



OPTIMALISASI INTERVAL INSPEKSI UNTUK MEMINIMASI QUALITY LOSS BERDASARKAN METODE GENICHI TAGUCHI (Studi Kasus di PT.Primissima)

Nur Aini Masruroh dan Irkhamudin

Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Email: aini@ugm.ac.id

ABSTRACT

This research was conducted to find the optimal inspection interval of shuttle loom machines by using Taguchi method in order to minimise the quality loss that will affect in increasing the company's profit. Five shuttle loom machines were assessed. Recently, the machines' inspection is done ones a day. Historical data shows that the frequency of break down is still high. It is hypothesized that the interval inspection is not optimal. The experimental results show that the optimal inspection intervals for shuttle loom I_p , G_{1p} , F_{σ} , L_{σ} , J_{19} are 12, 15, 11, 16, 6 respectively and resulted the daily savings of Rp 146.766,-, Rp 94.509,-, Rp 195.904,-, Rp 104.683,- and Rp 154.654,- respectively.

Keywords: inspection, Taguchi method, shuttle loom machines.

1. PENGANTAR

Seiring dengan persaingan yang semakin ketat dan peningkatan produksi yang semakin kompleks, fungsi perawatan merupakan suatu bagian memegang peranan penting dan tidak terpisahkan dari sistem produksi. Berbagai gangguan terhadap mesin produksi dapat menyebabkan *quality loss*. *Quality loss* ini tidak hanya merugikan dalam hal pengeluaran biaya atas rusaknya mesin namun juga termasuk pada kecacatan produk yang ditanggung, bahkan menyebabkan kerugian akan lunturnya kepercayaan konsumen terhadap perusahaan. Oleh karena itu interval inspeksi harus dioptimalkan untuk meminimasi *quality loss*.

Banyak perusahaan telah mencoba menerapkan beberapa metode dalam menyelesaikan persoalan perawatan. Di Jepang dan juga di Negara Eropa lainnya dalam menyelesaikan permasalahan produksi banyak menggunakan model Genichi Taguchi. Model

Taguchi sudah banyak diterapkan di Indonesia untuk perhitungan permasalahan produksi. Dengan model perawatan Taguchi yang memperhatikan nilai obyek kualitas pengamatan cenderung lebih mudah dan lebih awal mendeteksi kemungkinan timbulnya kerusakan pada sistem perawatan.

Penelitian ini dilakukan di PT Primissima, sebuah industri tekstil di Yogyakarta. PT Primissima saat ini menerapkan kebijakan inspeksi mesin sekali sehari. Dari data kerusakan mesin yang berhasil diperoleh, terlihat bahwa frekuensi kerusakan mesin masih tinggi. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan penentuan interval inspeksi optimal pada mesin *shuttle loom*, sehingga diharapkan reliabilitas mesin akan meningkat sehingga frekuensi kerusakan mesin akan turun.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Quality loss function bertujuan untuk mengidentifikasi seluruh biaya yang berhubungan dengan kualitas yang jelek dan menunjukkan

bagaimana meningkatnya biaya terhadap kondisi yang terjadi pada produk atau proses yang diinginkan konsumen. Biaya-biaya yang terkait tidak hanya biaya ketidakpuasan konsumen tetapi termasuk biaya garansi dan pelayanan, inspeksi ke dalam, perbaikan dan biaya sisa produksi.

Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) pada model ini meliputi tindakan inspeksi, perbaikan dan penggantian komponen yang rusak sehingga model perawatan ini menetapkan juga semua interval tindakan perawatan yang mungkin dilakukan antara lain: inspeksi perawatan interval penggantian dan interval perbaikan komponen.

Perawatan pencegahan yang mempengaruhi kelancaran pelayanan terbagi atas dua bagian aplikasi. Aplikasi pertama perawatan pencegahan yang ditunjukkan untuk mengurangi jumlah kerusakan mesin tetapi tidak memasukan nilai obyek kualitas pengamatan dalam model matematisnya, aplikasi kedua perawatan pencegahan yang ditunjukkan untuk mengurangi jumlah kegagalan berproduksi (sesuai dengan kualitas) dengan memasukan nilai obyek kualitas pengamatan dalam matematisnya.

Pada aplikasi pertama perawatan pencegahan ditujukan untuk meminimasi terjadinya *breakdown* selama waktu yang direncanakan. Tetapi model matematisnya tidak memasukan nilai obyek kualitas pengamatan dalam pembentukan solusi terakhir, sedangkan aplikasi kedua merupakan perawatan pencegahan dengan memasukan nilai obyek kualitas pengamatan untuk menyusun kebijakan perawatan pencegahan optimal.

Dalam perawatan ini model yang akan digunakan ialah perawatan pencegahan aplikasi kedua dengan tujuan untuk meminimasi *quality loss* produk. Pada prinsipnya *quality loss* ditunjukkan untuk meminimasi total biaya perawatan komponen kritis (Ross,1988)

Beberapa persamaan yang digunakan untuk menentukan *Loss Function* adalah sebagai berikut (Taguchi, 1989):

1. Toleransi resistansi atau biasa disebut toleransi berbanding lurus dengan rata-rata antar waktu kerusakannya, sehingga terdapat hubungan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta_0}{\mu_0} = \frac{\Delta}{\mu} = \frac{\Delta^*}{\mu^*}$$

Loss Function

$$L = \frac{B}{n} + \frac{C}{\mu} + \frac{C^*}{\mu^*} \times \frac{1}{(\Delta^*)^2} \left[\frac{\Delta^2}{3} + \left(\frac{n}{2} + l \right) \times \frac{\Delta^2}{\mu} \right]$$

$\frac{B}{n}$ menunjukkan jumlah biaya perawatan yang ditimbulkan oleh *quality loss* perunit waktu,

$\frac{C}{\mu}$ menunjukkan jumlah biaya perawatan pencegahan yang ditimbulkan oleh *quality loss* perunit waktu,

$\frac{\Delta^2}{3}$ menunjukkan deviasi parameter resistansi asal rumus deviasi standar adalah:

$$\frac{[(m - \Delta) - (m - \Delta)]^2}{12}$$

pada kasus *smaller the better* target $m=0$,

maka diperoleh $\frac{\Delta^2}{3} \cdot \frac{n}{2}$ menunjukkan parameter dalam interval n karatersistiknya tidak sama dengan . Jika waktu keterlambatan l dipertimbangkan (asumsi diabaikan), maka waktu rata-rata parameter diukur batas pemeliharaan adalah

$\left(\frac{n}{2} + l \right)$. Jadi deviasi kuadrat menjadi:

$$\left[\frac{\Delta^2}{3} + \left(\frac{n}{1} + l \right) \frac{\Delta^2}{\mu} \right]$$

sedangkan $\frac{C^*}{\mu^*} \times \frac{1}{(\Delta^*)^2} \left[\frac{\Delta^2}{3} + \left(\frac{n}{2} + l \right) \times \frac{\Delta^2}{\mu} \right]$

menunjukkan biaya yang hilang perkerusakan akibat resistansi melebihi nilai tertentu (ambang batas yang ditentukan) dengan interval inspeksi n dan toleransi *Preventive Maintenance* .

2. Toleransi Resistansi Optimal

= Toleransi resistansi optimal dapat dibentuk dari deviasi parsial persamaan (1) dengan meninjau dan penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

$$L = \frac{B}{n} + \frac{C}{\mu} + \frac{C^*}{\mu^*} \times \frac{1}{(\Delta^*)^2} \left[\frac{\Delta^2}{3} + \left(\frac{n}{2} + l \right) \times \frac{\Delta^2}{\mu} \right]$$

dengan memasukan

$$\mu = \frac{\mu_0 \times \Delta^2}{(\Delta_0)^2}$$

maka diperoleh

$$L = \frac{B}{n} + \frac{C(\Delta_0)^2}{(\Delta^2 \times \mu_0)} + \frac{C^*/\mu^*}{(\Delta^*)^2} \times \frac{1}{(\Delta^*)^2} \left[\frac{\Delta^2}{3} + \left(\frac{n}{2} + l \right) \times \frac{\Delta^2 (\Delta_0)^2}{\mu (\Delta^2)^2} \right]$$

$$L = \frac{B}{n} + \frac{C(\Delta_0)^2}{(\Delta^2 \times \mu_0)} + \frac{C^*/\mu^*}{(\Delta^*)^2} \times \frac{1}{(\Delta^*)^2} \left[\frac{\Delta^2}{3} + \left(\frac{n}{2} + l \right) \times \frac{(\Delta_0)^2}{\mu} \right]$$

Jika $(\Delta_0)^2 = (\Delta^*)^2$ dan $(\mu_0)^2 = (\mu^*)^2$ maka diperoleh rumus sebagai berikut:

$$\Delta = \Delta^* \left(\frac{3C}{C^*} \right)^{1/4}$$

3. Rataan antar kerusakan

* = rataan antar kerusakan mesin yang resistansinya melebihi yang ditaksir dengan persamaan berikut:

$$\mu^* = \mu_0 \times \frac{(\Delta^*)^2}{(\Delta_0)^2}$$

4. Interval optimal pengganti komponen

= interval optimal pengganti komponen

$$\mu = \mu^* \times \frac{(\Delta)^2}{(\Delta^*)^2}$$

5. Interval inspeksi optimal

n_{opt} = interval inspeksi optimal untuk meminimasi *quality loss*

n diperoleh dengan menurunkan rumus persamaan (1) sebagai berikut:

$$L = \frac{B}{n} + \frac{C(\Delta_0)^2}{(\Delta^2 \times \mu_0)} + \frac{C^*/\mu^*}{(\Delta^*)^2} \times \frac{1}{(\Delta^*)^2} \left[\frac{\Delta^2}{3} + \left(\frac{n}{2} + l \right) \times \frac{\Delta^2 (\Delta_0)^2}{\mu (\Delta^2)^2} \right]$$

$$L = \frac{B}{n} + \frac{C(\Delta_0)^2}{(\Delta^2 \times \mu_0)} + \frac{C^*/\mu^*}{(\Delta^*)^2} \times \frac{1}{(\Delta^*)^2} \left[\frac{\Delta^2}{3} + \left(\frac{n}{2} + l \right) \times \frac{(\Delta_0)^2}{\mu} \right]$$

$$\frac{\partial L}{\partial \Delta} = - \left(\frac{B}{n} \right) + \left(\frac{C^*}{\mu^*} \right) \times \frac{1}{2} \times \left(\frac{\Delta^2}{\mu_0} \right) = 0$$

Jika $(\Delta_0)^2 = (\Delta^*)^2$ dan $\mu_0 = \mu^*$ maka diperoleh:

$$n_{opt} = \mu^* \sqrt{\frac{2B}{C^*}}$$

6. Loss Function optimal

Loss Function saat ini adalah:

$$L = \frac{B}{n_0} + \frac{C}{\mu_0} + \frac{C^*}{\mu^*} \times \frac{1}{(\Delta^*)^2} \left[\frac{(\Delta_0)^2}{3} + \left(\frac{n}{2} + l \right) \times \frac{(\Delta_0)^2}{\mu_0} \right]$$

Loss Function dengan $n_{optimal}$ adalah:

$$L_{opt} = \frac{B}{n_{opt}} + \frac{C}{\mu} + \frac{C^*}{\mu^*} \times \frac{1}{(\Delta^*)^2} \left[\frac{(\Delta)^2}{3} + \left(\frac{n_{opt}}{2} + l \right) \times \frac{(\Delta)^2}{\mu} \right]$$

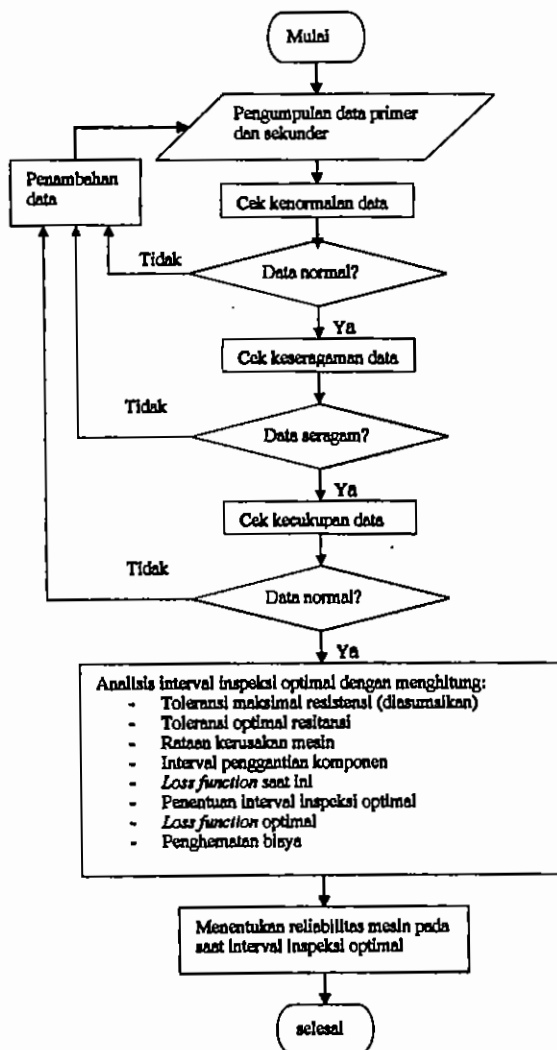
3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian diawali dengan pengumpulan data kerusakan mesin selama tiga bulan terakhir, yaitu periode Januari hingga Maret 2004. Pada penelitian ini diamati 5 buah mesin shuttle loom, yaitu mesin shuttle loom dengan nomor I₁, G₁₁, F₆, L₄, G₁₉. Data yang diperoleh selanjutnya diolah dengan mengikuti alur seperti terlihat pada Gambar 1.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data-data yang telah diperoleh dan setelah diolah, maka diperoleh nilai interval inspeksi yang optimal untuk masing – masing mesin shuttle loom, reliabilitas pada saat inspeksi, serta penghematan biaya yang timbul, seperti terlihat pada Tabel 1.

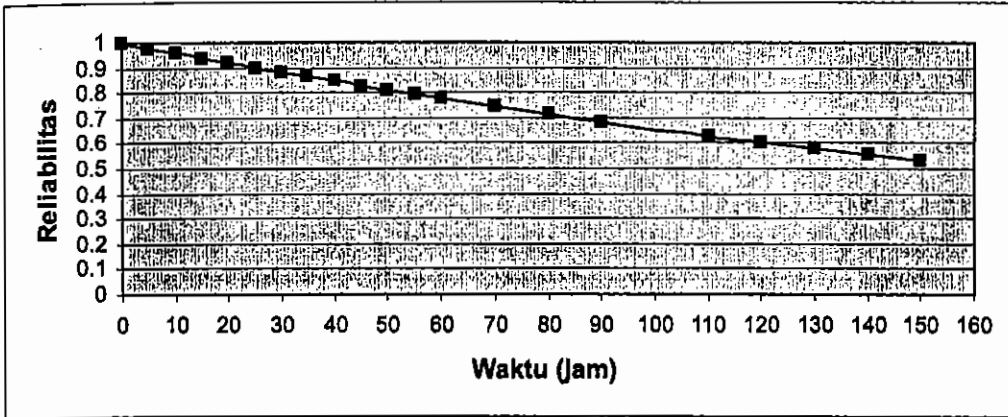
Gambar 2 sampai dengan Gambar 7 menunjukkan grafik reliabilitas untuk masing – masing mesin *shuttle loom* dan reliabilitas total system, dalam hal ini konfigurasi system adalah seri.



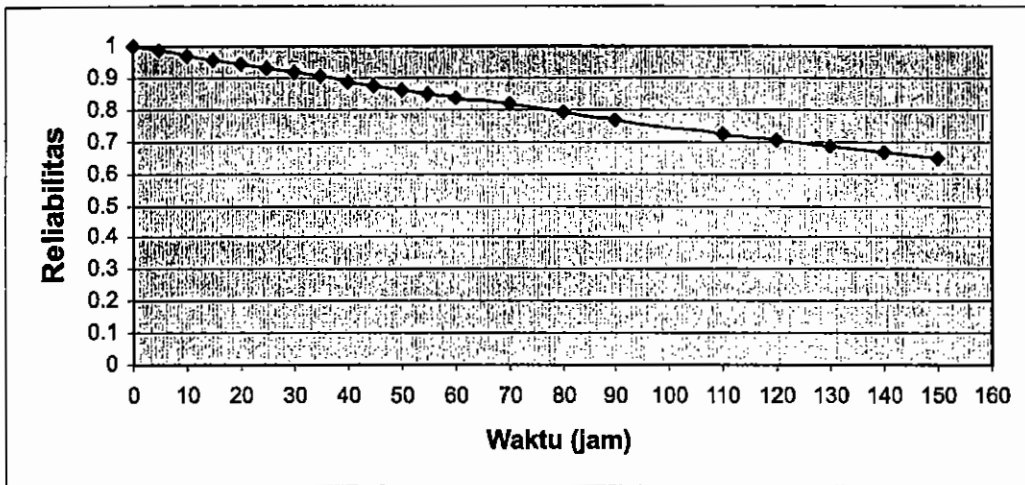
Gambar 1. Diagram alir metodologi penelitian.

Tabel 1. Hasil analisis perhitungan mesin *shuttle loom*.

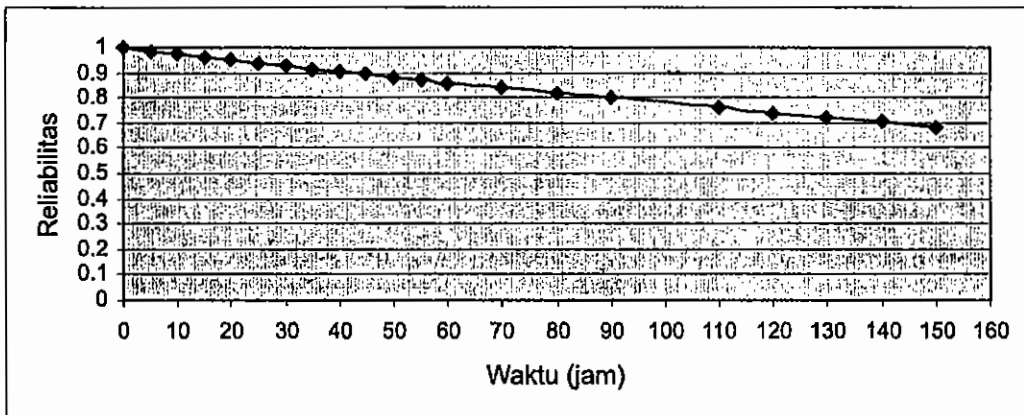
No	Analisis Hasil	Mesin <i>shuttle loom</i> nomor				
		I_1	G_{11}	F_6	L_4	J_{19}
1.	Interval inspeksi awal, jam	24	24	24	24	24
2.	Inspeksi optimal dalam (n_{opt}) jam	12	15	11	16	6
3.	Reliabilitas pada saat n_{opt}	0,825307	0,786628	0,838618	0,774142	0,908464
4.	(L_0) <i>quality loss</i> sebelum perbaikan (rupiah/hari)	423.591	267.549	354.646	319.740	725.455
5.	(L_{opt}) <i>quality loss</i> setelah perbaikan (rupiah/hari)	146.766	94.509	195.904	104.683	154.654
6.	Penghematan biaya (rupiah/bulan)	8.304.750	5.191.200	5.708.490	4.271.040	17.240.030



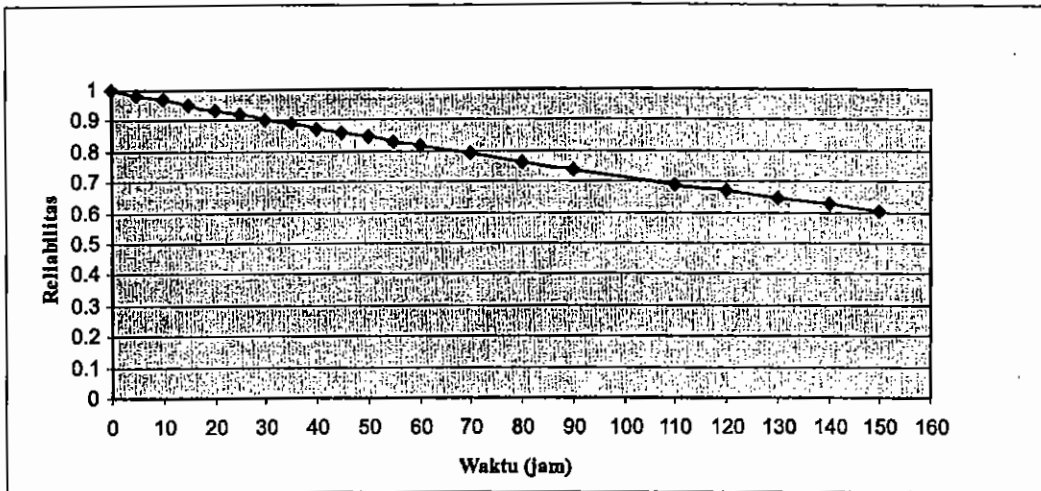
Gambar 2. Grafik hubungan antara reliabilitas dengan waktu mesin *shuttle loom* nomor I₁.



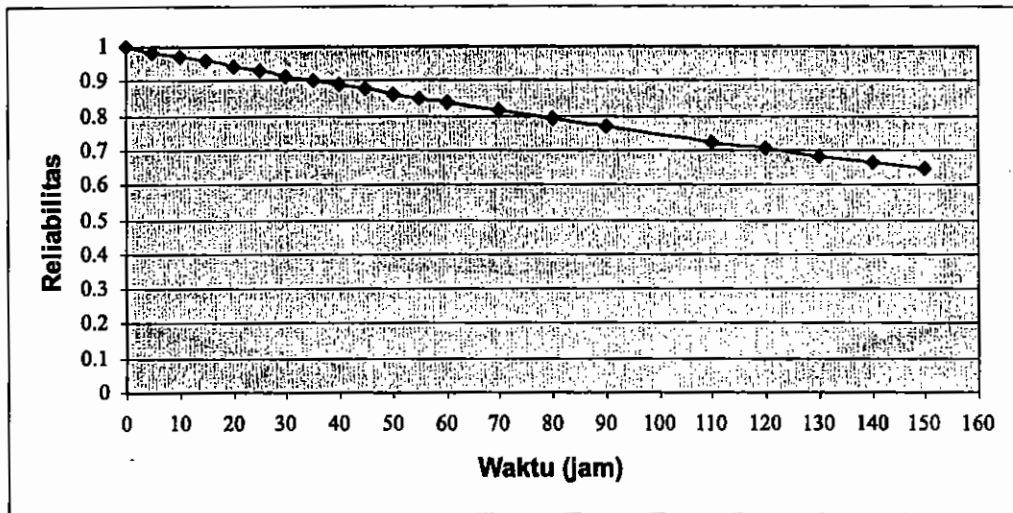
Gambar 3. Grafik hubungan antara reliabilitas dengan waktu mesin *shuttle loom* nomor G₁₁.



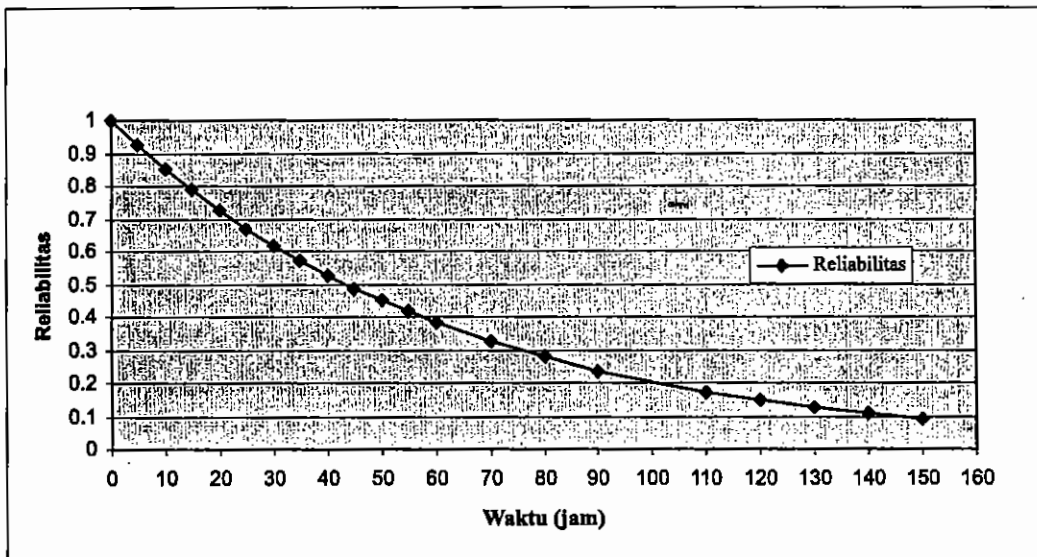
Gambar 4. Grafik hubungan antara reliabilitas dengan waktu mesin *shuttle loom* nomor F₆.



Gambar 5. Grafik hubungan antara reliabilitas dengan waktu mesin *shuttle loom* nomor L_4



Gambar 6. Grafik hubungan antara reliabilitas dengan waktu mesin *shuttle loom* nomor G_{19}



Gambar 7. Grafik hubungan antara reliabilitas dengan waktu dari mesin *shuttle loom*

Dari hasil perhitungan data rata-rata kerusakan dan semua kerugian yang diakibatkan dari kerusakan pada mesin masing-masing *shuttle loom* dengan menggunakan model Taguchi diperoleh interval inspeksi optimal berturut-turut adalah mesin nomor I_1 , G_{11} , F_6 , L_4 dan G_{19} (n_{opt}) adalah setiap 12, 15, 11, 16 dan 6 jam. Hal ini merupakan petunjuk tentang kapan sebaiknya inspeksi mesin dilakukan untuk mengimbangi pengeluaran biaya inspeksi dengan jumlah kerugian yang ditimbulkan oleh kerusakan mesin. Berdasarkan inspeksi mesin yang selama ini dilakukan di PT. Primissima hanya satu kali dalam satu hari masih mengakibatkan kerugian yang cukup besar. Apabila dilakukan inspeksi optimal yang telah diperoleh maka akan meminimalkan kerugian atau dengan kata lain penerapan inspeksi optimal dapat meminimasi *quality loss*.

Nilai keandalan (*reliability*) suatu mesin akan menurun seiring dengan waktu pengoperasiannya. Frekuensi perawatan terhadap sistem menjadi parameter penting untuk keandalan sistem tersebut, semakin besar keandalan suatu sistem maka frekuensi perawatan akan menurun dan sebaliknya frekuensi perawatan akan meningkat jika keandalan rendah.

Proses produksi yang ada di PT. Primissima merupakan proses produksi terus menerus (*countinous process*) sehingga kerusakan satu mesin dapat menghentikan proses produksi secara keseluruhan. Untuk itu nilai keandalan untuk mesin-mesin yang digunakan PT. Primissima merupakan keandalan keseluruhan system yang dihitung secara seri.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan data hasil evaluasi mesin *shuttle loom* diperoleh kemungkinan mesin total (sistem) untuk handal selama 1 hari adalah 0,681131. Hasil ini menunjukkan bahwa mesin *shuttle loom* yang digunakan PT. Primissima memiliki keandalan yang cukup rendah. Hal ini relevan dengan data yang diperoleh kerusakan mesin pada masa produksi sangat sering terjadi sehingga frekuensi perawatanpun meningkat. Dari hasil penentuan inspeksi optimal mesin *shuttle loom*, diperoleh interval inspeksi yang lebih kecil daripada interval yang diterapkan sekarang, sehingga reliabilitas total system yang diperoleh pada saat penerapan interval inspeksi tersebut akan lebih tinggi sehingga diharapkan frekuensi kerusakan mesin akan berkurang secara signifikan.

5. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil perhitungan penerapan interval inspeksi perawatan adalah sebagai berikut:
 - a. Inspeksi optimal untuk meminimasi *quality loss* dilakukan setiap 12 jam untuk mesin *shuttle loom* nomor I_1 dengan penghematan biaya perawatan sebesar Rp 8.304.750
 - b. Inspeksi optimal untuk meminimasi *quality loss* dilakukan setiap 15 jam untuk mesin *shuttle loom* nomor G_{11} dengan penghematan biaya perawatan sebesar Rp 5.191.200
 - c. Inspeksi optimal untuk meminimasi *quality loss* dilakukan setiap 11 jam untuk mesin *shuttle loom* nomor F_6 dengan penghematan biaya perawatan sebesar Rp 4.762.290
 - d. Inspeksi optimal untuk meminimasi *quality loss* dilakukan setiap 16 jam untuk mesin *shuttle loom* nomor L_4 dengan penghematan biaya perawatan sebesar Rp 6.451.710
 - e. Inspeksi optimal untuk meminimasi *quality loss* dilakukan setiap 6 jam untuk mesin *shuttle loom* nomor J_{19} dengan penghematan biaya perawatan sebesar Rp 17.240.030
2. Reliabilitas mesin yang dihasilkan untuk masing-masing mesin *shuttle loom* pada saat interval inspeksi optimal adalah:
 - a. Mesin *shuttle loom* nomor I_1 adalah 0,825307
 - b. Mesin *shuttle loom* nomor G_{11} adalah 0,786628
 - c. Mesin *shuttle loom* nomor F_6 adalah 0,838618
 - d. Mesin *shuttle loom* nomor L_4 adalah 0,774142
 - e. Mesin *shuttle loom* nomor G_{19} adalah 0,908464
3. Interval inspeksi optimal akan meningkatkan reliabilitas mesin sehingga akan meminimalkan *quality loss*.

DAFTAR PUSTAKA

- Dhillon, D., 1987, *Reliability and Maintainability Mathematics*, CBS Publisher and Distributor, USA.
- Dajan, A., 1984, Pengantar Metode Statistik, LP3ES, Jakarta.
- Hansen, R.C., 2001, *Overall Equipment Effectiveness*, Industrial Pres. Inc, New York.
- Juran, J.M. and Gryna, F.M., *Quality Planning and Analysis*, McGraw Hill, USA .
- Ross, P.J., 1988, *Taguchi Techigues for Quality Enginering*, McGraw Hill Company, USA.
- Supandi, 1993, Manajemen Perawatan Industri, Ganesa Exact, Bandung.
- Taguchi, G., 1989, *Quality Engineering In Production System*, McGraw Hill. Book Company, USA.

NOTASI

- Δ_0 = toleransi resistansi antar kerusakan komponen saat ini (diperoleh resistansi di luar ambang batas)
- Δ = toleransi resistansi optimal
- Δ^* = toleransi maksimal resistansi
- μ_0 = rata – rata antar kerusakan komponen saat ini
- μ = kapan sebaiknya penggantian komponen dilakukan untuk memperkecil kerugian yang timbul akibat adanya geseran toleransi
- μ^* = rata – rata antar kerusakan mesin saat perawatan pencegahan tidak dilakukan
- B = biaya inspeksi per kerusakan
- C = biaya perawatan pencegahan (harga penggantian komponen) per kerusakan
- C^* = *loss per failure* (biaya yang hilang akibat kerusakan melebihi D^*)
- L_0 = *loss function* sebelum dilakukan kebijakan interval inspeksi optimal
- L_{opt} = *loss function* setelah dilakukan kebijakan interval inspeksi optimal
- n_0 = interval inspeksi saat ini
- n_{opt} = interval inspeksi optimal