

## **Analisis Rem Forklift Model Fd30t-17 Terhadap Availability di Perusahaan Pengolah Limbah**

### ***Analysis of Fd30t-17 Forklift Brakes on Availability in Waste Treatment Companies***

Sugiharjo<sup>1</sup>, Awang Surya<sup>2\*</sup>

<sup>1,2\*</sup> Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Muhammadiyah Cileungsi, Bogor Jawa Barat-Indonesia

<sup>1,2\*</sup> Jl. Anggrek, NO 25, Komplek PT.SC, Cileungsi, Bogor, Jawa Barat 16820

\*Koresponden Email: awang.surya.68@gmail.com

Article Submit: 09/09/2021

Article Revision: 15/11/2021

Article Accepted: 07/01/2022

**Abstrak.** PT. P adalah perusahaan yang bergerak sebagai *waste management services* yaitu melakukan pengelolaan limbah industri. Dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut, PT. P banyak menggunakan alat bantu, salah satunya forklift. Forklift sangat penting bagi PT. P maka pelaksanaan program perawatan yang tepat sangat krusial untuk mencapai kondisi kestabilan ketersediaan untuk selalu siap digunakan (*availability*) dari forklift tersebut. Selama ini tingkat *availability* dari forklift di PT, P secara rata-rata adalah 92,07% sedikit di atas target perusahaan yaitu 90%. Beberapa tipe forklift pada bulan-bulan tertentu di *availability* di bawah 90%. Dalam rangka meningkatkan *availability* Forklift, PT. P telah membuat suatu program perawatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dengan tujuan meningkatkan *availability* forklift. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas program RCM dengan Kaizen dalam meningkatkan *availability* forklift. Metode yang digunakan adalah studi lapangan. Dalam pelaksanaan penelitian lapangan dilakukan pengamatan, dokumentasi dan wawancara. Hasil yang didapatkan bahwa program *Reliability Centered Maintenance* dengan pelaksanaan *kaizen* yang dilakukan telah memberikan pengaruh yang positif. *Availability* forklift secara rata-rata meningkat dari angka 92,07% menjadi 97,11%.

Kata kunci: Kaizen, Forklift, *availability*

**Abstract:** *PT. P is a company engaged in waste management services, namely managing industrial waste. In carrying out the work, PT. P uses a lot of tools, one of which is a forklift. Forklifts are very important for PT. So the implementation of the right maintenance program is very crucial to achieve a stable condition of availability to always be ready for use (availability) of the forklift. So far, the availability level of forklift at PT, P on average is 92.07%, slightly above the company's target of 90%. Some types of forklifts in certain months have availability below 90%. In order to increase the availability of forklifts, PT. P has created a Reliability Centered Maintenance (RCM) maintenance program with the aim of increasing forklift availability. This study aims to analyze the effectiveness of the RCM program with Kaizen in increasing forklift availability. The method used is a field study. In the implementation of field research, observations, documentation and interviews were carried out. The results obtained are that the Reliability Centered Maintenance program with the implementation of kaizen has had a positive influence. The average forklift availability increased from 92.07% to 97.11%.*

Keywords: Kaizen, Forklift, *availability*

## **1. PENDAHULUAN**

Dewasa ini dunia industri semakin berkembang, baik dari segi jumlah maupun teknologinya. Hal ini berdampak kepada lingkungan baik langsung maupun tidak langsung. Bagi kehidupan sosial, industri cenderung membawa dampak positif, tapi bagi lingkungan hidup industri membawa banyak dampak negatif seperti pencemaran air, polusi udara dan lain sebagainya[1]. Dengan semakin



meningkatnya pembangunan di bidang industri, semakin meningkat pula jumlah limbah yang dihasilkan yang dapat membahayakan lingkungan hidup dan kesehatan manusia[2].

Limbah dalam bentuk apa pun tidak menjadi masalah jika dikelola dengan baik. Akan tetapi faktor keterbatasan dana dan kurangnya kepedulian pelaku industri, maka limbah tidak ditangani dengan baik. Akibatnya, cepat atau lambat tentu akan menimbulkan masalah di kemudian hari.[3] Kehadiran perusahaan pengelola limbah industri menjadi suatu hal yang sangat penting untuk mengatasi masalah limbah industri.

PT. P merupakan perusahaan yang bergerak sebagai *waste management services* yaitu melakukan pengelolaan limbah industri. Dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut, PT. P banyak menggunakan alat bantu, salah satunya *forklift*. *Forklift* adalah perangkat alat berat yang digunakan untuk hal angkat-mengangkat atau memindahkan berkapasitas besar sekaligus juga mampu mengangkat dalam proses penataan di atas rak-rak tinggi dan *forklift* memiliki kapasitas hingga 3 ton dengan tinggi mengangkat hingga 4 meter[4][5].

Di PT. X menggunakan *forklift* untuk berbagai kegiatan di antaranya yaitu memindahkan barang dari truk pengangkut limbah ke tempat penyimpanan sementara, memindahkan barang dari tempat penyimpanan sementara ke tempat proses pengelolaan limbah (*stabilisasi, special treatment, fuel blending, drum return service*) dan memindahkan barang dari tempat daur ulang ke truk pengangkut untuk dikirim ke tempat proses selanjutnya. Begitu pentingnya *forklift* bagi PT. P maka pelaksanaan program perawatan yang tepat sangat krusial untuk mencapai kondisi kestabilan ketersediaan untuk selalu siap digunakan (*availability*) dari *forklift* tersebut[6][7].

Selama ini tingkat *availability* dari *forklift* di PT. P secara rata-rata adalah 92,07% sedikit di atas target perusahaan yaitu 90%. Beberapa tipe *forklift* pada bulan-bulan tertentu di *availability* di bawah 90%. Dalam rangka meningkatkan *availability* *forklift*, PT. P telah membuat suatu program perawatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan tujuan meningkatkan *availability* *forklift*[6][8]. Penelitian yang dilaksanakan ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas program RCM dengan *Kaizen* dalam meningkatkan *availability* *forklift*[9][10].

## 2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan tanggal 1 Juni 2020 sampai dengan tanggal 1 Desember 2020. Penelitian ini mendeskripsikan tentang pelaksanaan pelaksanaan program *Reliability Centered Maintenance* dan *kaizen* di bagian perawatan PT. P. Data yang diambil adalah pada periode Januari 2020 sampai dengan Desember 2020.

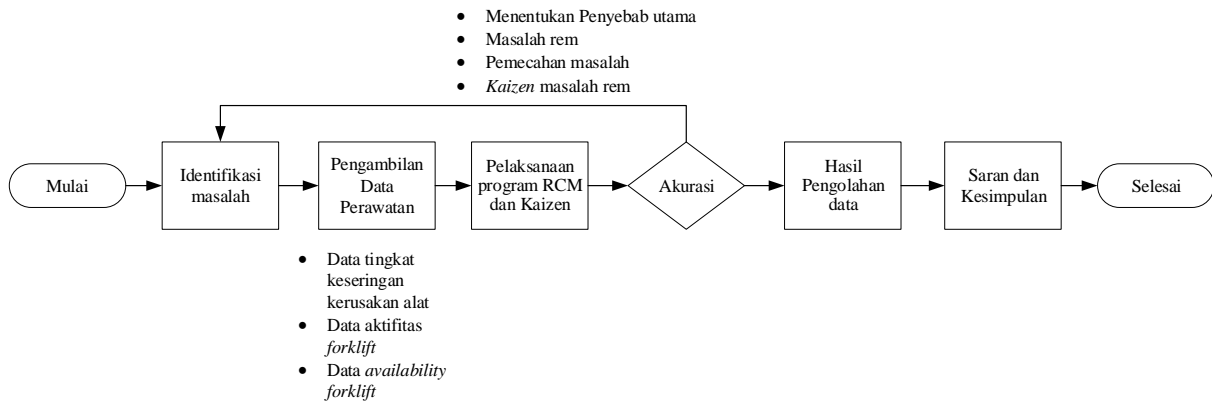
Tempat pelaksanaan penelitian ini adalah di PT. P yang berlokasi di Jl. Raya Narogong Km. 26, Desa Nambo Klapanunggal, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Pemilihan lokasi ini dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan bahwa penulis bekerja di perusahaan ini.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang dilakukan secara simultan. Yang pertama adalah studi literatur. Tahapan ini dilakukan dengan tujuan utama yaitu mencari dasar pijakan/pondasi untuk memperoleh dan membangun landasan teori, kerangka berpikir, dan menentukan dugaan sementara atau disebut juga dengan hipotesis penelitian. Dengan melakukan studi kepustakaan, para peneliti mempunyai pengalaman yang lebih luas dan mendalam terhadap masalah yang hendak diteliti[11].

Selanjutnya adalah studi lapangan. Dalam pelaksanaan penelitian lapangan dilakukan pengamatan, dokumentasi dan wawancara[12]. Tujuan studi lapangan agar penulis dapat memahami penerapan efisiensi waktu ataupun material secara langsung. Studi lapangan yang penulis lakukan adalah melihat secara langsung tahapan demi tahapan proses pelaksanaan program *Reliability Centered Maintenance* dan perbaikan berkelanjutan (*kaizen*), dengan melihat data data yang ada di bagian maintenance. Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Data jumlah kerusakan forklift per bulan.
- Data kerusakan pada sistem rem forklift per bulan.
- Data availability sebelum dilaksanakan program RCM dan Kaizen[13].
- Data availability forklift setelah pelaksanaan program RCM dan Kaizen.

Secara sederhana urutan proses dari penelitian yang dilakukan ini seperti terlihat dalam gambar 2.



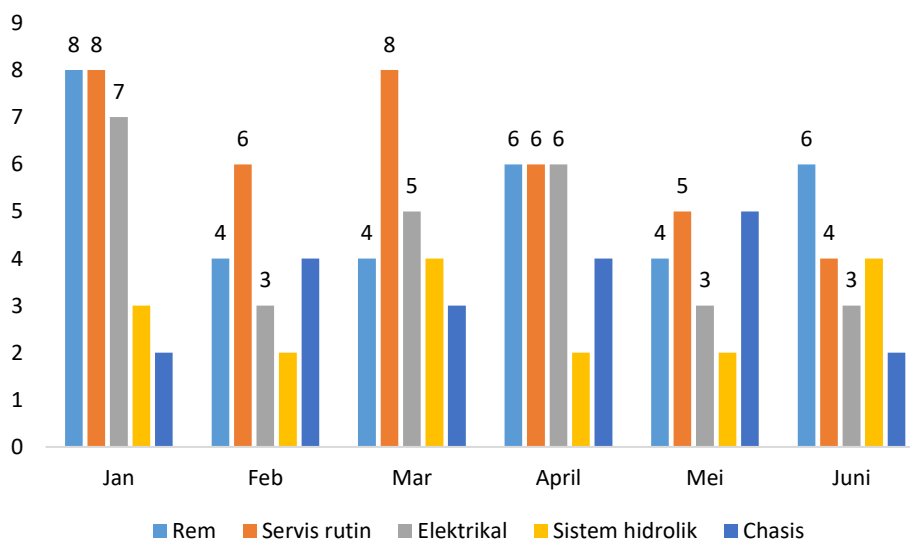
Gambar 1. Flowchart penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Data kerusakan rem pada *forklift* pada bulan Januari–Juni 2020 untuk menentukan kerusakan yang paling sering terjadi dan breakdown terlama:

Tabel 1. Tabel frekuensi kerusakan forklift per bagian.

| No | Jenis kerusakan | Jan | Feb | Mar | April | Mei | Juni | Total |
|----|-----------------|-----|-----|-----|-------|-----|------|-------|
| 1  | Rem             | 8   | 4   | 4   | 6     | 4   | 6    | 32    |
| 2  | Servis rutin    | 8   | 6   | 8   | 6     | 5   | 4    | 37    |
| 3  | Elektrikal      | 7   | 3   | 5   | 6     | 3   | 3    | 27    |
| 4  | Sistem hidrolik | 3   | 2   | 4   | 2     | 2   | 4    | 17    |
| 5  | Chasis          | 2   | 4   | 3   | 4     | 5   | 2    | 20    |



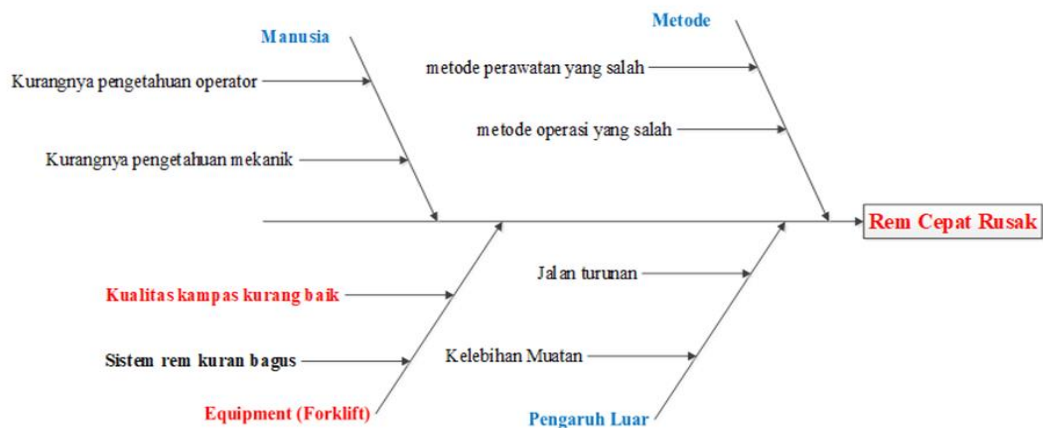
Gambar 2. Chart frekuensi kerusakan forklift semester 1 2020 (Sumber PT. X)

Dari data tersebut terlihat frekuensi kerusakan cukup tinggi dibanding kerusakan yang lain, tetapi terlihat frekuensi untuk perawatan menjadi yang paling tinggi tetapi belum dihitung waktu yang diperlukan untuk perawatan dan perbaikan tersebut[14].

Kerusakan rem pada *forklift* menjadi fokus pada penelitian ini karena menyangkut keamanan dan keselamatan pada *forklift*, pembahasan penelitian ini menyelidiki tentang kekuatan dan daya tahan kampas rem lokal dibanding dengan penggunaan kampas original.

### 3.1 Pelaksanaan analisis pada rem Forklift

Dengan melihat data data perbaikan pada *forklift* khususnya masalah pengeremannya. Penulis tertarik untuk meneliti dan membuat suatu laporan agar masalah rem ini bisa ditemukan jalan keluar yang tepat sehingga *availability* meningkat, dengan menghitung dengan rumus kinerja dari rem ketika menggunakan kampas rem non original dan asli dan dengan analisis diagram fishbone.

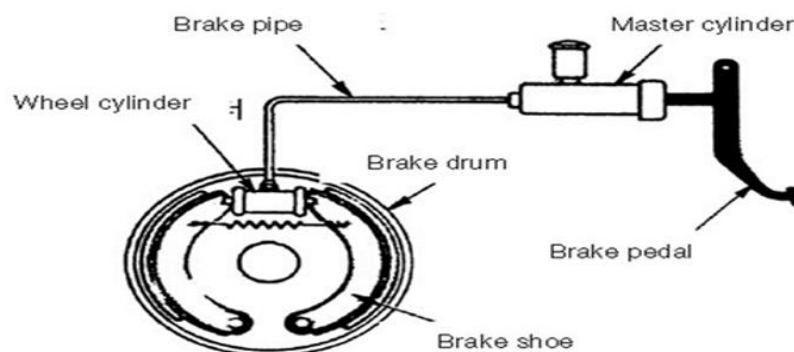


Gambar 3. Diagram Fishbone analisis penyebab rem rusak pada forklift FD30-17 (Sumber PT. X)

Dari data yang didapat dari bagian maintenance dan informasi dari operator didapat bahwa kerusakan rem forklift diakibatkan oleh kualitas yang kurang baik dari kampas bukan asli.

### 3.2 Rem *forklift* FD30 -17

Rem *forklift* ini menggunakan tipe rem tromol dengan tipe *leading trailing shoe*, dengan sistem *hydraulic* tanpa bantuan dari *vacuum booster* rem[15]. Berikut gambar komponen rem tromol:



Gambar 3. Sistem rem *forklift* FD 30 – 17

### 3.3 Perhitungan kekuatan rem dan fungsinya

Kekuatan tekanan minyak rem dari *master* rem ke *wheel cylinder* dengan menggunakan hukum *pascal*.

- Diketahui diameter dalam *master* rem atas ( $d_1$ ) = 22 mm
- Diameter dalam silinder roda ( $d_2$ ) = 30 mm

- Kekuatan tekanan injakan pedal rem (F1) +/- = 10 kg
- Maka perhitungan kekuatannya= F2....?

Rumusnya:

$$P1 = P2$$

$$A1 = 2 \times 3.14 \times 22 = 138.16 \text{ cm}^2$$

$$A2 = 2 \times 3.14 \times 30 = 188.4 \text{ cm}^2$$

$$\frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$$

$$\frac{10}{138,16} = \frac{F2}{188,4}$$

$$F2 = \frac{10 \times 188,4}{138,16}$$

$$F2 = 13,64 \text{ kg}$$

- Perhitungan kekuatan gesek pada kampas rem (genuine)

Tabel 2. klasifikasi kampas rem

(Sumber: <http://bbkk.kemenperin.go.id/wp-content/uploads/layanan/sertifikasi>)

| Klasifikasi menurut ciri-ciri | Klasifikasi menurut pengguna | Suhu Permukaan Gesek Dari Cakram |           |           |           |           |           |
|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                               |                              | 100°C                            | 150°C     | 200°C     | 250°C     | 300°C     | 350°C     |
|                               |                              | Koefisien gesek                  |           |           |           |           |           |
| Tipe 1,2                      | Kelas 1 A                    | 0.30-0.60                        | 0.25-0.60 |           |           |           |           |
|                               | Kelas 1 B                    | 0.30-0.60                        | 0.25-0.60 | 0.20-0.60 |           |           |           |
|                               | Kelas 2                      | 0.30-0.60                        | 0.25-0.60 | 0.20-0.60 |           |           |           |
|                               | Kelas 3                      | 0.30-0.60                        | 0.25-0.60 | 0.20-0.60 | 0.15-0.60 |           |           |
|                               | Kelas 4 A                    | 0.30-0.60                        | 0.30-0.60 | 0.25-0.60 | 0.20-0.60 | 0.15-0.60 |           |
|                               | Kelas 4 B                    | 0.30-0.60                        | 0.25-0.60 | 0.25-0.60 | 0.25-0.60 | 0.25-0.60 | 0.20-0.60 |

Dari tabel 2 koefisien gesek kampas rem pada tipe 1, 2, 3 maka bisa dihitung perbedaan kekuatan gesek kampas rem original dibanding dengan kampas rem lokal.

- Untuk laju keausan kampas rem diukur dengan cara sederhana: Yaitu dengan mengukur ketebalan kampas dibanding dengan jam pemakaian.

### 3.4 Penggunaan kampas rem lokal.

FL 1020 di ganti kampas rem pada tanggal 5 April 2020 dengan menggunakan kampas lokal dan dilakukan penggantian lagi karena habis pada tanggal 12 Juni 2020.

- Pada saat penggantian 1 Hm menunjukkan: 23.362 jam
- Pada saat penggantian 2 Hm menunjukkan: 23.823 jam
- Ketebalan awal kampas: 8 mm
- Ketebalan akhir: 3 mm
- Lama Pemakaian: 23.823 – 23.362 = 461 jam
- Laju keausan: 8 – 3 = 5 mm
- Pengurangan ketebalan tiap 1 mm = 461: 5 = 92, 2 jam

### 3.5 Penggunaan kampas rem original parts.

FL 1020 penggantian terakhir pada tanggal 12 Juni 2020

- Hm saat itu: 23.823
- Hm saat ini: 26.191 kondisi kampas rem belum di ganti, tanggal 24 Maret 2021
- Ketebalan saat ini: 6 mm
- Lama Penggunaan = 26.191 – 23.823 = 2.368 jam = 9 bulan

- Keausan rem =  $8 - 6 = 2$  mm
- Keausan rem per 1 mm = 2.368: 2 = 1.184 jam
- Estimasi kampas habis (3mm) =  $8 - 3 = 5 \times 1.184 = 5.920$  jam lagi
- Perkiraan Total lama pemakaian dari baru - habis =  $2.368 + 5.920 = 8.288$  jam = 31.5 bulan
- Pengetesan kemampuan rem tromol dengan kampas original dibanding lokal, dengan mengukur jarak pengereman.
  - o Rumus Kecepatan  $V = \frac{S}{t}$
  - o Rumus perlambatan  $V = t1 - t0$

Pengetesan pengereman ini dilakukan dengan kecepatan awal yang berbeda-beda (3 step):

- Kecepatan pertama yaitu 5 kpj =  $5000/360 = 13,9$  m/s = 6,95m/0,5 s
- Kecepatan pertama yaitu 10 kpj =  $10000/360 = 27,8$  m/s = 13,9m/0,5s
- Kecepatan kedua yaitu 15 kpj =  $15000/360 = 41,7$  m/s = 20,85m/0,5 s

Hasil pengetesan kampas original:

- 5 kpj = berhenti dengan waktu 0,1s
- 10 kpj = berhenti dengan waktu 0,15s
- 15 kpj = berhenti dengan waktu 0,22 m

Hasil pengetesan kampas rem lokal:

- 5 Kpj = berhenti dengan waktu 0,11 s
- 10 Kpj = berhenti dengan waktu 0,16 s
- 15 Kpj = berhenti dengan waktu 0,23 s

Pengujian sistem rem pada *forklift* ini dilakukan dengan sederhana. Pengujian jarak pengereman dilakukan sebanyak tiga tahap, dengan maksud agar penggunaan rem pada *forklift* dapat berfungsi dengan baik[16]. Dengan mengutip perhitungan kecepatan sehingga dapat mengetahui kecepatan *forklift*, jarak tempuh, waktu pengereman, jarak berhenti dan waktu berhenti *forklift*. Pengujian dilakukan setelah melewati garis awal hingga akhir *forklift* berhenti, pada pengujian ini digunakan alat *stopwatch* yang ada pada *smartphone* untuk mengetahui waktu detik dan meteran untuk mengukur jarak. pengujian ini membandingkan kemampuan kampas lokal dengan kampas original dengan cara memasang secara bergantian kemudian mengetesnya, setelah selesai yang *original* tetap dipasang.

### 3.6 Menentukan kecepatan pada *forklift*

$$V = \frac{S}{t} \tag{1}$$

Dimana:

- V = Kecepatan
- S = Jarak tempuh
- t = Waktu Awal

#### a. Percobaan kecepatan pertama

- Diketahui:  $s = 6,95$  m       $t = 0,5$ s
- Ditanya:  $v = \dots\dots\dots?$

Jawab:  $V = \frac{S}{t}$

$$v = 6,95 : 0,5$$

$$v = 13,9 \text{ m/s}$$

#### b. Percobaan kecepatan kedua

- Diketahui:  $s = 13,9$  m  $t = 0,5$  s
- Ditanyakan:  $v = \dots\dots\dots?$

Jawab:  $V = \frac{S}{t}$

-  $V = 13,9: 0,5$

-  $V = 27,8 \text{ m/s}$

c. Percobaan kecepatan ketiga

- Diketahui:  $s = 20,85 \text{ m}$   $t = 0,5 \text{ s}$

- Ditanyakan:  $v = \dots\dots\dots?$

- Jawab:  $V = \frac{S}{t}$

-  $v = 20,85: 0,5$

-  $v = 41,7 \text{ m/s}$

### 3.7 Perhitungan perlambatan kecepatan

a. Dengan kampas rem original

$$S = V_o.t + \frac{1}{2}.a.t^2$$

$$V_t = V_o + a.t$$

Dimana:

S = jarak

$V_o$  = kecepatan awal

t = waktu

$V_t$  = kecepatan akhir

a = perlambatan

b. Test pengereman pertama, diketahui  $V_o = 5 \text{ kph}$   $t = 0,1 \text{ s}$   $V_t = 0$

$$V_t = V_o + a.t$$

$$V_t = 13,9 + a.0,1$$

$$-0,1 a = 13,9$$

$$-a = 13,9/0,1 = 139 \text{ m/s}$$

$$a = -139 \text{ m/s}$$

$$S = V_o.t + \frac{1}{2} a.t^2$$

$$S = 13,9.0,1 + \frac{1}{2} - 139.0,1^2$$

$$S = 1,39 + - 0,695$$

$$S = 0,695 \text{ m}$$

c. Test pengereman kedua, diketahui  $V_o = 10 \text{ kph}$   $t = 0,15 \text{ s}$   $V_t = 0$

$$V_t = V_o + a.t$$

$$V_t = 27,8 + a.0,15$$

$$-0,15a = 27,8$$

$$-a = 27,8/0,15 = 185,3 \text{ m/s}$$

$$a = -185,3 \text{ m/s}$$

$$S = V_o.t + \frac{1}{2} a.t^2$$

$$S = 27,8.0,15 + \frac{1}{2} - 185,3.0,15^2$$

$$S = 4,17 + - 2,085$$

$$S = 2,085$$

d. Test pengereman ketiga, diketahui  $V_o = 15 \text{ Kph}$   $t = 0,22 \text{ s}$

$$V_t = V_o + a.t$$

$$V_t = 41,7 + a.0,22$$

$$-0,22.a = 41,7$$

$$-a = 41,7/0,22 = 189,5 \text{ m/s}$$

$$a = -189,5 \text{ m/s}$$

$$S = V_o.t + \frac{1}{2} a.t^2$$

$$S = 41,7 \cdot 0,22 + \frac{1}{2} \cdot (-189,5 \text{ m/s}) \cdot 0,22^2$$

$$S = 9,174 + -4,59$$

$$S = 4,58 \text{ m}$$

### 3.8 Pengukuran pengereman dengan kampas lokal

- a. Test pengereman pertama, diketahui  $V_0 = 5 \text{ kph}$   $t = 0,11 \text{ s}$   $V_t = 0$

$$V_t = V_0 + a \cdot t$$

$$V_t = 13,9 + a \cdot 0,11$$

$$-0,11a = 13,9$$

$$-a = 13,9 / 0,11 = 126,36 \text{ m/s}$$

$$a = -126,36 \text{ m/s}$$

$$S = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$S = 13,9 \cdot 0,11 + \frac{1}{2} \cdot (-126,36) \cdot 0,11^2$$

$$S = 1,53 + -0,764$$

$$S = 0,766 \text{ m}$$

- b. Test pengereman kedua,

Diketahui  $V_0 = 10 \text{ kph}$   $t = 0,16$   $V_t = 0$

$$V_t = V_0 + a \cdot t$$

$$V_t = 27,8 + a \cdot 0,16$$

$$-0,16a = 27,8$$

$$-a = 27,8 / 0,16 = 173,75 \text{ m/s} \quad a = -173,75 \text{ m/s}$$

$$S = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$S = 27,8 \cdot 0,16 + \frac{1}{2} \cdot (-173,75) \cdot 0,16^2$$

$$S = 4,45 + -2,22$$

$$S = 2,23 \text{ m}$$

- c. Test pengereman ketiga, diketahui  $V_0 = 15 \text{ Kph}$   $t = 0,24$

$$V_t = V_0 + a \cdot t$$

$$V_t = 41,7 + a \cdot 0,24$$

$$-0,24a = 41,7$$

$$-a = 41,7 / 0,24 = 173,75 \text{ m/s} \quad a = -173,75 \text{ m/s}$$

$$S = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$S = 41,7 \cdot 0,24 + \frac{1}{2} \cdot (-173,75) \cdot 0,24^2$$

$$S = 10,01 + -5,004$$

$$S = 5,006 \text{ m}$$

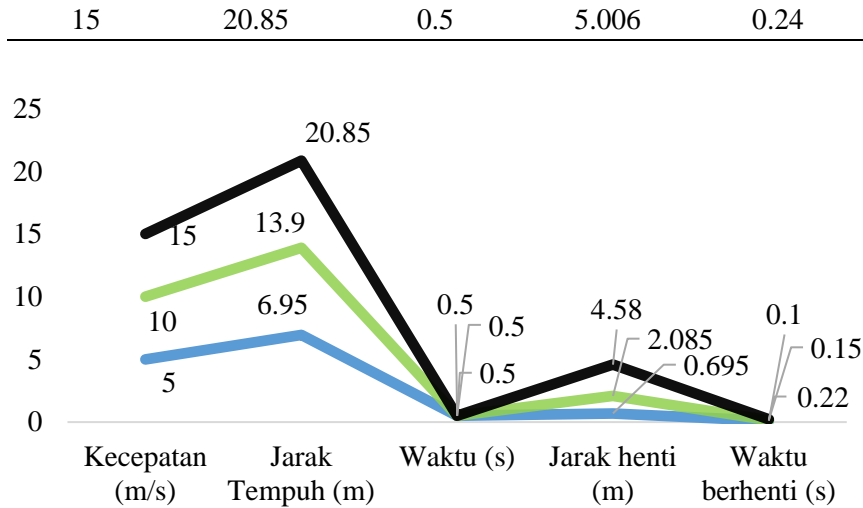
Tabel 3. Data hasil pengujian kecepatan pengereman *forklift* FD 30-17 dengan kampas rem original.

| Kecepatan (m/s) | Jarak Tempuh (m) | Waktu (s) | Jarak henti (m) | Waktu berhenti (s) |
|-----------------|------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 5               | 6.95             | 0.5       | 0.695           | 0.1                |
| 10              | 13.9             | 0.5       | 2.085           | 0.15               |
| 15              | 20.85            | 0.5       | 4.58            | 0.22               |

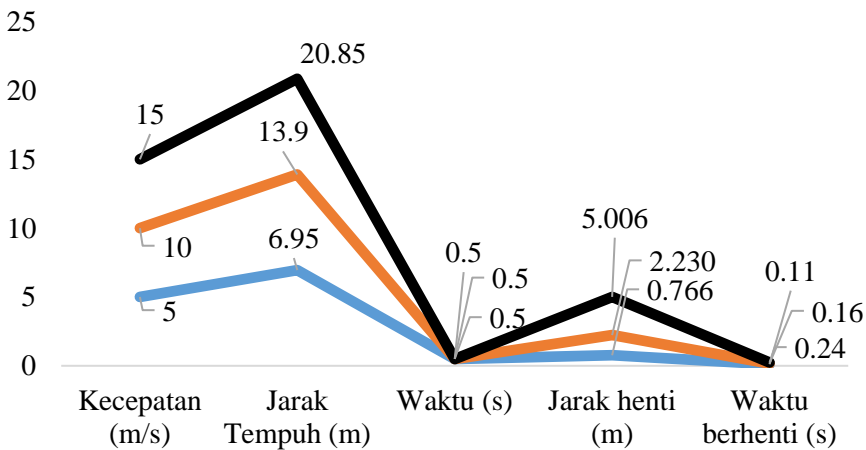
Tabel 4. Data hasil pengujian kecepatan pengereman *forklift* FD 30-17 dengan kampas rem lokal.

| Kecepatan (m/s) | Jarak Tempuh (m) | Waktu (s) | Jarak henti (m) | Waktu berhenti (s) |
|-----------------|------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 5               | 6.95             | 0.5       | 0.766           | 0.11               |
| 10              | 13.9             | 0.5       | 2.230           | 0.16               |





Gambar 4. Chart pengetesan pengereman menggunakan kampas rem *original*



Gambar 5. pengetesan pengereman menggunakan kampas rem lokal

Dari hasil pengukuran di atas terlihat bahwa penggunaan kampas rem original terlihat lebih lama *lifetime*-nya dan performance pengereman juga lebih bagus karena memiliki gaya gesek yang lebih baik dibanding dengan kampas lokal. Berdasarkan hasil tersebut maka penggunaan kampas rem diganti dari lokal menjadi kampas rem asli dari dealer.

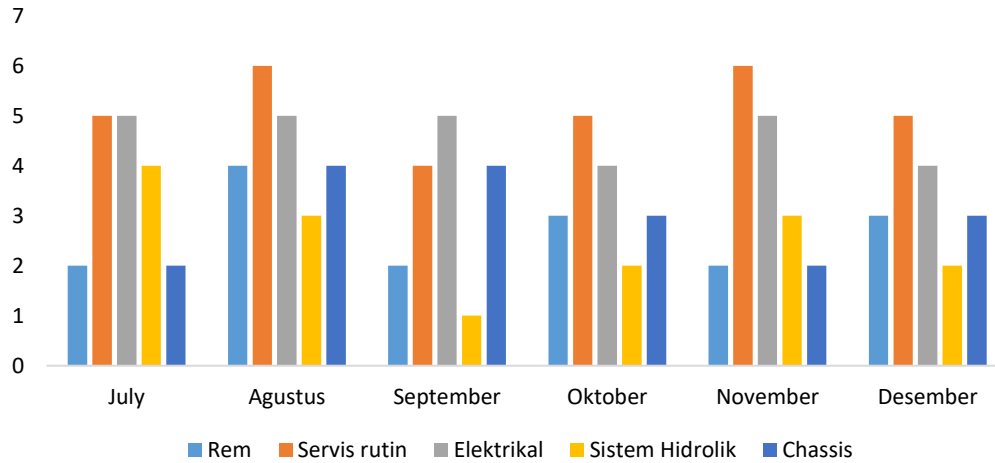
### 3.9 Data forklift sesudah dilakukan analisis dan perbaikan rem

Setelah dilakukan analisa dan perbaikan pada sistem rem didapat data-data dari tingkat kerusakan bagian-bagian dari forklift, juga lama waktu *breakdown* dalam jam per bulan. Terlihat tingkat keseringan tertinggi di tunjukkan untuk pekerjaan perawatan dan jumlah untuk perbaikan rem turun secara drastis. Waktu *breakdown* yang diperlukan untuk perbaikan rem juga turun. Berikut data dan chart di tunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Tabel frekuensi kerusakan forklift (sumber PT. X)

| Jenis Kerusakan | Juli | Agustus | September | Oktober | November | Desember | Total |
|-----------------|------|---------|-----------|---------|----------|----------|-------|
| Rem             | 3.5  | 5.5     | 4         | 4.5     | 3        | 3.5      | 24    |
| Service Rutin   | 10   | 8       | 8         | 10      | 12       | 10       | 58    |
| Elektrikal      | 6    | 6       | 8         | 6       | 8        | 6        | 40    |

|                 |   |   |     |   |   |   |      |
|-----------------|---|---|-----|---|---|---|------|
| Sistem Hidrolik | 8 | 5 | 4.5 | 3 | 3 | 3 | 26.5 |
| Chasis          | 3 | 3 | 8   | 4 | 6 | 6 | 30   |



Gambar 6. Chart kerusakan forklift perbagian semester 2 2021 (Sumber PT. X)

Tabel 6. Waktu kerusakan dalam jam per bagian forklift (Sumber PT. X)

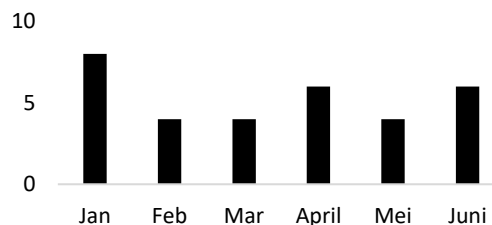
| Jenis kerusakan | Juli | Agustus | September | Oktober | November | Desember | Total |
|-----------------|------|---------|-----------|---------|----------|----------|-------|
| Rem             | 3.5  | 5.5     | 4         | 4.5     | 3        | 3.5      | 24    |
| Servis rutin    | 10   | 8       | 8         | 10      | 12       | 10       | 58    |
| Elektrikal      | 6    | 6       | 8         | 6       | 8        | 6        | 40    |
| Sistem hidrolik | 8    | 5       | 4.5       | 3       | 3        | 3        | 26.5  |
| Chasis          | 3    | 3       | 8         | 4       | 6        | 6        | 30    |

### 3.10 Perbandingan kondisi rem sebelum dan sesudah analisis rem.

Berikut adalah perbandingan performa rem pada semester 1 tahun 2020 sebelum dilakukan analisis dan perbaikan sistem rem, yaitu pada jumlah kerusakannya.

Tabel 7. Frekuensi kerusakan rem semester 1 tahun 2020 (Sumber PT. X)

| Jenis kerusakan | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni |
|-----------------|---------|----------|-------|-------|-----|------|
| Rem             | 3.5     | 5.5      | 4     | 4.5   | 3   | 3.5  |

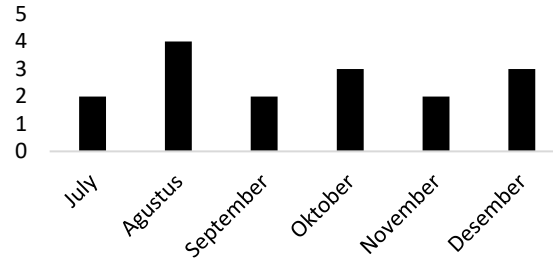


Gambar 7. Grafik frekuensi kerusakan rem forklift semester 1 tahun 2020 (Sumber PT. X)

Berikut adalah data kondisi rem forklift setelah dilakukan analisis dan perbaikan sistem pengereman yaitu pada semester 2 2020.

Tabel 8. Frekuensi kerusakan rem forklift semester 2 tahun 2020 (Sumber PT. X)

| Jenis kerusakan | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni |
|-----------------|---------|----------|-------|-------|-----|------|
| Rem             | 2       | 4        | 2     | 3     | 2   | 3    |



Gambar 8. Grafik frekuensi kerusakan rem forklift semester 2 tahun 2020 (Sumber PT. X)

### 3.11 Availability forklift sebelum dan sesudah analisis rem

Dengan pelaksanaan penelitian pada kampas rem ini maka perbaikan pada bagian rem *forklift* FD30 -17 kerusakannya menjadi berkurang dengan *significant* hal ini tentu berpengaruh pada *availability* forklift. Berikut rumus perhitungannya:

a. MTBF (*Mean Time Between Failure*)

$$\frac{\text{Total ketersediaan alat (uptime (menit))} - \text{Jumlah waktu perbaikan (menit)}}{\text{Jumlah perbaikan}}$$

b. MTTR (*Mean Time to Repair*)

$$\frac{\text{Jumlah waktu perbaikan}}{\text{Jumlah perbaikan}}$$

c. Availability

$$\frac{MTBF}{MTBF - MTTR}$$

Berikut adalah perhitungan *availability forklift* dengan perhitungan waktu per bulan, pada *forklift*. Kita tentukan dulu waktu tersedia selama satu bulan dalam hitungan menit:

Apabila dihitung berdasarkan data:

- 16 jam perhari dan 30 hari per bulan = 480 jam = 480 x 60 = 28800 menit.
- Berikut sampel perhitungan *availability forklift* FL 1020 pada bulan Juni 2020,
- Waktu tersedia perbulan = 28.800 menit

$$MTBF = \frac{28.800 - 3090}{9} = 2857$$

$$MTTR = 2857 : 9 = 343$$

$$Availability = \frac{2857}{2857 + 343} \times 100\%$$

$$Availability = 8927\%$$

Data *availability forklift* sebelum menggunakan kampas rem original diambil pada bulan Juni 2020. Di dapat rata – rata: 89, 27 % target 90 %.

- Data *availability forklift* setelah dilakukan analisis dan perbaikan rem diambil pada bulan Juli 2020. Di dapat rata – rata 97, 41.
- Data *availability forklift* FD 30 -17 semester pertama 2020 sebelum pelaksanaan analisis dan perbaikan rem:

Tabel 9. Data *availability forklift* Januari–Juni 2020 (Sumber PT. X)

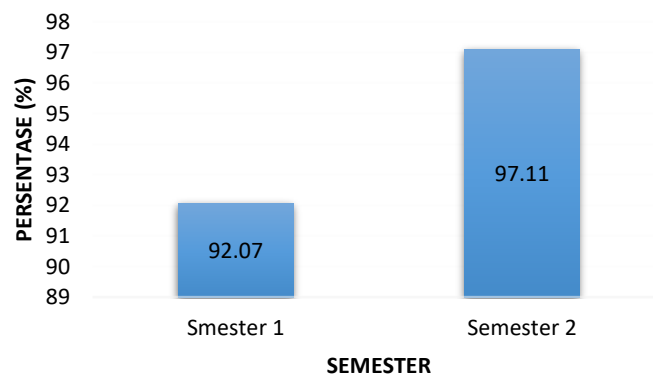
| Forklift Number | Januari | Februari | Maret | April | Mei   | Juni  |
|-----------------|---------|----------|-------|-------|-------|-------|
| FL 1018         | 96.67   | 87.78    | 90.98 | 95.16 | 90.67 | 89.82 |
| FL 1019         | 94.19   | 86.36    | 96.67 | 95.87 | 96.57 | 90.52 |
| FL 1020         | 87.19   | 92.59    | 93.46 | 80.98 | 91.18 | 89.27 |
| FL 1022         | 98.89   | 98.19    | 97.18 | 87.18 | 98.19 | 88.19 |
| FL 1025         | 85.67   | 94.60    | 86.82 | 98.59 | 97.58 | 93.36 |
| FL 1026         | 93.25   | 88.10    | 96.37 | 97.88 | 80.83 | 88.61 |
| Rata-Rata       | 92.64   | 91.27    | 93.58 | 92.61 | 92.50 | 89.96 |

Data *availability forklift* setelah pelaksanaan program RCM pada semester kedua 2020 adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Data *availability forklift* bulan Juli–Desember 2020 (Sumber PT. X)

| Forklift Number | Juli  | Agustus | September | Oktober | November | Desember |
|-----------------|-------|---------|-----------|---------|----------|----------|
| FL 1018         | 98.08 | 95.97   | 90.96     | 93.91   | 98.99    | 98.29    |
| FL 1019         | 98.59 | 89.06   | 99.29     | 97.68   | 97.38    | 98.49    |
| FL 1020         | 96.67 | 99.09   | 95.36     | 97.08   | 92.34    | 98.64    |
| FL 1022         | 95.97 | 97.18   | 99.09     | 98.19   | 97.58    | 99.60    |
| FL 1025         | 96.88 | 98.99   | 98.99     | 96.67   | 98.39    | 98.39    |
| FL 1026         | 98.29 | 97.33   | 97.18     | 94.76   | 98.99    | 97.78    |
| Rata-Rata       | 97.41 | 96.27   | 96.81     | 96.38   | 97.28    | 98.53    |

Chart perbandingan *availability forklift* antara semester pertama dengan semester kedua tahun 2020, yaitu untuk membandingkan keberhasilan pelaksanaan analisis rem:

Tabel 9. Chart perbandingan *availability* semester 1 dan 2

Dilihat dari kedua tabel tersebut *availability* dari *forklift* meningkat dan lebih baik dari semester pertama tahun 2020, sehingga pelaksanaan analisis rem dengan *Reliability Centered Maintenance* memberikan pengaruh yang positif. Kesiapan dari *forklift* perusahaan pengolah limbah terbantu dengan adanya pelaksanaan program ini.

#### 4. SIMPULAN

Dari penelitian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa penyebab *availability forklift* yang tidak stabil disebabkan beberapa faktor di antaranya karena dari daya tahan dari alat itu sendiri khususnya pada bagian rem, proses maintenance dan dari pengoprasian. Pada penelitian ini difokuskan pada rem

forklift dengan *Reliability Centered Maintenance* pada forklift. Penelitian ini dilaksanakan di perusahaan pengelola limbah pada periode semester satu dan kedua tahun 2020. Penyebab penurunan *availability forklift* ini disebabkan oleh penggunaan komponen yang kualitasnya kurang baik, sehingga sering terjadi kerusakan berulang yang menyebabkan waktu *breakdown* yang lama. Penelitian pada rem dilaksanakan sejalan dengan *Reliability Centered Maintenance*, data–data diambil dari bagian *Maintenance*, pengtesan *performance* dari masing–masing kampas rem dilakukan secara bertahap, dan terlihat dari segi lama penggunaan, *performance* pengereman terlihat perbedaan yang cukup signifikan, sehingga agar kehandalan forklift terjaga diputuskan untuk menggunakan kampas rem original yang disuplai oleh dealernya. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan analisis rem di perusahaan pengolah limbah berhasil meningkatkan *availability* dan *reliability* dari forklift FD30 -17.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. R. Ridwan, “DAMPAK INDUSTRI TERHADAP LINGKUNGAN DAN SOSIAL,” *J. Geogr. Gea*, 2016, doi: 10.17509/gea.v7i2.1716.
- [2] “DAMPAK PENCEMARAN LIMBAH PABRIK TAHU TERHADAP LINGKUNGAN HIDUP,” *LEX Adm.*, 2013.
- [3] A. F. Widiyanto, S. Yuniarno, and Kuswanto, “Jurnal Kesehatan Masyarakat LAND WATER POLLUTION FROM INDUSTRIAL WASTE AND,” *J. Kesehat. Masy.*, 2015.
- [4] A. Halim, I. Anshory, and J. Jamaaluddin, “Sistem Pendeteksi Mundur Dan Manuver Pada Forklift Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino,” *CYCLOTRON*, 2019, doi: 10.30651/cl.v2i2.3255.
- [5] C. Ruiz, T. Castillo, and M. Paredes, “Effects of implementation of 5S in heavy equipment maintenance workshops,” *IGLC 28 - 28th Annu. Conf. Int. Gr. Lean Constr. 2020*, pp. 577–588, 2020, doi: 10.24928/2020/0010.
- [6] A. N. Aufar, Kusmaningrum, and H. Prassetiyo, “Usulan Kebijakan Perawatan Area Produksi Trim Chassis Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Studi Kasus : PT. Nissan Motor Indonesia),” *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 02, no. 04, pp. 25–36, 2014.
- [7] Y. Winardi and U. M. Ponorogo, “Failure Analysis of Brake Panel on Automotive Braking System,” vol. 4, no. 1, pp. 23–28, 2019.
- [8] D. Galar, A. Parida, U. Kumar, D. Baglee, and A. Morant, “The measurement of maintenance function efficiency through financial KPIs,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 364, no. 1, 2012, doi: 10.1088/1742-6596/364/1/012112.
- [9] S. Wijaya, “Perancangan dan Penerapan Lean Maintenance Management di PT. Hapete Surabaya,” *Calypra*, vol. 7, no. 2, pp. 4855–4872, 2019.
- [10] R. Anggraini, W, “Preventive Maintenance Pada Komponen Kritis Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance,” *Semin. Nas. IENACO*, vol. ISSN: 2337, 2016.
- [11] E. D. Kartiningrum, “Panduan Penyusunan Studi Literatur,” *Lemb. Penelit. dan Pengabd. Masy. Politek. Kesehat. Majapahit, Mojokerto*, 2015.
- [12] W. Darmalaksana, “Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka dan Studi Lapangan,” *Pre-print Digit. Libr. UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 2020.
- [13] A. K. Alghofari, M. Djunaidi, and A. Fauzan, “Perencanaan Pemeliharaan Mesin Ballmill Dengan Basis Rcm (Reliability Centered Maintenance),” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 45–52, 2006.
- [14] S. Karabay, K. Baynal, and C. İğdeli, “Detecting groan sources in drum brakes of commercial vehicles by TVA-FMEA: A case study,” *Stroj. Vestnik/Journal Mech. Eng.*, vol. 59, no. 6, pp. 375–386, 2013, doi: 10.5545/sv-jme.2012.809.

- [15] S. Ardianty, “Hidrolik Mobil Urban Konsep Recalculation Hydraulic Brake,” 2016.
- [16] Zahron, “Analisa Pengujian Sistem Pengereman dan Pengujian Performa pada Kendaraan Bermotor Roda Tiga Sebagai Alat Bantu Transportasi Bagi Penyandang Disabilitas,” *J. Tek. Permesinan Kapal*, pp. 233–238, 2008.