze Fences in Multi-Product Multi-Level MRP Systems. International Journal of Production Research, 37(13), 2977-2996.
- [4] Chrwan-jyh ho, 2002, Evaluating Dampening Effects of Alternative Lot-sizing Rules to Reduce MRP System Nervousness. International Journal of Production Research, 40(11), 2633-265

Tabel 1. Data penyebab Perubahan Penjadwalan Produksi

Penyebab Perubahan Penjadwalan	Perubahan Penjadwalan														Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Perubahan Permintaan Konsumen	4	3	4	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	31	10.13	
Keterlambatan Pengiriman Bahan Baku	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	39	12.75	
Kerusakan Mesin dan Peralatan	5	6	5	5	6	6	7	7	8	7	8	8	9	87	28.43	
Keakuratan dan <i>Forecast error</i>	13	14	13	12	11	9	8	9	9	10	10	10	10	138	45.10	
Lain-lain	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	11	3.59	
Total Perubahan	26	27	26	24	24	22	21	22	23	23	22	22	24	306	100.00	

Tabel 2. Tabel MRP pada awal cycle pertama

<i>Fixed Lot</i> =	3500 botol												
<i>Lead Time</i> = 1													
<i>Lot Sizing : Fixed Lot</i>													
		Planning Cycle 1											
Period	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirements		2500	2750	3750	3250	3200	2300	2800	2550	2700	3200	3200	3100
Scheduled Receipts			3500										
Projected On-Hand Inventory (POH)	5000	2500	3250	3000	3250	950	1650	2600	50	850	1150	1450	1850
Net Requirement				500	250		1850	900		2650	2350	2050	1650
Planned Order Receipt				3500	3500		3500	3500		3500	3500	3500	3500
Planned Order Release			3500	3500		3500	3500		3500	3500	3500	3500	

Tabel 3. Tabel MRP pada awal cycle kedua

<i>Fixed Lot</i> =	3500 botol												
<i>Lead Time</i> = 1													
<i>Lot Sizing : Fixed Lot</i>													
ACTUAL DEMAND PER 1 = 2000		Planning Cycle 1											
Period		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Gross Requirements		2750	3750	3250	3200	2300	2800	2550	2700	3200	3200	3100	3200
Scheduled Receipts		3500											
Projected On-Hand Inventory (POH)	3000	3750	0	250	1450	2150	3150	600	1400	1700	2000	2400	2700
Net Requirement				3250	2050	1350	350		2100	1800	1500	1100	800
Planned Order Receipt				3500	3500	3500	3500		3500	3500	3500	3500	3500
Planned Order Release			3500	3500	3500	3500		3500	3500	3500	3500	3500	

Tabel 4. Uji Kesesuaian Model Peramalan

Model	MSD	ERROR			
		Normality Test		Independent	
		Normal	Tidak	Independent	Tidak

ARIMA(1,0,0)	132591	√	–	√	–
ARIMA(0,0,1)	125929	√	–	√	–
SES	148469	√	–	–	√
	<i>Alpha=0.051</i>				
DES	160275 <i>Alpha=0.1; Beta=0.1</i>	√	–	–	√

Tabel 5. Data Kerusakan Komponen

Tanggal	Komponen	Keterangan	Tanggal	Komponen	Keterangan	Tanggal	Komponen	Keterangan
10-Jan	Slang tabung gas	ganti	6-Feb	Clamp slang pengisi	ganti	7-Jan	Tabung gas	repair
16-Jan	Kertas filter	ganti	9-Feb	Karet tabung filling	ganti	15-Feb	Karet tabung filling	ganti
21-Jan	Karet tabung gas	ganti	19-Feb	Slang pengisi	ganti	25-Feb	Kertas filter	ganti
20-Feb	Slang pengisi	ganti	27-Feb	Karet tabung gas	ganti	31-Mar	Karet tabung gas	ganti
6-Mar	Tabung gas	repair	5-Apr	Kertas filter	ganti	6-Apr	Clamp slang gas	ganti
18-Mar	Karet tabung filling	ganti	5-May	Slang tabung gas	ganti	29-Apr	Piston	ganti
28-Mar	Kertas filter	ganti	28-May	Slang pengisi	ganti	10-May	Slang pengisi	ganti
31-Mar	Slang pengisi	ganti	17-Jun	Kertas filter	ganti	20-May	Kertas filter	ganti
17-Apr	Karet tabung filling	ganti	30-Jun	Karet tabung gas	ganti	7-Jun	Karet tabung gas	ganti
22-May	Karet tabung gas	ganti	1-Jul	Karet tabung filling	ganti	29-Jun	Baut dan mur clamp	ganti
19-Jun	Kertas filter	ganti	2-Jul	Kertas filter	ganti	8-Jul	Kertas filter	ganti
1-Jul	Karet tabung filling	ganti	2-Aug	Karet tabung filling	ganti	25-Jul	Karet tabung gas	ganti
25-Jul	Karet tabung filling	ganti	30-Aug	Clamp slang pengisi	ganti	9-Aug	Slang pengisi	ganti
27-Aug	Karet tabung gas	ganti	16-Sep	Slang pengisi	ganti	25-Aug	Kertas filter	ganti
10-Sep	Karet tabung filling	ganti	8-Oct	Baut dan mur clamp	ganti	8-Sep	Slang pengisi	ganti
7-Oct	Karet tabung gas	ganti	13-Oct	Karet tabung gas	ganti	22-Sep	Karet tabung filling	ganti
30-Oct	Slang pengisi	ganti	28-Oct	Kertas filter	ganti	21-Oct	Kertas filter	ganti
5-Nov	Kertas filter	ganti	18-Nov	Karet tabung filling	ganti	15-Nov	Clamp slang gas	ganti
16-Dec	Karet tabung filling	ganti	1-Dec	Slang pengisi	ganti	24-Nov	Slang pengisi	ganti
6-Jan	Karet tabung gas	ganti	16-Dec	Karet tabung gas	ganti	5-Dec	Karet tabung gas	ganti