**Pengaruh Variasi Filler CaCO_3 terhadap Sifat Fisis
Tegangan Putus dan Perpanjangan Putus Kompon
Sol Karet untuk Sepatu Kanvas**

Oleh : Asrilah, Luciawati Sunarjo

ABSTRACT

The objective of this research is to know the influence of calcium carbonate as filler of the physical properties tensile strength and elongation at break rubber sole for canvas shoes. Rubber sole compound is made from natural rubber and addition of ingredient such as : filler, anti oxidant, accelerator, softener, activator and vulcanizing agent. It should be carried out using base formula by varying calcium carbonate 65, 70, 75, 80, 85 and 90 part. Statistically prove that calcium carbonate influenced physical properties of the result test. The application calcium carbonate 65 - 80 part will give the best compound with the tensile strength $13,93 \text{ N/mm}^2$ and elongation at break 424,77 %, fulfilled the specification of SII 1406 - 85 "Sepatu kanvas untuk olah raga".

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh filler CaCO_3 terhadap sifat fisis tegangan putus dan perpanjangan putus kompon sol karet untuk sepatu kanvas. Kompon sol karet tersebut dibuat dari karet alam, ditambah beberapa bahan pembantu seperti, bahan pengisi, anti oksidan, bahan pencepat, bahan pelunak, pengaktif dan pemvulkanisasi, dengan formula tertentu. Jumlah filler Ca CO_3 dalam kompon dibuat bervariasi yaitu 65, 70, 75, 80, 85 dan 90 bagian. Perhitungan statistik menunjukkan bahwa calcium carbonat berpengaruh terhadap sifat fisika yang diuji. Hasil uji terbaik dengan jumlah calcium carbonat antara 65 - 80 bagian, dengan nilai tegangan putus $13,93 \text{ N/mm}^2$ dan nilai perpanjangan putus 424,77 % memenuhi persyaratan SII 1406 - 85 "Sepatu kanvas untuk olah raga".

PENDAHULUAN

Saat ini sepatu kanvas sol karet yang ada di pasaran solnya mudah rusak, hal ini disebabkan mutu sol yang digunakan mempunyai sifat fisis yang tidak memenuhi persyaratan. Salah satu sifat fisis yang menentukan adalah sifat tegangan putus dan perpanjangan putus.

han pengisi yang dapat digunakan untuk memperbaiki tegangan putus dan rpanjangan putus adalah calsium carbonat (Ca CO_3) atau dapat disebut ka- r tanah kasar. Pemakaiannya dalam bentuk bubuk atau powder, Calsium Car- nat ini berwarna putih dengan ukuran partikel dibawah 100 mesh. ⁽³⁾

untungan pemakaian Ca CO_3 antara lain :

Tidak beracun, tidak berbau dan tidak mengganggu proses

Ukuran partikel yang tersedia lebih banyak dibanding filler yang lain.

Mudah dicampurkan kedalam formula, adakalanya membantu pencampuran bahan penolong lain.

Menurunkan harga tiap satuan bahan jadi serta memberikan kenampakan yang bagus.

Merupakan bahan anti "plate cut" pada gesekan yang terjadi selama proses (1)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi filler CO_3 terhadap sifat fisis tegangan putus kompon sol karet untuk sepatu kan-

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Bahan baku karet : karet alam (pale crepe)

Bahan pembantu :

- Bahan pengisi (filler) : Magnesium Carbonat (MgCO_3)
Calcium Carbonat (CaCO_3)
- Bahan pelunak (softener) : Naphtenic oil
Paraffin wax
- Bahan penggiat (aktivator) : Zink oksida (ZnO)
Asam stearat
- Bahan pencepat (accelerator) : Mercapto Benzothiazole disulphid (MBTS)
Mercapto Benzothiazole (MBT)
Tetrametyl thiuran sulphide (TMT)
- Bahan pemvulkanisasi (vulkanizing agent) : sulphur
- Antioksidant : Phenyl β Naphthylamine (PBN)
- Bahan pewarna putih : Titanium Dioksida (TiO_2)

1.2. Peralatan :

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : timbangan, pisau krus porselin, two roll mill, cetakan slab, hydraulic press, stop watch, alu- munium foil.

Peralatan pengujian : alat uji tegangan putus dan perpanjangan putus.

2. Metoda Penelitian

2.1. Tabel 1. Formulasi sol karet.

Bahan/Kode	A	B	C	D	E	F
Pale crepe	100	100	100	100	100	100
Asam stearat	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
ZnO	10	10	10	10	10	10
MgCO_3	20	20	20	20	20	20
CaCO_3	65	70	75	80	85	90
Naphtenic Oil	2	2	2	2	2	2
Paraffin wax	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
TiO_2	10	10	10	10	10	10
PBN	1	1	1	1	1	1
MBTS	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
MBT	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
TMT	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Sulphur	2	2	2	2	2	2

2.2. Proses Pembuatan Kompon :

Bahan dengan formula diatas ditimbang dengan menggunakan timbang- an analitis, kemudian dicampur dengan menggunakan alat two roll mill.

Mula-mula pale crepe digiling sampai plastis.

Setelah plastis ditambah dengan paraffin wax, ZNO, asam stearat dan PBN. Kemudian ditambah Naphtenic Oil, MgCO_3 , CaCO_3 , TiO_2 , MBTS, MBT, TMT digiling hingga homogen. Terakhir tambahkan sulphur dan digiling sampai homogen. Kompon yang telah jadi dikondisikan selama ± 24 jam dalam ruang kondisi. Selanjutnya kompon tersebut diuji curing time untuk mengetahui waktu atau tingkat kematangan yang optimum sebelum dibuat slab untuk contoh uji. Pembuatan slab untuk contoh uji menggunakan alat Hydraulic press dengan tekanan 150 kg/cm, suhu 150°C dan waktunya sesuai dengan waktu optimum vilkanisasi dengan

ketebalan 3 mm.

3. Pengujian

Pengujian kompon hasil penelitian dilakukan terhadap sifat-sifat fisika yaitu uji tegangan putus sesuai Persyaratan SII 1408 - 85 Sol karet untuk masing-masing pengujian. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji tegangan putus, cuplikan dipotong menggunakan pisau dumbell. Kemudian cuplikan disimpan dalam ruang AC selama 24 jam dengan suhu 23°C dan RH 63 %. Setelah itu cuplikan dipasang pada alat uji tegangan putus dan dijalankan dengan kecepatan penarikan 500 ± 25 mm/menit, jarak tarik cepit 4,5 cm. Untuk perpanjangan putus diukur 2,5 cm. Pengamatan dilakukan pada waktu putus dan pada perpanjangan putus. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali.

Perhitungan :

$$\text{Tegangan putus} = \frac{F}{t \times w} \quad \text{kg/cm}^2$$

$$\text{Perpanjangan putus} = \frac{L1 - L0}{L0} \times 100 \%$$

Keterangan : F : tenaga
t : tebal cuplikan
w : lebar cuplikan
L1 : panjang pada waktu putus
L0 : Panjang mula-mula

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sifat fisis tegangan putus

Hasil uji sifat fisis tegangan putus kompon dengan variasi penggunaan Calcium Carbonat 65, 70, 75, 80, 85, 90 bagian dapat dilihat pada tabel 2 (lampiran).

Dari tabel 2 dibuat grafik sebagai berikut :

Gambar 1. Hubungan antara tegangan putus dengan jumlah filler CaCO₃

Grafik berbentuk parabola, sehingga persamaan garis regresinya adalah :

$$Y = a + bx + cx^2$$

Dari hasil perhitungan Least Square diperoleh nilai konstanta a = -86,0449, b = 2,5453 dan c = -0,0162.

Maka persamaan garis regresi parabola tersebut adalah :
 $y = -86,0449 + 2,5453x - 0,0162x^2$ dengan syarat x minimal = 65.

Untuk menghitung titik optimal tegangan putus dipakai rumus diferensial

$$\frac{dy}{dx} = b + 2cx, \text{ dimana } \frac{dy}{dx} = 0$$

maka diperoleh harga x = 78,6

Selanjutnya harga $x = 78,6$ dimasukkan dalam persamaan garis regresi dan diperoleh harga $Y = 13,9327$. Jadi pada pemakaian filler CaO_3 78,6 bagian memberikan tegangan putus tertinggi, yaitu $13,9327 \text{ N/mm}^2$. Bila banyaknya filler CaCO_3 yang dipakai lebih tinggi (banyak) lagi, maka akan menyebabkan sifat fisis tegangan putusnya semakin berkurang/menurun. Hal ini disebabkan karena filler CaCO_3 memiliki sifat menyerap air, maka bila digunakan semakin banyak kompon yang dihasilkan semakin kering, sehingga menurunkan ikatan-ikatan pada kompon yang mengakibatkan kompon menjadi rapuh. Tetapi untuk sifat fisis kekerasan akan memberikan sifat kekerasan yang sedang dan juga untuk kenampakannya akan terlihat bagus.

Sifat fisis perpanjangan putus.

Hasil uji sifat fisis perpanjangan putus kompon untuk masing-masing penggunaan Calcium Carbonat 65, 70, 75, 80, 85, 90 bagian dapat dilihat pada tabel 3 (lampiran)
Dari tabel 3 dibuat grafik sebagai berikut :

Gambar 2. Hubungan antara perpanjangan putus dengan jumlah filter CaCO_3 .

Dari gambar grafik 2 terlihat bahwa grafik berbentuk garis lurus, sehingga persamaan garis regresinya adalah; $Y = a + bx + cx^2$.
Dengan perhitungan Least Square diperoleh nilai hukum stanta $a = 466,8867$

dan $b = - 0,6480$

Sehingga persamaan garis lurusnya menjadi : $Y = 466,8867 - 0,6480 x$ Dari persamaan tersebut diatas diperoleh perpanjangan putus tertinggi sebesar 424,7667 %, didapat dari pemakaian filler CaCO_3 sebanyak 65 bagian. Bila filler Ca CO_3 lebih besar dari 65 bagian maka sifat fisis perpanjangan putusnya akan semkain berkurang (menurun), hal ini disebabkan karena sifat plastisnya semakin menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan kompon sol karet untuk sepatu kanvas dengan variasi filler CaCO_3 terhadap sifat fisis tegangan putus dan perpanjangan putus dapat disimpulkan bahwa :

1. Banyaknya filler CaCO_3 yang digunakan ternyata berpengaruh terhadap sifat fisis tegangan putus dan perpanjangan putus kompon sol karet untuk sepatu kanvas.
Tegangan putus makin tinggi sampai pemakaian filler CaCO_3 78,6 bagian, kemudian menurun pada pemakaian selebihnya. Sedangkan perpanjangan putus akan turun dengan bertambahnya pemakaian filler CaCO_3 .
2. Hasil uji tegangan putus terendah pada pemakaian CaCO_3 65 bagian yaitu $10,97 \text{ N/mm}^2$ dibandingkan dengan persyaratan SII 1406 - 85 "Sepatu Kanvas untuk Olah Raga", masih memenuhi persyaratan minimum yaitu 10 N/mm^2 .
3. Hasil uji perpanjangan putus terendah pada pemakaian Ca CO_3 90 bagian yaitu 406,67 % dibandingkan dengan persyaratan SII 1406 - 85 "Sepatu Kanvas untuk Olah Raga", masih memenuhi persyaratan minimum yaitu 250 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous,	: "Rubber Technology and manufacture" SBP Board of Consultant and Engineers.
2. Departemen Perindustrian	: SII Sepatu Kanvas dengan sol Karet untuk Olah Raga (1985).
3. Harrys Kartz and John V Milewski	: "Hand Book of Filler and reinforcement".
4. Murray R Spiegel Phd.	: Schaum's Outhine of Theory and Problems "Satistic" in SI units. Mc. Graw Hill International Book Company, Singapore.

lampiran :

Tabel 2 : Hasil Penelitian untuk uji sifat fisis tegangan putus (N/mm^2)

CaCO ₃ bagian	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
65	12,2781	10,5648	10,0731	32,9160	10,9720
70	13,8679	12,2501	12,3789	38,4969	42,8323
75	12,7911	13,7834	14,3916	40,9661	13,6553
80	15,1937	13,7447	14,6268	43,5652	14,5217
85	12,6066	13,2432	11,7521	37,6019	12,5339
90	12,5134	13,3788	10,4603	36,3525	12,1175

Tabel 3 : Hasil Penelitian untuk uji sifat fisis perpanjangan putus (%)

CaCO ₃ bagian	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
65	420	420	440	1280	426,6666
70	420	420	420	1260	420
75	420	400	420	1240	413,3333
80	420	420	420	1260	420
85	420	440	380	1240	413,3333
90	420	380	420	1220	406,6666

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi Penelitian :

a. Bahan-bahan yang dipergunakan :

Bahan baku : Poly Vinyl Chloride (PVC)

Bahan pembantu : Dioctyl Phtalat, Azodicarbonamide, asam stearat, BaDcZn, Epoxy Plasticizer Oil, Kicker.

b. Peralatan :

Alat-alat proses : timbangan analitis, gelas arloji, mixer, two roll mill, hidrolik press

Alat Uji : dumbell, abrasion tester.

Pelaksanaan Penelitian :

Kompon PVC untuk sol sepatu dibuat dengan formulasi sebagai berikut :

PVC suspension : 100 bagian

DOP (bervariasi) : 60, 70, 80, bagian

Epoxy Plasticizer Oil : 5 bagian

Ba Cd Zn stabilizer : 1,5 bagian

Kicker : 0,5 bagian

Asam stearat : 0,5 bagian

Azodicarbonamide : 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 0,6 ; 0,7 bagian (bervariasi)

Bahan-bahan tersebut diatas setelah ditimbang dicampur dalam mixer hingga homogen dengan urutan sebagai berikut : mula-mula PVC ditambah stabilizer, dicampur dengan diaduk-aduk kemudian ditambahkan plasticizer. Terakhir tambahkan Azodicarbonamide, Epoxy Plasticizer Oil, Kicker dan asam stearat. Pengadukan dilanjutkan sampai campuran homogen.

Hasil pencampuran tersebut dimasukkan kedalam two roll mill dengan suhu operasi 50 - 80°C dan kecepatan masing-masing roll 10 rpm/8,6 rpm. Setelah homogen kompon dicetak dalam hidrolik press pada suhu 170°C, tekanan 150 kg/cm² dan waktu 13 menit. Kompon yang didapatkan diuji berat jenis dan ketahanan kikisnya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kompon hasil penelitian diuji berat jenis dan ketahanan kikis. Data hasil uji terdapat pada lampiran 1 dan lampiran 2. Data-data tersebut setelah dianalisa secara statisitik menghasilkan ANOVA sebagai berikut.

Tabel 1 : Analisa Sidik ragam (ANOVA) untuk ketahanan kikis.

Sumber variasi	dk	JK	RJK	F Hitung	F Tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,004110	0,002055			
Perlakuan	14	0,514094	0,036721	15,38**	2,06	2,80
DOP	2	0,368835	0,184417	77,23**	3,34	5,54
ADCM	4	0,041278	0,010319	4,32**	2,71	4,07
DOP vs ADCM	8	0,103981	0,012997	5,44**	2,29	3,23
Kekeliruan	28	0,066888	0,002388			
Total		0,585093				

Variasi DOP, ADCM dan interaksi DOP dengan ADCM, nilai F hitung lebih besar dari pada F tabel, jadi ada perbedaan yang nyata. Makin tinggi kandungan DOP, ketahanan kikisnya juga makin tinggi. Untuk perbedaan DOP 10 bagian, sudah menunjukkan ketahanan kikis yang berbeda nyata. Ketahanan kikis terbaik dicapai pada variasi DOP 60 bagian.

Variasi ADCM 0,3 bagian sampai dengan 0,7 bagian berpengaruh terhadap sifat ketahanan kikis, namun pengaruh itu tidak mempunyai kecenderungan yang nyata. Pada variasi ini ketahanan kikis terbaik adalah kompon dengan ADCM 0,6 bagian. Untuk variasi kombinasi antara DOP dan ADCM, ketahanan kikis terbaik adalah pada DOP 60 bagian dan ADCM 0,6 bagian.

Tabel 2 : Analisa Sidik ragam (ANOVA) untuk berat jenis :

Sumber variasi	dk	JK	RJK	F Hitung	F Tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,0005	0,000250	0,8771	3,34	5,54
Perlakuan	14	0,0994	0,007100	24,9122**	2,06	2,80
DOP	2	0,0214	0,010700	37,5438**	3,34	5,54
ADCM	4	0,0261	0,006525	22,8947**	2,71	4,07
DOP vs ADCM	8	0,0519	0,006480	22,7368**	2,29	3,23
Kekeliruan	28	0,0080	0,000285			
Total	44	0,1079				

Keterangan : ** berbeda sangat nyata pada tingkat kepercayaan 99%

Pada tabel ANOVA terlihat F hitung untuk Perlakuan DOP, ADCM dan interaksinya lebih besar F tabel, jadi ada perbedaan yang sangat nyata. Untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan, perhitungan dilanjutkan dengan menggunakan LSD (Least Significant Difference).

Pada variasi DOP, berat jenis rata-rata kompon dengan kandungan DOP 60 bagian, tidak berbeda nyata dengan DOP 70 bagian. Sedangkan kompon dengan kandungan DOP 70 bagian berbeda nyata dengan DOP 80 bagian. Untuk faktor DOP berat jenis rata-rata terendah adalah pada DOP 70 bagian. Variasi ADCM juga menghasilkan berat jenis yang berbeda nyata. Berat jenis rata-rata yang terendah adalah kompon dengan kandungan ADCM 0,5 bagian. Azodicarbonamide merupakan bahan pengembang yang sangat menentukan berat jenis kompon, namun berkembangnya kompon tersebut, juga dipengaruhi oleh suhu dan jumlah aktivator yang dipakai. Pada variasi kombinasi DOP dan ADCM ternyata kombinasi DOP 70 bagian dan ADCM 0,5 bagian memberikan berat jenis terendah dengan nilai 0,9298 gram/cm³.

KESIMPULAN

1. Plasticizer DOP dan blowing agent Azodicarbonamide berpengaruh nyata terhadap sifat ketahanan kikis dan berat jenis kompon sol PVC.
2. Kompon sol PVC hasil penelitian mempunyai ketahanan kikis 0,1388 - 0,5591 mm³/kgm. Nilai ketahanan kikis ini jauh lebih rendah dari persyaratan SII 1103 - 84 Sol lentur cetak PVC, maksimum 1,5 mm³/kgm.
3. Kompon sol PVC hasil penelitian mempunyai berat jenis 0,9298 - 1,1309 gr/cm³ sedangkan persyaratan SII 1,1 - 1,5 gr/cm³.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ciba Geigy, "Manual of PVC Additive", Marienburg GMBH, Jerman Barat 1971.
2. Departemen Perindustrian, SII 1103 - 84 "Sol Lentur Cetak PVC", 1984.
3. Gupta, RK "Handbook of Small Scale Plastics Industries", Small Bussines Publication Delhi.
4. Soentojo, Ir. "Experimental Desain" Universitas Brawijaya, Malang.

Lampiran 1 :

Tabel : Data Hasil Uji Berat Jenis

Variasi		U l a n g a n			Total	Rata-rata
D O P	A D C M	I	II	III		
60	0,3	1,0179	1,0202	1,0196	3,0577	1,0192
	0,4	1,0795	1,0896	1,0861	3,2542	1,0847
	0,5	1,0908	1,0644	1,0860	3,2412	1,0804
	0,6	1,0549	1,0986	1,0799	3,2334	1,0778
	0,7	1,0579	1,0360	1,0231	3,1172	1,0391
70	0,3	1,0953	1,0817	1,0886	3,2656	1,0885
	0,4	1,1149	1,0875	1,0719	3,2743	1,0914
	0,5	1,9403	0,9167	0,9325	3,7895	0,9298
	0,6	1,0740	1,0710	1,0700	3,2150	1,0720
	0,7	1,1055	1,0453	1,1229	3,2737	1,0912
80	0,3	1,1009	1,1060	0,0880	3,2449	1,0983
	0,4	1,1318	1,1207	1,1404	3,3929	1,1309
	0,5	1,0953	1,0859	1,0874	3,2686	1,0895
	0,6	1,1253	1,1386	1,1239	3,3878	1,1293
	0,7	1,0700	1,0935	1,0436	3,2071	1,0690

Lampiran 2 :

Tabel : Data Hasil Uji Ketahanan Kikis

Variasi		Ulangan			Total	Rata-rata
DOP	ADCM	I	II	III		
60	0,3	0,1560	0,3024	0,2007	0,6591	0,2197
	0,4	0,1940	0,1740	0,2790	0,6470	0,2157
	0,5	0,1745	0,2442	0,1907	0,6094	0,2031
	0,6	0,1494	0,1198	0,1471	0,4163	0,1388
	0,7	0,1749	0,1718	0,1480	0,4947	0,1649
70	0,3	0,2943	0,2027	0,2992	0,7962	0,2654
	0,4	0,2473	0,3643	0,2509	0,8625	0,2875
	0,5	0,3331	0,3232	0,3421	0,9984	0,3328
	0,6	0,1861	0,1227	0,2795	0,5883	0,1961
	0,7	0,2032	0,2024	0,2915	0,6971	0,2324
80	0,3	0,3502	0,3925	0,3847	1,1274	0,3758
	0,4	0,3953	0,2393	0,3343	0,9689	0,3229
	0,5	0,4209	0,3925	0,4031	1,2165	0,4055
	0,6	0,3979	0,3675	0,3429	1,1083	0,3694
	0,7	0,5533	0,5311	0,5928	1,6772	0,5591