

# OPTIMASI UKURAN KKG SEBAGAI KEMASAN TRANSPOR

Oleh :

Triyanto Hadisoemarto\*

## Abstract

*Redesign of the existing transport corrugated box from its initial dimension of 504x404x202 mm consisting (5x4) primary packages of 1 liter liquid product, has been carried out to minimize the use of raw material, to maximize the pallet efficiency, and to improve its ability to withstand the laboratory scale of transportation simulation tests.*

*The results indicate that all of those three purposes can already be achieved mainly by changing the formation of the primary packages in the box, i.e. from one stack (5x4) into two stacks 2(5x2).*

*However, the best result is shown by the two stacks 2(4x2) of primary packages within the box having dimension of 404x205x395 mm.*

## I. PENDAHULUAN

Kotak Karton Gelombang (KKG) merupakan jenis kemasan yang paling banyak digunakan sebagai kemasan transpor. Dibanding dengan jenis kemasan transpor lainnya, KKG memiliki berbagai kelebihan, antara lain harga per unit relatif rendah, ringan dan kuat, hemat dalam pemakaian tempat, mudah diangkut, disamping dapat melindungi produk yang dikemas dengan aman, serta dapat digunakan sebagai sarana promosi (3). Nilai lebih ini tentunya akan bertambah dengan semakin maraknya isu kemasan akrab lingkungan saat ini. Sebagai kemasan transpor, KKG berperan untuk melindungi produk yang dikemas agar sampai pada konsumen dalam keadaan utuh dan baik. Daya tahan KKG dapat diatur sesuai dengan jenis produk yang dikemas; hal ini banyak ditentukan

oleh jenis, sifat dan spesifikasi karton gelombang (KG) yang dipergunakan, serta desain KKG yang dibuat.

Sebagai kemasan transpor, KKG harus memiliki sifat :

- memberikan kemudahan dalam penanganan, hal ini erat kaitannya dengan berat produk yang dikemas, serta ukuran dan bentuk kotak yang dipergunakan;
- cukup kuat, baik sebagai wadah maupun sebagai saran pelindung, selama proses pengangkutan dan penyimpanan;
- cukup ekonomis, dilihat dari efisiensi penggunaan bahan serta efisiensi pemakaian palet;
- memberikan informasi yang cukup mengenai identifikasi produk yang dikemas.

---

\* Ahli Peneliti Muda  
Balai Besar Industri Kimi

Penelitian mengenai optimasi ukuran KKG sebagai kemasan transpor telah di-

lakukan dengan mengacu pada ketiga hal pertama diatas.

## II. DESAIN TEKNIS KKG

Pada prinsipnya, desain kemasan harus dibuat dengan mempertimbangkan dua hal utama, yaitu (3):

- fungsi perlindungan/proteksi (desain struktural atau desain teknis), guna melindungi produk serta mengamankan kondisi produk yang dikemas selama dalam perjalanan dari produsen ke konsumen;
- fungsi komunikasi (desain grafis), untuk menciptakan adanya komunikasi dengan pihak konsumen, baik dalam bentuk kata-kata maupun gambar, mengenai produk yang dikemas.

Desain teknis berkaitan dengan kekuatan struktur kemasan, kemampuannya sebagai wadah, serta daya lindungnya terhadap produk yang dikemas, baik terhadap kemungkinan turunnya mutu produk atau rusaknya produk karena pengaruh lingkungan selama dalam proses penanganan dan transportasi. Jenis dan sifat karton gelombang (KG) yang digunakan sangat menentukan kekuatan dan daya lindung kotak karton gelombang (KKG) yang dihasilkan. Selain itu, berbagai kriteria perlu pula diperhatikan, antara lain (7):

- luas KG yang digunakan; secara umum harga KKG berbanding lurus dengan harga KG yang digunakan, karena itu desain teknis KKG harus mempertimbangkan optimasi pemakaian bahan sesuai dengan jenis produk yang akan dikemas; untuk KKG jenis 'regular slotted container' (RSC), perbandingan antara panjang (P), lebar (L) dan tinggi (T) kotak yang menghasilkan

luas KG minimum adalah  $P : L : T = 2 : 1 : 2$ ; Australia Paper Manufacturers (APM) telah membuat 'monogram Correx' yang dapat langsung digunakan untuk menentukan berapa persen selisih luas KKG sejenis yang memiliki perbandingan P/L/T berbeda;

- efisiensi penggunaan palet, perlu dilakukan agar biaya pengangkutan minimal.
- keterbatasan yang dihadapi, khususnya dalam menentukan bentuk kemasan dan ukuran kemasan. Bentuk kemasan berkaitan dengan stabilitas kemasan dan desain grafis yang akan ditampilkan, sedangkan ukuran kemasan berkaitan dengan berat minimum atau maksimum yang dipersyaratkan. Disamping itu, ukuran kemasan transpor sangat tergantung pada dimensi kemasan primer dari produk yang akan dikemas.

Kesulitan untuk mengangkut dan membawa KKG yang telah berisi produk sangat tergantung pada berat, bentuk dan ukuran kemasan. Untuk jenis produk tertentu, berat dan ukuran kemasan saling terkait, namun ada batasan yang bisa dianggap berlaku umum yaitu berat suatu produk dalam kemasan transpor sebaiknya tidak lebih dari 16 kg, yang merupakan tingkat kemampuan rata-rata bagi wanita untuk mengangkat dan membawa suatu beban. Bentuk kemasan yang cenderung tidak stabil, memungkinkan terjadinya lebih banyak kerusakan produk yang dikemas. Demikian juga kemasan dengan ukuran kecil dan digunakan untuk mengemas suatu produk yang kecil bentuknya tetapi berat, memiliki probabilitas kerusakan yang tinggi karena lebih mudah dipindah-tempatkan dengan cara melempar. Biasanya untuk jenis produk demikian, diperlukan bantalan yang cukup

tebal dan lentur. Ukuran maksimum dari kemasan transpor juga harus dibatasi berdasarkan jumlah maksimum produk dalam kemasan primer yang bisa dijual pada tingkat pedagang eceran; hal ini perlu dilakukan guna memperkecil kemungkinan dibongkarnya kemasan transpor dan dikemas-ulangnya kemasan primer, sehingga biaya pengemasan menjadi lebih tinggi. Aspek lainnya yang menentukan ukuran dan bentuk kemasan transpor adalah keamanan letak kemasan pada palet, yang mencakup jumlah kotak yang dapat diletakkan diatas palet sesuai dengan ukuran palet, pola palet, serta jumlah tumpukan kotak yang sesuai dengan tinggi tempat penyimpanan yang telah ditentukan.

### III. METODA PENELITIAN

Bahan studi yang digunakan untuk menentukan ukuran optimal KKG sebagai kemasan transpor adalah jenis karton gelombang (KG) dinding tunggal flute B, produksi dalam negeri yang memiliki sifat fisik cukup baik, yaitu:

- gramatur total 713,2 g/m<sup>2</sup>
- ketahanan retak 16,1 kgf/cm<sup>2</sup>
- ketahanan tekan tepi 6,7 kgf/m

Dengan kondisi sifat fisik seperti itu, dapat diharapkan bahwa KKG yang dihasilkan akan memiliki sifat yang cukup baik, terutama ketahanan tumpuknya. Jenis kotak ditentukan tipe 0201 (RSC). Produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis produk cair dalam kemasan plastik satu liter, berbentuk silinder dengan diameter luar 95 mm, tinggi 192 mm (termasuk tutup), yang banyak beredar di pasaran, dan dikemas untuk setiap 20 x 1 liter dalam KKG tipe

RSC dengan ukuran 504 x 404 x 202 mm yang berdasarkan monogram Correx memiliki kelebihan luas KG diatas 30 persen dari luas minimumnya. Serangkaian percobaan dilaksanakan dengan mengubah ukuran kotak, guna melihat kemungkinan dilakukannya optimasi ukuran KKG tersebut. Perubahan ukuran kotak umumnya selalu diikuti dengan adanya perubahan jumlah kemasan primer yang dapat dikemas.

#### Metoda percobaan meliputi :

- a. Penentuan ukuran alternatif, dengan mempertimbangkan:
  - efisiensi luas KG yang digunakan, dengan monogram Correx sebagai alat bantu;
  - efisiensi penggunaan palet;
  - jumlah produk dalam kemasan primer yang dapat dikemas;
  - kemampuan tumpuk.
- b. Uji simulasi transportasi skala laboratorium terhadap minyak pelumas didalam kemasan primer yang dikemas dengan KKG ukuran alternatif yang telah dianggap baik, dilakukan guna memprediksi sifat-sifat KKG tersebut selama proses transportasi. Pengujian meliputi uji jatuh, uji tekan dan uji getar, dilakukan sesuai metoda ASTM D 4169-86 *Performance of Shipping Containers*, untuk uji transportasi dengan siklus distribusi umum (tabel 1).

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Penentuan Ukuran Alternatif

Luas KKG jenis RSC yang memiliki luas KG minimal, - untuk mudahnya kita

Tabel 1. Uji Transportasi Skala Laboratorium untuk Siklus Distribusi Umum (ASTM D 4169-86)

No. Urut Perlakuan	Jenis Perlakuan	Simulasi Uji	Cara Uji (ASTM)	Uraian Uji (pada assurance level II)
1	handling	uji jatuh	D 775-80	tinggi jatuhnya 305 mm pada: (3) – (2,3) – (6,3) – (3,4,6) – (3,2,5) – (1)
2	penumpukan dalam kendaraan	uji tekan	D 645-76	KKG individual; uji tekan pada: $L=W(n-1)F$ , dalam uji ini $F=3$
3	vibrasi dengan penumpukan	uji getar	D 999-75 method C	KKG susun-tumpuk; pada 3 – 100 Hz.; $A=0,5$ g, waktu 10 menit; amati KKG paling bawah.
4	vibrasi tanpa penumpukan	uji getar	D 999-75 method C	KKG individual; pada 3-100 Hz.; $A=0,5$ g, waktu 40 menit
5	handling	uji jatuh	D 775-80	tinggi jatuhnya 305 mm pada: (2) – (3,4) – (5,3) – (3,2,6) – (3,4,5) – (4)
6	penumpukan di gudang	uji tekan	D 745-76	KKG individual; uji tekan pada: $L=W(n-1)F$ , dalam uji ini $F=3$

catatan:

- pengamatan dilakukan terhadap satu KKG berikut isinya
- nilai  $L=W(n-1)F$  adalah nilai ketahanan tekan kotak KKG
- kriteria penerimaan: KKG dalam kondisi baik serta tidak ada produk/kemasan primer rusak
- notasi bidang KKG adalah bidang atas (1), kemudian berturut-turut searah jarum jam bidang sisi (2), bidang dasar (3), bidang sisi (4), serta bidang sisi lainnya (5) dan (6).  
(2,3) menyatakan garis potong bidang (2) dan (3)  
(3,4,6) menyatakan titik potong antara bidang (3), (4), dan (6).

sebagai KKG dengan ukuran ideal -, adalah kotak dengan perbandingan panjang (P), lebar (L), dan tinggi (T) kotak,  $P/L/T = 2/1/2$ ; sedangkan contoh KKG sebagai kemasan transpor bagi minyak pelumas dengan isi 20 x 1 liter memiliki  $P/L/T = 1,25/1/0,5$  yang berdasar

kan monogram Correx memiliki selisih luas KG diatas 30 % dari ukuran idealnya. Desain alternatif KKG untuk mengurangi kelebihan luas ini, dilakukan dengan cara mengubah isi dan ukuran kotak, hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Desain alternatif KKG dengan mengubah isi dan ukuran kotak

No.	Isi KKG	Berat kg	Formasi Kemasan Primer (KP)	Ukuran KKG, mm			$\Delta$ luas KG %
				P	L	T	
1.	20 x 1 liter	18,01	5 x 4	504	404	202	>30
2.			2(5 x 2)	504	205	395	0,7
3.	18 x 1 liter	16,02	6 x 3	580	294	202	14
4.			2(3 x 3)	294	294	395	7
5.	16 x 1 liter	14,25	4 x 4	404	404	202	>30
6.			2(4 x 2)	404	205	395	0,1

Ternyata dengan mengubah formasi kemasan primer menjadi 2 susun dalam satu kotak, ukuran kotak dapat mendekati ukuran idealnya dengan selisih luas KG yang cukup kecil, seperti terlihat pada kotak nomor 2 untuk isi 20 liter, kotak nomor 4 untuk isi 18 liter, dan kotak nomor 6 untuk isi 16 liter. Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka untuk studi selanjutnya, taraf penentuan desain alternatif terbaik hanya dilakukan terhadap 4 jenis ukuran, yaitu kotak dengan nomor urut 1, 2, 4 dan 6. Kotak dengan nomor urut 1, yaitu KKG dengan susunan kemasan primer (5 x 4), walaupun memiliki selisih luas KG yang cukup besar dari ukuran idealnya, tetap digunakan sebagai pembanding baku, karena KKG dengan ukuran tersebut yang saat ini terdapat di pasaran dan sedang dijadikan bahan studi. Pengamatan efisiensi penggunaan palet dilakukan dengan meletakkan dan menyusun KKG ukuran tertentu diatas palet, sedemikian rupa sehingga KKG terletak rapi di atas palet tanpa melebihi ukuran palet. Sebaiknya dihindari terlalu besarnya bagian KKG yang menggantung di bibir palet (overhang), karena akan menyebabkan rusaknya KKG pada saat penyimpanan, yang pada gilirannya akan merusak produk yang dikemas. Makin kecil bagian luas palet yang tidak digunakan untuk meletakkan KKG dan makin banyak jumlah produk/kemasan primer yang dapat disimpan, makin efisien penggunaan palet. Sebagai dasar perhitungan, digunakan palet ukuran 1200 x 1000 mm dan 1200 x 1200 mm. Pengamatan dilakukan terhadap ukuran KKG yang diletakkan di dasar palet serta jumlah kemasan primer yang terdapat di dalamnya. Berdasarkan banyaknya kemasan primer dalam satu kotak (KP/KKG), banyaknya KKG yang dapat disusun di-

atas bidang dasar palet, serta jumlah tumpukan (n), akan kita ketahui jumlah kemasan primer (JKP) yang dapat disimpan dengan aman di atas palet. Persentase bagian palet yang tertutup bidang dasar KKG, dinyatakan sebagai efisiensi palet. Hasilnya dapat dilihat pada **tabel 3**. Dari segi efisiensi penggunaan palet serta jumlah kemasan primer (JKP) yang dapat disimpan, KKG dengan nomor urut 3 merupakan yang terbaik. Namun dari hasil pengamatan selanjutnya, KKG dengan ukuran 294 x 294 x 395 ini, ternyata kurang baik untuk digunakan sebagai kemasan transpor, karena bentuknya terlalu ramping, sehingga kemasan ini kurang stabil, mudah terguling terutama pada posisi susuntumpuk. Hal ini dapat dianggap sebagai suatu kelemahan mendasar, sehingga KKG nomor 3 tidak digunakan lagi sebagai desain alternatif. Walaupun persentasenya cukup kecil, penggunaan palet dengan beban gantung (overhang) tetap tidak direkomendasikan, sedangkan pada penggunaan palet tanpa beban-gantung ukuran KKG nomor 2 dan nomor 4 memberikan efisiensi yang lebih baik dibanding dengan desain awalnya (KKG nomor 1). Pengamatan pada uji simulasi hanya akan dilakukan terhadap KKG nomor 1, 2, dan 4, yang untuk selanjutnya akan diberi notasi berturut-turut sebagai KKG (5x4), KKG 2(5x2), dan KKG 2(4x2).

#### b. Uji Simulasi Transportasi Skala Laboratorium

Uji simulasi untuk proses transportasi dengan siklus distribusi umum, dilakukan sesuai metoda ASTM D 4169 - 86 dengan urutan pengujian seperti tercantum pada tabel 1, dan hasil pengamatan selengkap-

Tabel 3. Efisiensi penggunaan palet

No.	Ukuran KKG, mm P L T	Jumlah KP/KKG	Palet 1200 x 1000 mm			Palet 1200 x 1200 mm		
			Susunan KKG*	Efisiensi %	Total JKP	Susunan KKG*	Efisiensi %	Total JKP
1.	504 404 202	5x4	a. 3 x 2	101,8	n=12 1440	2 x 3	84,8	n=12 1440
			b. 2 x 2	67,9	960	2 x 2	56,6	960
2.	504 205 395	2(5x2)	a. 6 x 2	103,3	n=6 1440	2 x 6	86,1	n=6 1440
			b. 2 x 4	69,0	960	2 x 5	71,8	1200
3.	294 294 395	2(3x3)	b. 4 x 3	86,4	n=6 1296	4 x 4	96,0	n=6 1728
4.	404 205 395	2(4x2)	a. 3 x 5	103,5	n=6 1440	3 x 6	103,5	n=6 1728
			b. 2 x 5	69,0	960	2 x 5	57,5	960

Catatan :

a. penggunaan palet dengan beban-gantung (overhang)  
b. penggunaan palet tanpa beban-gantung

\* - susunan KKG dibidang dasar palet  
n - jumlah tumpukan yang diperkenankan, diperoleh berdasarkan hasil uji ketahanan tekan kotak.

nya dapat dilihat pada tabel 4. Secara umum dapat dikatakan bahwa KKG berisi produk bila dijatuhkan pada sudut pertemuan tiga bidang kotak, misalnya (3,4,6), akan mengalami deformasi ringan, namun tidak menyebabkan terjadinya deformasi pada kemasan primer dan yang terpenting tidak terjadi kebocoran. Deformasi kemasan primer hanya terjadi pada uji getar KKG susun-tumpuk untuk kotak 2(5 x 2) liter. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi kerusakan yang berarti dalam uji simulasi ini, baik terhadap KKG maupun kemasan primernya. Uji perlakuan suatu "sistem

produk-kemasan" terhadap adanya kemungkinan benturan-benturan arah Vertikal yang sering terjadi pada saat bongkar-muat barang, umumnya dapat dipadankan dengan uji jatuh. Berat ringannya tingkat perlakuan, dinyatakan dengan tinggi rendahnya jarak jatuhnya. ISO 4180/2-1980 memadankan benturan-benturan arah vertikal pada saat bongkar-muat di kapal laut dengan uji jatuh pada ketinggian 800 mm, sedangkan pengaruh perlakuan mekanis yang lebih ringan dilakukan dengan uji jatuh pada ketinggian 400 mm (5). Hasil pengamatan dengan metoda ini dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 4. Pengaruh Uji Simulasi Transportasi Terhadap KKG dan KP  
(siklus distribusi Umum)

Jenis Perlakuan	(5 x 4) liter		2(5 x 2) liter		2(4 x 2) liter	
	KKG	KP	KKG	KP	KKG	KP
- perlakuan 1: uji jatuh , 305 mm						
(3)	v	v	v	v	v	v
(2,3)	v	v	v	v	v	v
(6,3)	v	v	1D	v	v	v
(3,4,6)	1D	v	1D	v	1D	v
(3,2,5)	1D	v	1D	v	1D	v
(1)	v	v	v	v	v	v
- perlakuan 2: uji tekan, kgf	600		270		225	
kondisi KKG atau KP	v	v	1D	v	1D	v
- perlakuan 3: uji getar (0,5 g - 10 menit) (KKG susun-tumpuk)	v	v	1D	1D	1D	v
- perlakuan 4: uji getar (0,5 g - 40 menit) (KKG individual)	v	v	v	v	1D	v
- perlakuan 5: uji jatuh , 305 mm						
(2)	v	v	v	v	v	v
(3,4)	v	v	v	v	v	v
(5,3)	v	v	v	v	v	v
(3,2,6)	1D	v	1D	v	1D	v
(3,4,5)	1D	v	1D	v	1D	v
(4)	v	v	v	v	v	v
- perlakuan 6: uji tumpuk, kgf	600		270		225	
kondisi KKG atau KP	v	v	1D	v	v	v
<i>catatan:</i>						
<i>D – deformasi ringan</i>						
<i>v – baik, tidak ada kerusakan/deformasi</i>						

Tabel 5. Hasil Pengamatan Uji Jatuh KKG Terhadap Tingkat Kerusakan Kemasan Primer

Notasi KKG	Kerusakan Kemasan Primer (KP, %) pada tinggi jatuhnya:			
	t = 800 mm		t = 400 mm	
	Deformasi	Bocor	Deformasi	Bocor
(5 x 4)	0,3	0,9	--	--
2(5 x 2)	0,6	0,3	--	--
2(4 x 2)	0,4	--	--	--

Walaupun persentasenya cukup kecil (0,9 dan 0,3 %) ternyata pada tinggi jatuhan 800 mm terjadi kebocoran pada kemasan primer dalam KKG (5x4) dan KKG 2 (5x2), sedangkan pada KKG 2(4x2) hal ini tidak terjadi. **Tabel 6** merupakan tabulasi dari seluruh hasil pengamatan yang telah dilakukan. Ternyata dengan mengubah formasi KP di dalam KKG dari satu susun (desain awal) menjadi dua susun (alternatif 1), optimasi ukuran KKG sudah dapat dilakukan dengan sangat baik, khususnya ditinjau dari minimasi luas KG yang digunakan serta efisiensi penggunaan palet. Optimasi akan memberikan hasil yang lebih baik lagi, manakala jumlah KP

di dalam KKG dikurangi (alternatif 2); kemasan menjadi lebih ringan sehingga mudah diangkat secara manual, dan relatif lebih tahan terhadap perlakuan mekanis yang agak berat, ditandai dengan tidak adanya KP yang bocor pada uji jatuh 800 mm. Keuntungan lain dari kedua desain alternatif ini dibanding dengan desain awalnya, adalah berkurangnya tekanan yang dialami KKG paling bawah pada proses susun-tumpuk, sehingga membuka peluang lebih berkurangnya tingkat kerusakan, baik terhadap KKG maupun kemasan primernya, sebagai akibat penumpukan di gudang.

Tabel 6. Tabulasi hasil pengamatan

Uraian	Desain Awal KKG (5x4)	Alternatif 1 KKG 2(5x2)	Alternatif 2 KKG 2(4x2)
Isi KKG, liter	20	20	16
Berat, kg	18,01	18,01	14,25
Susunan Kemasan Primer	satu susun	dua susun	dua susun
Maks. susun-tumpuk	12	6	6
JKP per unit paletasi (tanpa beban-gantung)			
1200 x 1000 mm	960	960	960
1200 x 1200 mm	960	1200	960
Selisih luas KG, %	>30	0,7	0,1
Efisiensi palet, %			
1200 x 1000 mm	67,9	69,0	69,0
1200 x 1200 mm	56,6	71,8	57,5
Beban tumpuk tanpa palet, kg	(11 x 18,01) 198,11	(5 x 18,01) 90,05	(5 x 14,25) 71,25
Uji simulasi transportasi	baik	baik	baik
Uji jatuh 800 mm	KP bocor 0,9 %	KP bocor 0,3 %	baik
Keuntungan lain	--	--	lebih ringan, mudah diangkat secara manual

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

- Minimasi pemakaian bahan pada pembuatan KKG sebagai kemasan transpor ternyata dapat dilakukan dengan hanya dengan mengubah formasi kemasan primer di dalam KKG tersebut, dari satu susun menjadi dua susun.
- Desain KKG dengan bentuk yang terlalu ramping, walaupun memenuhi syarat minimasi pemakaian bahan dan efisiensi penggunaan palet, ternyata dapat berakibat kurang stabilnya KKG, mudah terguling, terutama dalam proses penumpukan.
- Dalam percobaan ini, KKG 2(4 x 2) dengan ukuran 494 x 205 x 395 mm merupakan desain alternatif terbaik.
- Perlu dijajagi kemungkinan untuk mengubah ukuran kemasan primer, agar KKG yang dibuat memiliki ukuran yang lebih optimal, khususnya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan palet.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM D 4169-86, Performance Testing of Shipping Containers, 2<sup>nd</sup> edition, ASTM, Philadelphia, 1987.

2. Hadisoemarto, T., Spesifikasi Karton Gelombang dan Kotak Karton Gelombang, diktat kursus, Balai Besar Selulosa, Bandung, 1986.
3. Hadisoemarto, T., Desain dan Spesifikasi Kemasan Produk Farmasi, Makalah Seminar Kemasan Farmasetik, Jakarta, September 1994.
4. Hadisoemarto, T., Kotak Karton Gelombang (KKG) sebagai Kemasan Transpor, Diktat Kursus Pergudangan, Pengangkutan dan Handling, Institut Pengemasan Indonesia, Jakarta, September 1996.
5. ISO 4180/2-1980 (E), Packaging – Complete, filled transport packages. General rules for the compilation of performance test schedules. Part 2: Qualitative data.
6. Maltenfort, GG, Some Thoughts About The Development of Testing of Corrugated Boxes, Tappi, vol. 58, No.8, August, 1975.
7. Mitchel Flam, Corrugated Box Manufacturers Handbook, S&S Corrugated Paper, New York, 1965.
8. Wright, PG, Corrugated Fibreboard Boxes, Their Design, Use, Quality Control and Testing, Australian Paper Manufacturers, 1982.

-----ooooo00000oooo-----