

**Sepatu pengaman dari kulit  
dengan sol poliuretan dan termoplastik poliuretan  
sistem cetak injeksi**

BSN

## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	ii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Acuan normatif .....	1
3 Istilah dan definisi .....	1
4 Desain dan bagian-bagian sepatu .....	4
5 Persyaratan mutu .....	6
6 Pengambilan dan penyiapan contoh .....	9
7 Cara uji .....	9
8 Syarat lulus uji .....	17
9 Syarat penandaan .....	17
Bibliografi .....	18

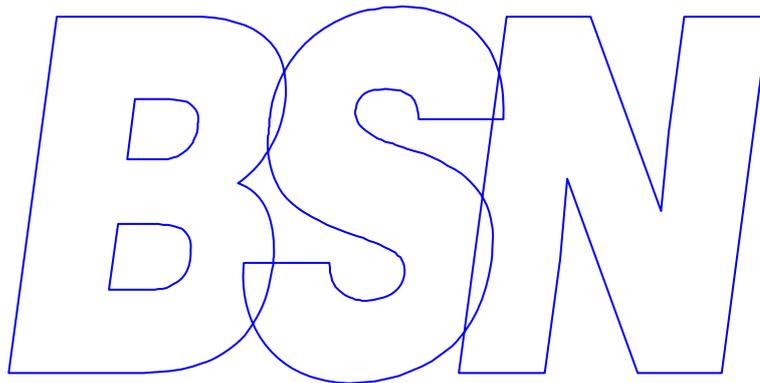
The logo consists of the letters 'BSN' in a large, bold, blue outline font. The letters are slightly overlapping and have a modern, sans-serif style.

## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) *Sepatu pengaman dari kulit dengan sol poliuretan dan termoplastik poliuretan sistem cetak injeksi* disusun dalam rangka pengembangan standarisasi khususnya untuk produk industri aneka, serta memperhatikan kebutuhan sektor industri, perdagangan dan masyarakat pada umumnya.

Penyusunan standar ini berdasarkan studi pustaka, data lapangan dan hasil pengujian sepatu pengaman dari perusahaan yang mewakili. Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 120S Kulit, Produk Kulit dan Alas kaki.

Standar ini merupakan hasil konsensus di Jakarta pada tanggal 17 September 2003, yang dihadiri oleh wakil-wakil dari produsen, konsumen, lembaga Iptek dan instansi teknis terkait lainnya.



## Sepatu pengaman dari kulit dengan sol poliuretan dan termoplastik poliuretan sistem cetak injeksi

### 1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan syarat mutu dan cara uji sepatu pengaman dari kulit dengan sol poliuretan dan termoplastik poliuretan sistem cetak injeksi.

### 2 Acuan normatif

SNI 06-0234-1989, *Mutu dan cara uji kulit boks.*

SNI 06-0462-1989, *Mutu dan cara uji karton kulit (Leather Board.*

SNI 06-0646-1989, *Cara uji pH kulit tersamak.*

SNI 06-1794-1990, *Cara uji kekuatan sobek dan kekuatan sobek lapisan kulit.*

SNI 06-1795-1990, *Cara uji kekuatan tarik dan kemuluran kulit.*

SNI 12-0778-1989, *Sol karet cetak.*

SNI 12-1848-1990, *Sepatu bot dari PVC.*

### 3 Istilah dan definisi

#### 3.1

##### **sepatu pengaman (*safety shoes*)**

sepatu kerja yang dilengkapi pengeras depan dari baja sebagai pelindung jari-jari kaki dari pukulan dan benturan serta bahaya lain yang berhubungan dengan lingkungan kerja

#### 3.2

##### **sol poliuretan (PU)**

sol dari bahan elastomer hasil reaksi polioli dari isosianat

#### 3.3

##### **sol termoplastik poliuretan (TPU)**

sol dari bahan termoplastik elastomer hasil reaksi polyester/polieter polioli dengan isosianat terutama difenil metan 4.4 diisosianat (MDI)

#### 3.4

##### **cetak injeksi (*injection moulding*)**

proses penggabungan bagian atas sepatu dengan sol luar menggunakan mesin injeksi

#### 3.5

##### **bagian depan (*vamp*)**

komponen bagian atas sepatu terletak dibagian depan, dimulai dari tumpuan lidah ke muka sampai pada ujung, menyebar kesamping berbatasan dengan kedua ujung sebelah samping

**3.6**

**bagian samping (*quarter*)**

komponen bagian atas yang terletak di sebelah samping dimulai dari ujung yang berbatasan dengan bagian depan (*vamp*) sampai dengan bagian belakang, yang terdiri dari samping luar dan samping dalam

**3.7**

**bagian atas (*upper*)**

bagian atas sepatu di atas sol, terdiri dari bagian depan, bagian samping, lapis yang direkatkan pada sol sepatu

**3.8**

**lidah (*tongue*)**

komponen bagian atas sepatu yang disambungkan pada lengkung tengah bagian depan atau menjadi satu secara utuh dengan bagian depan

**3.9**

**pelisir atas (*collar*)**

pita dari kulit, tekstil atau bahan lain yang dipasang di sekeliling tepi atas (leher) sepatu berfungsi memperkuat dan mendapatkan kenampakan yang baik pada tepi atas sepatu

**3.10**

**bis mata ayam (*eyelets stay*)**

komponen bagian atas yang dipasang pada sebelah depan *quarter*, untuk memperkuat kedudukan mata ayam

**3.11**

**lapis (*lining*)**

kulit, kulit imitasi atau tekstil yang melapisi bagian dalam dari sepatu

**3.12**

**lapisan busa (*foam lining*)**

busa dari bahan karet atau plastik yang terletak di bagian depan sepatu di bawah penguas depan, berfungsi untuk menambahkan kenyamanan pakai

**3.13**

**penguas depan baja (*steel toe cap*)**

penguas depan dari baja yang dipasang pada bagian depan sepatu, berfungsi memperkuat bagian depan dan melindungi jari-jari kaki

**3.14**

**mata ayam (*eyelet*)**

cincin dari logam atau bahan lain yang dipasang pada tepi atas sepatu, berfungsi memperkuat lubang tali sepatu

**3.15**

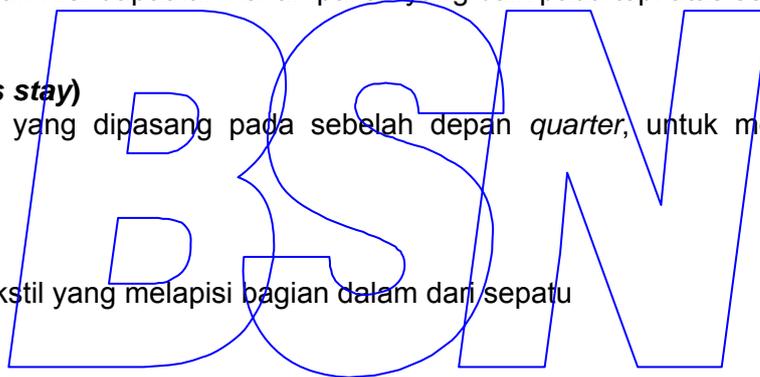
**tali sepatu (*lace*)**

komponen pelengkap sepatu berbentuk tali yang dipasang pada mata ayam, untuk mengikat ujung kedua *quarter*

**3.16**

**garis tepi sepatu (*feather line*)**

garis batas antara bagian atas sepatu dengan sol luar



**3.17****pengeras belakang (*counter*)**

komponen bagian atas yang terletak di *quarter* belakang, dipasang diantara *quarter* dan lapis samping, untuk menjaga bentuk bagian belakang sepatu selalu tetap

**3.18****sol luar (*outsole*)**

bagian bawah sepatu yang kontak langsung dengan tanah

**3.19****sol tengah (*midding sole*)**

bagian bawah sepatu yang menyatu dengan sol luar guna menambah kenyamanan pakai pada sol dua lapis

**3.20****sol dalam (*insole*)**

bagian bawah sepatu yang terletak di bagian dalam merupakan tempat dudukan kaki dan melekatkan bagian atas sepatu dalam pengoperasian

**3.21****kembangan sol (*cleated sole*)**

bagian yang menonjol dari sol luar dengan berbagai motif, berfungsi agar pemakai tidak mudah tergelincir

**3.22****tatakan (*sock lining*)**

pelapis sepatu yang melapisi bagian telapak kaki

**3.23****hak (*heel*)**

komponen bagian bawah yang dipasang menempel pada sol luar sebelah belakang (tumit), untuk memberi dukungan pada bagian tumit agar kedudukan sepatu menjadi kuat, serasi dan seimbang

**3.24****baja anti tusukan (*penetration insert*)**

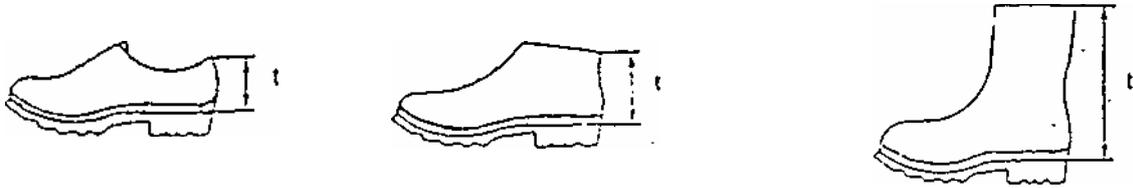
lembaran baja yang disisipkan diantara sol tengah dan sol dalam guna melindungi kaki dari tusukan

**3.25****penguat tengah (*arch brace*)**

penguat yang dipasang di antara sol dalam dan sol luar pada bagian pinggang sol berfungsi memperkuat kedudukan sepatu

**4 Desain dan bagian-bagian sepatu****4.1 Desain sepatu**

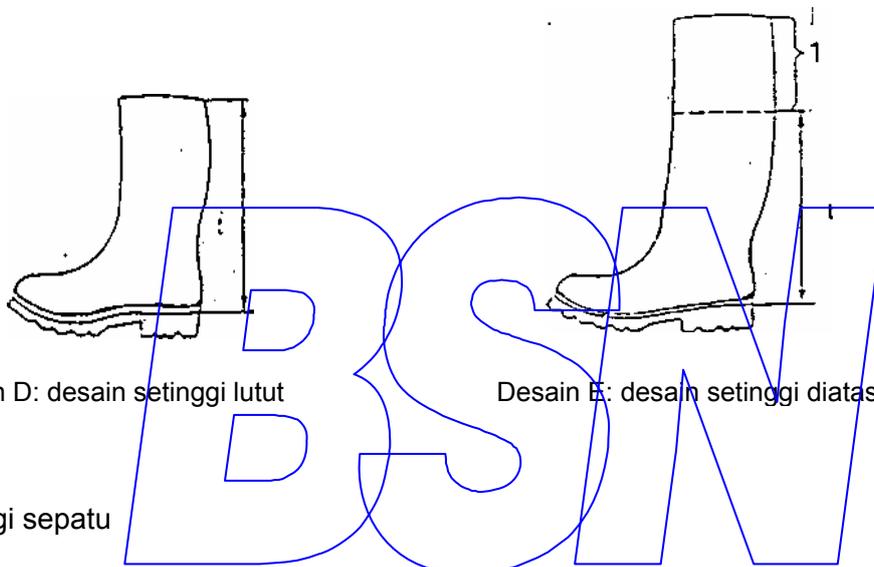
Desain sepatu pengaman diperlihatkan dalam Gambar 1.



Desain A: desain pendek

Desain B: desain pergelangan kaki

Desain C: desain setengah lutut



Desain D: desain setinggi lutut

Desain E: desain setinggi diatas lutut

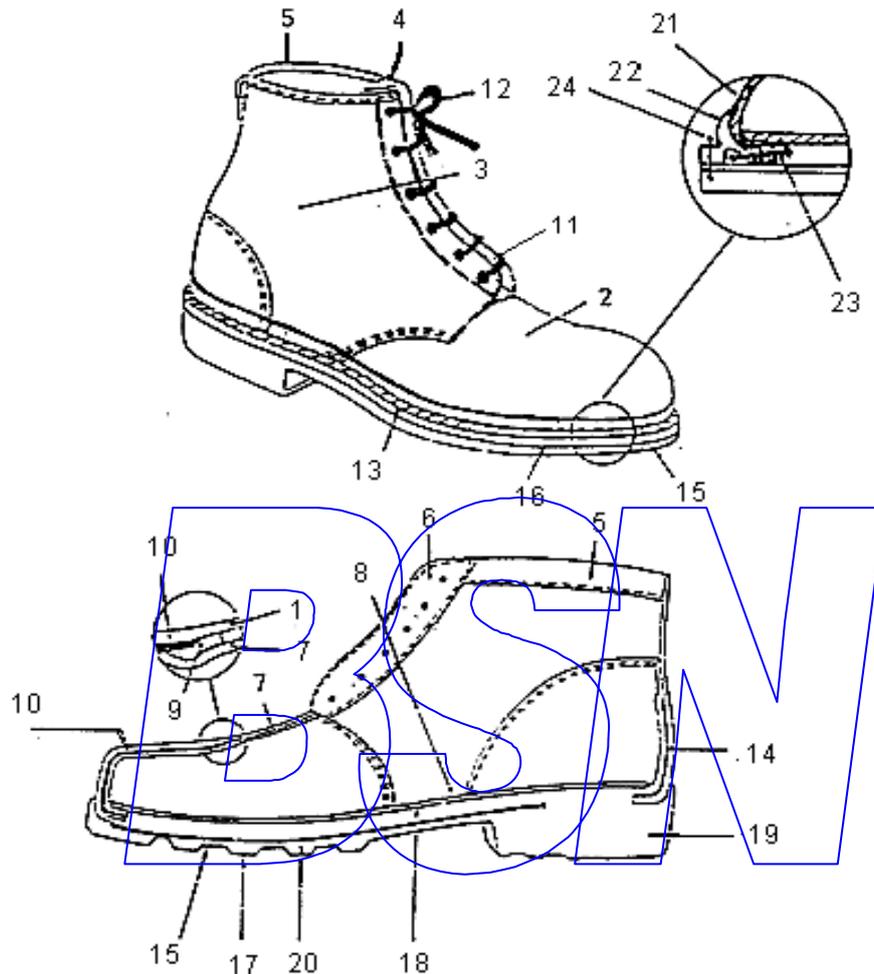
dengan:  
t adalah tinggi sepatu

**CATATAN** Desain E merupakan desain D yang bagian atasnya diperpanjang sesuai panjang kaki pemakai.

**Gambar 1** Desain sepatu pengaman

## 4.2 Bagian-bagian sepatu

Bagian-bagian sepatu pengaman diperlihatkan dalam Gambar 2 (salah satu contoh sepatu).



### Keterangan gambar:

- |                     |                      |                        |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| 1 Kulit atas sepatu | 9 Lapisan busa       | 17 Kembangan sol       |
| 2 Bagian depan      | 10 Pengeras depan    | 18 Sol dalam           |
| 3 Bagian samping    | 11 Mata ayam         | 19 Hak                 |
| 4 Lidah             | 12 Tali sepatu       | 20 Pelat baja          |
| 5 Pelisir atas      | 13 Garis tepi sepatu | 21 Penguat tengah      |
| 6 Tempat mata ayam  | 14 Pengeras belakang | 22 Pita                |
| 7 Lapis             | 15 Sol luar          | 23 Benang jahit rantai |
| 8 Tatakan           | 16 Sol tengah        | 24 Benang jahit kunci  |

**Gambar 2** Bagian-bagian sepatu pengaman

## 5 Persyaratan mutu

Tabel 1 Persyaratan mutu

No.	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	Metode uji
1 1.1	Desain Tinggi bagian atas sepatu	mm	Sesuai Tabel 2	Diuji berdasarkan 7.1.1
2	Sepatu secara keseluruhan			
2.1	Konstruksi	-	Sepatu harus mempunyai sol yang kuat. Sol dalam harus terletak sedemikian rupa sehingga tidak dapat diambil tanpa merusak sepatu	Diuji secara organoleptis
2.2	Daya rekat sol luar dengan bagian atas sepatu	N/mm	min. 4,0	Diuji sesuai 7.2.1 jika terjadi sobekan pada sol, maka daya rekat minimum 3,0 N/mm
2.3	Pengeras depan - Konstruksi	-	Pengeras depan harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak dilepas tanpa merusak sepatu	-
	- Panjang sisi dalam pengeras depan	mm	Sesuai Tabel 3	Diuji sesuai 7.2.2.1
	- Ketahanan pukul dengan energi 299 J	mm	Sesuai Tabel 4	Diuji sesuai 7.2.2.1 pengeras depan tidak boleh menunjukkan tanda keretakan.
	- Ketahanan terhadap tekanan dengan beban 15 kN	mm	Sesuai Tabel 4	Diuji sesuai 7.2.2.4
	- Ketahanan terhadap korosi	-	Maks. 5 bercak korosi, luas area korosi tiap bercak maks. 2,5 mm <sup>2</sup>	Diuji sesuai 7.2.2.4
3	Bagian atas sepatu			
3.1	Kekuatan sobek	N	min. 120	Diuji berdasarkan SNI 06-1794-1990
3.2	Kekuatan tarik	N/mm <sup>2</sup>	min. 15	Diuji berdasarkan SNI 06-1795-1990
4	pH	-	min. 3,5	Diuji berdasarkan SNI 06-0646-1990

Tabel 1 (lanjutan)

No.	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	Metode uji
5	Lapis bagian depan dan samping Kekuatan sobek lapis bagian depan dan samping Bahan kulit Bahan tekstil dari kulit imitasi	N N	min. 30 min. 15	Diuji berdasarkan SNI 06-1794-1990
6	Lidah			
6.1	Kakuatan sobek Bahan kulit	N	min. 30	Bila bahan tidak berbeda dengan bahan dari bagian atas sepatu, kekuatan sobeknya diuji berdasarkan SNI 06-1794-1990
6.2	Bahan tekstil dan kulit imitasi pH	N -	min. 18 min. 3,5	- Bila lidah dibuat dari kulit, dilakukan uji pH berdasarkan SNI 06-0646-1989
7	Sol dalam			
7.1	Tebal	mm	min. 2,0	Diuji berdasarkan SNI 06-0462-1989
7.2	pH	-	min. 3,5	Bila sol dalam dari kulit, pH diuji berdasarkan SNI 06-0646-1989
7.3	Penyerapan air dan penguapan air Penyerapan air Penguapan air	% fraksi massa % fraksi massa	min. 35 min. 40	- -
8	Sol luar			
8.1	Area kembangan sol Bagian depan Bagian hak	mm mm	min. 0,45 x panjang sol min. 0,25 x panjang sol	Diuji berdasarkan 7.7.1 Diuji berdasarkan 7.7.1
9	Tebal sol Tebal tanpa kembangan Tebal kembangan	mm mm	min. 4 min. 2,5	Tebal sol diuji berdasarkan 7.7.2 -

Tabel 1 (lanjutan)

No.	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	Metode uji
10	Kekuatan sobek Sol dua lapis	N/mm	min. 8	Diuji berdasarkan SNI 12-0788-1989
	Sol satu lapis	N/mm	min. 5	-
11	Ketahanan kikis (volume terkikis) Bj bahan $\leq 0,9 \text{ g/cm}^3$	mm	maks. 250	Diuji berdasarkan SNI 12-0788-1989
	Bj bahan $\geq 0,9 \text{ g/cm}^3$	mm	min. 150	Diuji berdasarkan SNI 12-0788-1989
11.1	Ketahanan terhadap perluasan sobekan pada 30.000 bengkukan	mm	maks. 4	Diuji berdasarkan SNI 12-1848-1990
11.2	Ketahanan terhadap minyak pelumas (perubahan volume)	%	maks. 12	Diuji berdasarkan 7.7.6
11.3	Ketahanan terhadap hidrolisis Perluasan sobekan pada 150.000 bengkukan	mm	Maks. 6	Diuji berdasarkan 7.7.8

Tabel 2 Tinggi bagian atas sepatu (*upper*)

Nomor sepatu		Tinggi bagian atas sepatu (mm)			
Sistem Perancis	Sistem Inggris	Desain A	Desain B min.	Desain C min.	Desain D min.
$\leq 36$	$\leq 3$	$< 103$	103	162	255
37 dan 38	4 dan 5	$< 105$	105	165	260
39 dan 40	6	$< 109$	109	172	270
41 dan 42	7 dan 8	$< 113$	113	178	280
43 dan 44	9 dan 10	$< 117$	117	185	290
$\geq 45$	$\geq 11$	$< 121$	121	192	300

Tabel 3 Panjang sisi-dalam pengeras depan

Nomor sepatu		Panjang minimum (mm)
Sistem Perancis	Sistem Inggris	
$\leq 36$	$\leq 3$	34
37 dan 38	4 dan 5	36
39 dan 40	6	38
41 dan 42	7 dan 8	39
43 dan 44	9 dan 10	40
$\geq 45$	$\geq 11$	42

Tabel 4 Jarak minimum ruang antara pengeras depan dengan sol dalam

Ukuran sepatu		Jarak minimum (mm)
Sistem Perancis	Sistem Inggris	
≤ 36	≤ 3	12.5
37 dan 38	4 dan 5	13.0
39 dan 40	6	13.5
41 dan 42	7 dan 8	14.0
43 dan 44	9 dan 10	14.5
≥ 45	≥ 11	15.0

## 6 Pengambilan dan penyiapan contoh

6.1 Untuk keperluan pengujian contoh diambil minimum 3 pasang sepatu setiap desain.

6.2 Untuk uji bagian atas sepatu dan bagian bawah sepatu sedapat mungkin di ambil dari depan. Apabila tidak memungkinkan, contoh dapat diambil dari bahan yang diproses sesuai dengan pembuatan barang jadinya.

6.3 Sebelum dilakukan pengujian, contoh uji dikondisikan terlebih dahulu pada suhu  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  dengan kelembaban relatif 50% - 60% selama minimum 24 jam.

## 7 Cara uji

### 7.1 Desain sepatu

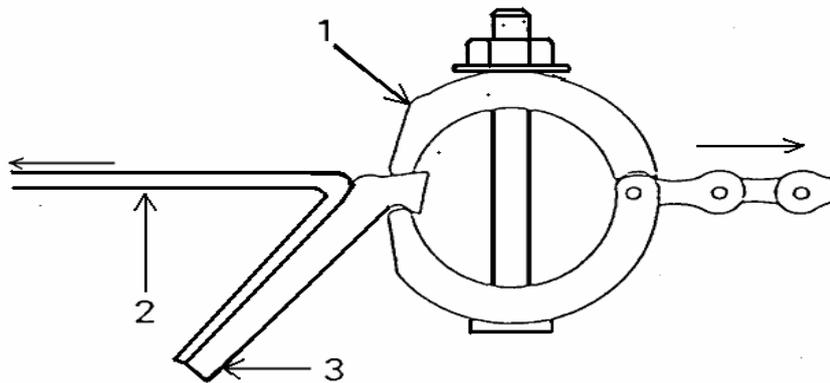
#### 7.1.1 Tinggi bagian atas sepatu

- Letakkan contoh sepatu pada bidang datar dan keras.
- Lakukan pengukuran pada bagian belakang sepatu di atas hak seperti Gambar 1. Ukur tinggi bagian atas sepatu mulai dari titik pertemuan bagian atas sepatu dengan hak sampai titik tertinggi dari bagian atas sepatu.

### 7.2 Sepatu secara keseluruhan

#### 7.2.1 Daya rekat bagian atas sepatu dengan sol luar (*upper / out low bond strength*)

- Pengujian dilakukan dengan alat uji kuat tarik (*tensile strength*) dengan cara sebagai berikut: Potong cuplikan tegak lurus pada tepi sol dengan pisau potong atau gergaji mesin hingga memotong sol luar, sol dalam dan bagian tas sepatu selebar 25 mm dengan panjang 50 mm. Jepit cuplikan pada alat uji seperti Gambar 3.
- Jalankan mesin dengan kecepatan 1000mm/detik  $\pm$  20mm/detik.



**Keterangan gambar:**

- 1. Penjepit
- 2. Bagian atas sepatu
- 3. Sol luar

**Gambar 3** Cuplikan pada uji daya rekat bagian atas sepatu dan sol

Catat beban rata-rata yang diperlukan untuk memisahkan bagian atas sepatu dengan sol luar atau sampai salah satu bagian menjadi rusak.

Perhitungan:

$$\text{Ketahanan} = \frac{F}{W} \text{ N/mm}$$

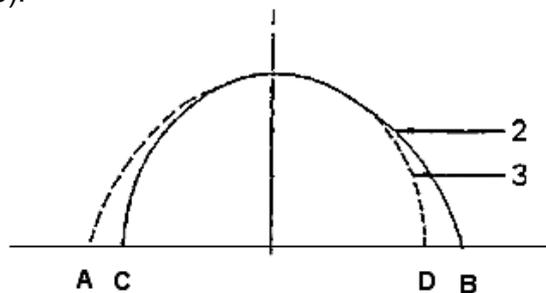
dengan:

F adalah tenaga yang diperlukan untuk memisahkan bagian atas sepatu dengan sol luar, dinyatakan dalam Newton (N);  
 W adalah lebar cuplikan, dinyatakan dalam milimeter (mm).

**7.2.2 Pengeras depan**

**7.2.2.1 Panjang sisi dalam pengeras depan (*internal toecap length*)**

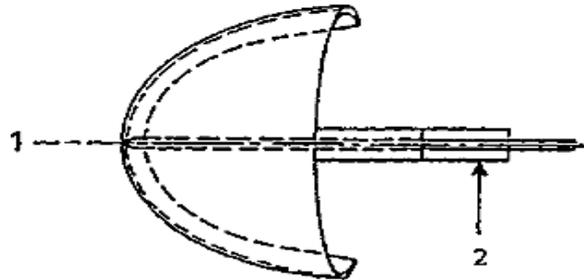
- a) Ambil pengeras depan dari dalam sepatu. Letakkan pengeras depan pada bidang datar dan keras, dengan bagian terbuka terletak di bawah. Tentukan sumbu uji seperti pada Gambar 4.
- b) Ukur panjang sisi dalam pengeras depan dengan alat pengukur panjang yang mempunyai ketelitian 0,5mm. Lakukan pengukuran sepanjang sumbu uji mulai dari jari depan ke belakang dengan jarak 3 mm – 10 mm di atas bidang tempat pengeras depan diletakkan (Gambar 5).



**Keterangan gambar:**

- 1 Sumbu uji
- 2 Sisi kanan
- 3 Sisi kiri

Gambar 4 Cara penentuan sumbu uji



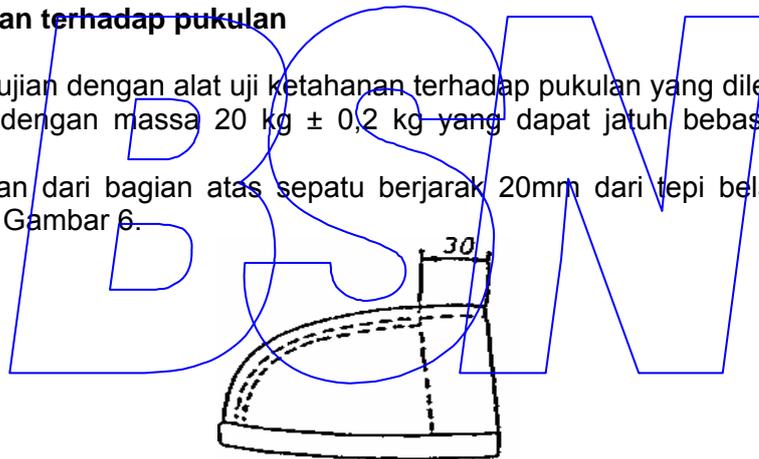
Keterangan gambar:

- 1 Sumbu uji
- 2 Alat ukur panjang

Gambar 5 Pengukuran panjang sisi-dalam pengeras depan

#### 7.2.2.2 Ketahanan terhadap pukulan

- a) Lakukan pengujian dengan alat uji ketahanan terhadap pukulan yang dilengkapi pemukul baja (*striker*) dengan massa  $20 \text{ kg} \pm 0,2 \text{ kg}$  yang dapat jatuh bebas dari ketinggian tertentu.
- b) Potong cuplikan dari bagian atas sepatu berjarak 20mm dari tepi belakang pengeras depan seperti Gambar 6.



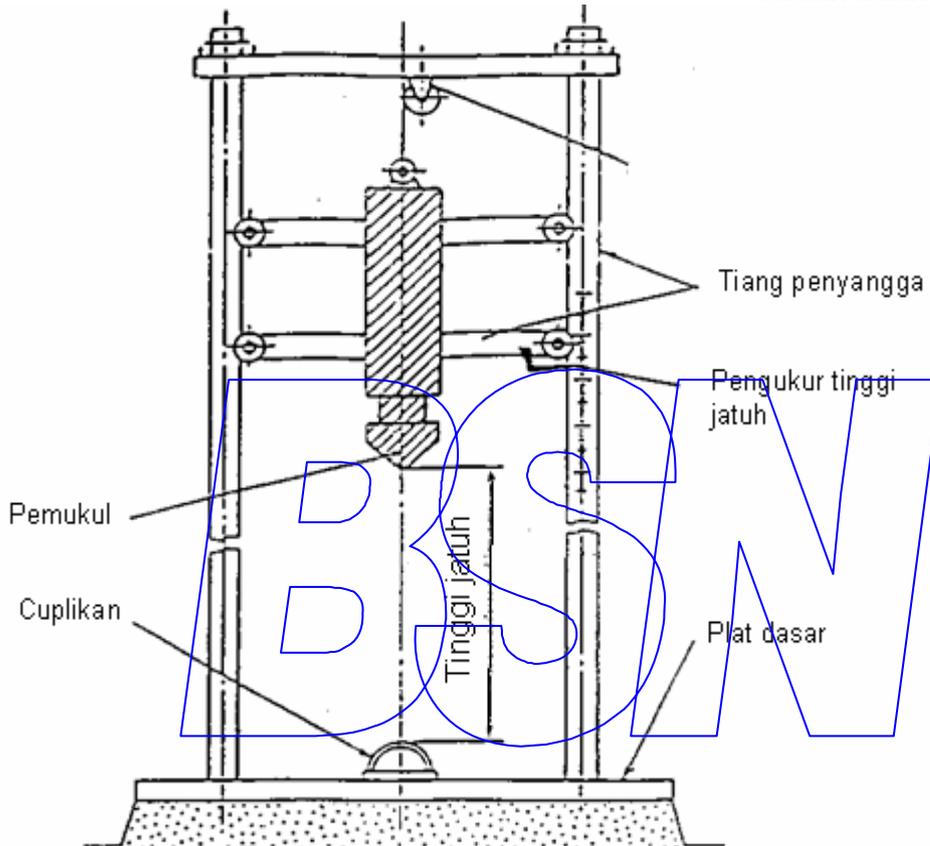
Gambar 6 Cuplikan ketahanan terhadap pukulan

- c) Pasang cuplikan pada alat uji dan kencangkan penjepit sehingga cuplikan tidak dapat bergeser sewaktu alat pemukul jatuh di atas sumbu uji sepatu. Atur dan kencangkan penjepit agar cuplikan sejajar dengan bidang datar dari sol dalam.
- d) Masukkan *wax* atau *oil clay* yang berdiameter 20mm di atas sol dalam dan bagian atas pengeras depan sedemikian rupa sehingga tepi atas *oil clay* menyentuh bagian atas pengeras depan. Sisipkan aluminium foil di atas *oil clay* agar *oil clay* tidak melekat pada pengeras depan apabila dilakukan pengujian. Alat uji ketahanan terhadap pukulan seperti tertera pada Gambar 7.
- d) Sisipkan aluminium foil di atas *oil clay* agar *oil clay* tidak melekat pada pengeras depan apabila dilakukan pengujian.
- e) Jatuhkan pemukul baja dari ketinggian  $\pm 100\text{cm}$  sehingga memberikan tenaga pukulan sebesar 200 J.
- f) Ambil *oil clay* dan ukur tingginya dibagian titik terendah. Nilai tersebut merupakan jarak minimal ruang antara pengeras depan dengan sol dalam.

7.2.2.3 Ketahanan terhadap tekanan

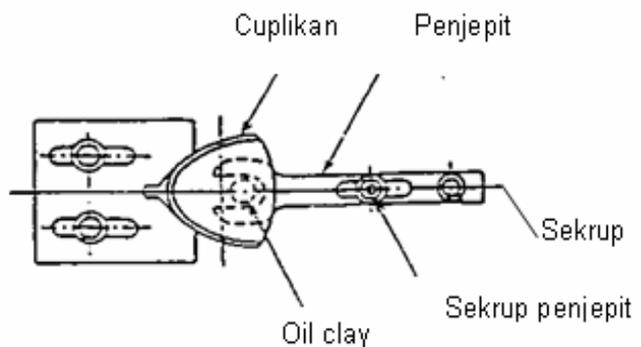
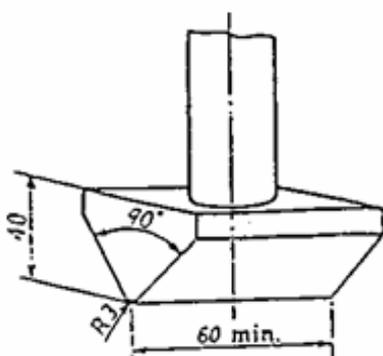
- a) Lakukan pengujian dengan alat uji ketahanan. Alat terdiri dari dua pelat penekan baja yang permukaannya halus dan rata serta tetap dalam posisi sejajar selama pengujian dilakukan. Kepala pelat penekan mempunyai diameter 75 mm.
- b) Potong cuplikan sepanjang  $\pm 39$  mm dari sepatu, dengan bagian depan (*vamp*) dan pelapisnya (*lining*) masih tersisa seperti pada Gambar 8.

satuan dalam milimeter



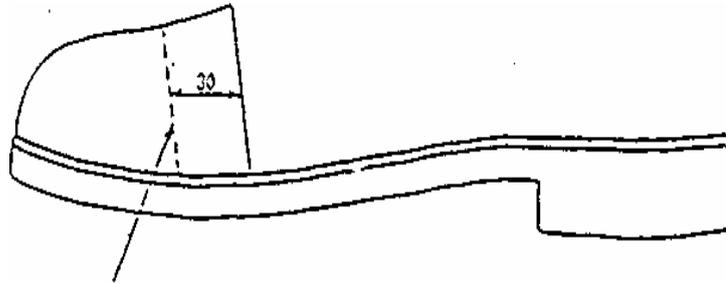
Detail gambar ujung pemukul

Detail gambar bagian penjepit



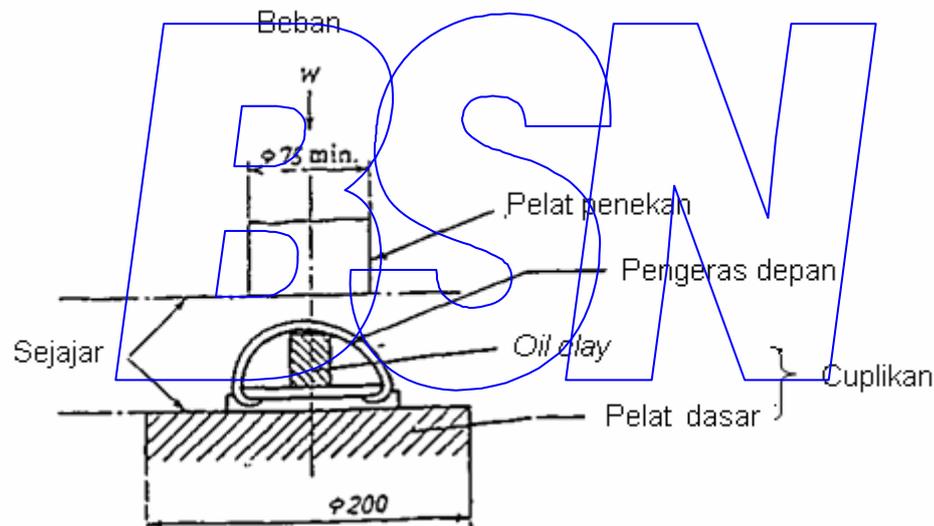
Gambar 7 Uji ketahanan terhadap pukulan

satuan dalam milimeter



**Gambar 8** Bentuk cuplikan ketahanan terhadap tekanan

Tatakan bila ada, dibiarkan tetap di tempatnya. Letakkan bagian jari pada ujung cuplikan di atas plat dasar sedemikian rupa sehingga bagian tertinggi dari pengeras depan terletak pada sumbu beban dari pelat penekan seperti Gambar 9.



**Gambar 9** Alat uji ketahanan terhadap tekanan

- Sisipkan *oil clay* (wax) yang berbentuk silinder dengan diameter 25 mm di antara sol dalam dan bagian tertinggi dari bagian belakang pengeras depan sehingga tinggi *oil clay* sama dengan tinggi bagian belakang pengeras depan. Lapsi *oil clay* dengan aluminium foil agar *oil clay* tidak melekat pada pengeras depan apabila dilakukan pengujian.
- Tekan cuplikan dengan tenaga kompresi sebesar 15 kN. Ambil *oil clay* dan ukur tingginya di bagian titik terendah. Nilai tersebut merupakan jarak minimal antara pengeras depan dengan sol dalam.

#### 7.2.2.4 Ketahanan terhadap korosi

- Ambil pengeras depan dari dalam sepatu atau pengeras depan baru sebagai cuplikan. Masukkan cuplikan kedalam bejana dan tuangkan larutan NaCl 1% (b/b) sampai terendam dengan kedalaman 150mm. Tutup bejana dengan lembaran plastik untuk mengurangi penguapan.

## SNI 12-7079-2005

- b) Diamkan cuplikan terendam selama 7 (tujuh) hari. Buang larutan NaCl dan amati cuplikan terhadap adanya tanda korosi. Apabila cuplikan menunjukkan tanda korosi, ukur jumlah tanda korosi dan luasnya dalam mm<sup>2</sup>.

### 7.3 Bagian atas sepatu

#### 7.3.1 Kekuatan sobek

Sesuai SNI 06-1794-1990, *Cara uji kekuatan sobek dan kekuatan sobek lapisan kulit.*

#### 7.3.2 Kekuatan tarik

Sesuai SNI 06-1795-1990, *Cara uji kekuatan tarik dan kemuluran kulit.*

### 7.4 pH

Berdasarkan SNI 06-0646-1989, *Cara uji pH kulit tersamak.*

### 7.5 Lapis

Kekuatan sobek lapis bagian depan dan bagian samping.

Berdasarkan SNI 06-1794-1990, *Cara uji kekuatan sobek dan sobek lapisan kulit.*

### 7.6 Lidah

#### 7.6.1 Kekuatan sobek

Berdasarkan SNI 06-1794-1990, *Cara uji kekuatan sobek dan sobek lapisan kulit.*

#### 7.6.2 pH

Sesuai SNI 06-0646-1989, *Cara uji pH kulit tersamak.*

### 7.7 Sol dalam

#### 7.7.1 Tebal

Berdasarkan SNI 06-0462-1989, *Mutu dan cara uji karton kulit (leather board), sub pasal 5.2.1: Tebal.*

#### 7.7.2 pH

Berdasarkan SNI 06-0646-1989, *Cara uji pH kulit tersamak.*

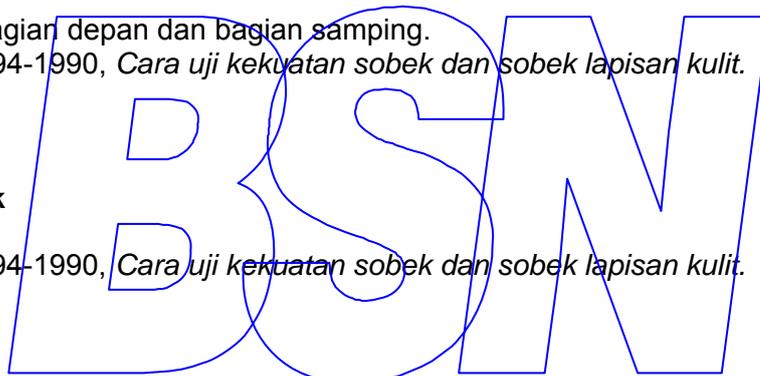
#### 7.7.3 Penyerapan air dan penguapan air

##### 7.7.3.1 Persiapan cuplikan

Potong cuplikan sol dalam dengan ukuran 50mm ± 1mm dan kondisikan pada suhu (25 °C ± 2 °C dan kelembaban relatif 50% - 65% selama 24 jam.

##### 7.7.3.2 Penyerapan air

- a) Timbang cuplikan dengan timbangan yang mempunyai ketelitian 0,01 g dan catat beratnya ( $m_0$ ).



- b) Masukkan cuplikan ke dalam air suling pada suhu  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 8 jam. Kemudian angkat, keringkan dari tetesan air dengan menggunakan kertas saring, timbang dan catat beratnya ( $m_F$ ).
- c) Hitung penyerapan air, ( $A_W$ ) sebagai persentase berat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$A_W = \frac{m_F - m_0}{M_0} \times 100\%$$

dengan:

$m_0$  adalah berat awal cuplikan, dalam keadaan kering, dinyatakan dalam gram (g);

$m_F$  adalah berat akhir cuplikan, dalam keadaan basah, dinyatakan dalam gram (g).

Lakukan penyerapan air dengan ketelitian 0,1%.

### 7.7.3.3 Penguapan air

- a) Setelah uji penyerapan airnya, kondisikan cuplikan pada suhu  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban relatif 50% - 60%, selama 16 jam.
- b) Timbang dan catat beratnya,  $m_g$ .
- c) Hitung penguapan air,  $D_W$  sebagai persentase berat dengan menggunakan persamaan berikut:

$$D_W = \frac{m_F - m_g}{m_F - m_0} \times 100\%$$

dengan:

$m_0$  adalah berat awal cuplikan, pada keadaan kering, dinyatakan dalam gram (g);

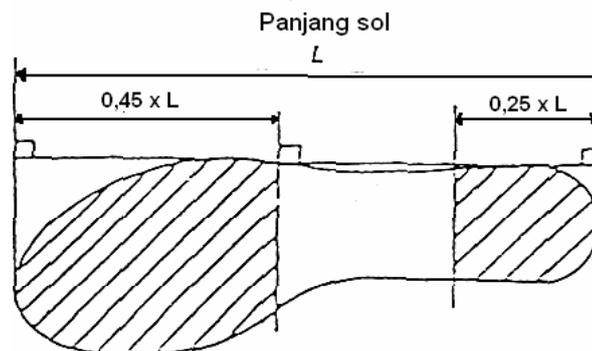
$m_F$  adalah berat akhir cuplikan, pada keadaan basah, dinyatakan dalam gram (g);

$m_g$  adalah berat cuplikan setelah dikondisikan kembali, dinyatakan dalam gram (g).

## 7.8 Sol luar

### 7.8.1 Area kembangan sol

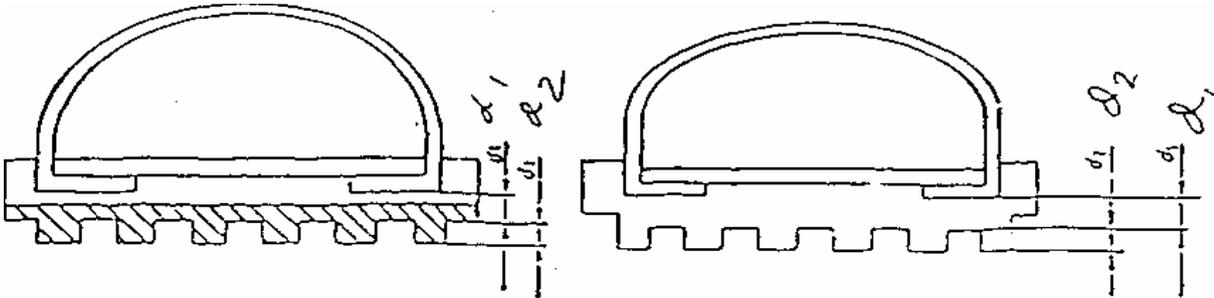
- a) Ukur panjang sol mulai dari ujung depan sampai belakang hak.
- b) Tentukan area kembangan sol dengan mengukur panjang kembangan sol di bagian telapak sol dan bagian hak, seperti pada Gambar 10.
- c) Bagian telapak sol harus mempunyai area kembangan sol sepanjang 0,45 kali panjang sol, sedangkan bagian hak harus mempunyai area kembangan sol sepanjang 0,25 kali.



Gambar 10 Area kembangan sol luar

**7.8.2 Tebal**

Ukur tebal sol tanpa kembangan ( $d_1$ ) dan tebal kembangan sol ( $d_2$ ) di berbagai titik dengan alat ukur tebal yang mempunyai ketelitian 0,1 mm seperti Gambar 11. Lakukan 3 (tiga) kali pengukuran dan hasilnya dirata-rata.



**Keterangan gambar:**

- $d_1$  tebal sol tanpa kembangan
- $d_2$  tebal kembangan sol

**Gambar 11 Tebal sol**

**7.8.3 Kekuatan sobek**

Berdasarkan SNI 06-1794-1990, *Cara uji kekuatan sobek dan kekuatan sobek lapisan.*

**7.8.4 Ketahanan kikis**

Berdasarkan SNI 12-0778-1989, *Sol karet cetak, sub pasal 5.1.7, Ketahanan kikis.*

**7.8.5 Ketahanan terhadap perluasan sobekan**

Berdasarkan SNI 12-1848-1990, *Sepatu bot dari PVC.* Dengan catatan bengkukan dilakukan 30.000 kali.

**7.8.6 Ketahanan terhadap minyak pelumas**

- a) Potong cuplikan dari bagian sol luar dengan ukuran diameter  $16 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  dan tebal  $4 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ . Untuk sol dua lapis (*two layer*) potong cuplikan termasuk lapisan kedua yang tidak terpisahkan.
- b) Timbang di udara berat cuplikan mula-mula ( $m_1$ ), timbang pula di dalam air cuplikan mula-mula ( $m_2$ ) dengan menggunakan alat densimeter dengan ketelitian 0,01 g.
- c) Rendam cuplikan dalam minyak pelumas (2,2,4 trimetilpentana/iso oktan) pada suhu  $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  selama  $22 \text{ jam} \pm 0,25 \text{ jam}$ . Pada akhir pengujian, ambil cuplikan dan keringkan dengan kertas saring.
- d) Timbang di udara berat cuplikan setelah perendaman ( $m_3$ ), timbang di dalam air berat cuplikan setelah perendaman ( $m_4$ ). Ukur perubahan volumenya dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Perubahan volume} = \frac{(m_4 - m_3) - (m_2 - m_1)}{m_2 - m_1} \times 100\%$$

dengan:

- $m_1$  adalah berat cuplikan mula-mula (g), penimbangan di udara;
- $m_2$  adalah berat cuplikan mula-mula (g), penimbangan di dalam air;
- $m_3$  adalah berat cuplikan setelah perendaman (g), penimbangan di udara;
- $m_4$  adalah berat cuplikan setelah perendaman (g), penimbangan di dalam air.

### 7.8.7 Ketahanan terhadap hidrolisis

- a) Lakukan hidrolisis dengan alat *waterbath* bertutup yang dilengkapi kran pengatur air.
- b) Potong cuplikan dengan ukuran panjang 150mm, lebar 25mm dan tebal 6mm. Pasang cuplikan di atas permukaan air dalam *waterbath* sehingga seluruh permukaan cuplikan terkena uap.
- c) Atur *waterbath* pada suhu  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama tujuh hari 7 jam x 24 jam sehingga terbentuk uap jenuh. Atur kran pengatur air sehingga air menetes ke dalam *waterbath* guna menjaga permukaan air dalam *waterbath* tetap.
- d) Tetesan air kran sedemikian rupa sehingga suhu *waterbath* konstan. Jumlah cuplikan dalam *waterbath* maksimum 10 % dari kapasitas *waterbath*. Pada akhir hidrolisis ambil cuplikan dan kondisikan dalam desikator selama 24 jam.
- e) Lakukan pengujian ketahanan terhadap perluasan sobekan sesuai dengan SNI 12-1848-1990, *Sepatu bot dari PVC*.

## 8 Syarat lulus uji

Suatu contoh sepatu pengaman dari kulit dengan sol poliuretan dan termoplastik poliuretan sistem cetak injeksi dinyatakan lulus uji apabila memenuhi persyaratan pada butir 5.

## 9 Syarat penandaan

Sepatu pengaman dari kulit dengan sol poliuretan dan termoplastik poliuretan sistem cetak injeksi harus diberi tanda pengenal meliputi:

- a. merek;
- b. ukuran.

## Bibliografi

SNI 12-0111-1987, *Mutu sepatu pengaman dari kulit dengan sol karet sistem cetak vulkanisasi.*

SNI 12-0392-1989, *Istilah dan definisi bagian-bagian sepatu serta cara pembuatan sepatu.*

SNI 08-1508-1989, *Cara uji benang jahit untuk barang kulit.*

AS/NZS 2210.2: 2000, *Occupational protective footwear part 2: Requirement and test methods.*

B. Venkatappaiah, *Introduction to the Modern Footwear Technology*, Chennai, 1997.

George Grainger, *Footwear Open Tech Unit*, Module 20, Lasting and Making – Welted.

ISO 8782-8: 2000, *Safety, protective and occupational footwear for profesional use - Part 8: Additional specifications for occupational footwear.*

ISO 5423: 1992, *Moulded plastics footwear – Lined or unlined polyurethane boots for general industrial use-Specification.*

ISO 2440: 1997, *Flexible and rigid cellular polymeric materials – Accelerated ageing tests.*

ISO 471: 1995, *Rubber - Temperatures, humidities and times for conditioning and testing.*

BSN