



Terbit online pada laman web jurnal : <http://jurnal.sttp-yds.ac.id>

SAINSTEK
(e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



ANALISIS KEKUATAN MATERIAL KARET 79 – 81 D AKIBAT PENGARUH KELENTURAN

Weriono

Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, JL Dirgantara, Pekanbaru

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 04 April 2021

Revisi Akhir: 28 Mei 2021

Diterbitkan Online: 17 Juni 2021

KATA KUNCI

Hardness

Kelenturan

Stress

KORESPONDENSI

Telepon : 08116356924

E-mail: weriono@gmail.com

A B S T R A C T

Karet mempunyai elastisitas dan ketahanannya yang cukup tinggi dan salah satu yang paling serbaguna dalam bahan teknik, Bahan ini merupakan pilihan yang sangat baik untuk komponen pengikat, penyekat dan anti getaran praktis. Perilakunya terhadap waktu menjadi masalah yang tidak diinginkan dalam aplikasi. Ketika regangan konstan diterapkan pada bahan karet, tegangan diatur secara bertahap dan menurun seiring berjalannya waktu yang dikenal sebagai relaksasi *stress*

Simulasi dengan menggunakan software Ansys terhadap lembaran karet mempunyai lebar 30 mm, 40 mm dan 50 mm. Untuk pemrosesan analisa dilakukan *constrain* searah sumbu – X, Y dan Z (*all dof*) pada daerah yang tidak mengalami pengaruh gaya gravitasi ke lembaran karet. Strip karet 30 mm dengan pemberian beban gaya gravitasi 20,4 grm (0,0204 kg) pengukuran pada panjang 100 mm, 40 mm beban gaya gravitasi 2,72 grm (0,0272 kg), 50 mm beban gaya gravitasi 3,40 grm (0,0340 kg).

Kelenturan lembaran karet hardness 79 – 81 D dengan ukuran lebar 50 mm tebal 6,8 mm lebih lentur sebesar 7,8 mm, simulasi 8,049 mm dan tegangan maksimum sebesar 2,571 M.Pa dari pada lebar 30 mm dan lebar 40 mm. Tegangan maksimum mendekati tumpuan yang diberikan dan kelenturan lembaran karet terjadi pada 50% daerah dari titik terberat lembaran karet.

1. PENDAHULUAN

Karet mempunyai elastisitas dan ketahanannya yang cukup tinggi dan salah satu yang paling serbaguna dalam bahan teknik, Bahan ini merupakan pilihan yang sangat baik untuk komponen pengikat, penyekat dan anti getaran praktis. Perilakunya terhadap waktu menjadi masalah yang tidak diinginkan dalam aplikasi. Ketika regangan konstan diterapkan

pada bahan karet, tegangan diatur secara bertahap dan menurun seiring berjalannya waktu yang dikenal sebagai relaksasi *stress* [1]. Ini sangat penting untuk menyelidiki keandalan jangka panjang dan keawetan bahan karet terhadap karakteristik relaksasi tegangan.

Beberapa peneliti mengusulkan beberapa formula material dan metode fabrikasi untuk meningkatkan ketahanan

karakteristik terhadap waktu dari bahan karet dengan graphene oxide [2], karbon pengisi hitam [3], montmorilonit yang dimodifikasi secara organik [4] dan bahan yang dimodifikasi komposit [5]. Karet alam yang dibuat dalam penelitian ini sebagai material lembaran diproses dengan menambahkan 30% – 40% belerang, karbon hitam dan zat pewarna kemudian dicampurkan serta dibentuk dengan tekanan dan divulkanisasi oleh reaksi penyilangan sambil dipanaskan untuk mendapatkan bentuk cetakan.

Ban sangat tinggi produk rekayasa dengan desain yang sangat canggih, ini terdiri dari beberapa komponen seperti tapak, lapisan dalam, dinding samping, bahu, manik, lapis, dll. [6]. Beberapa metode yang tersedia dalam literatur untuk menilai ketahanan tusukan komposisi karet dan pengujian ini diterapkan kabel untuk membran elastomer [7], sarung tangan medis, pelindung pakaian [8] [12], dll. Metode pengujian dengan mengambil keuntungan untuk mempelajari dan mengevaluasi penetrasi ketahanan komposisi karet. Deskripsi detail dari metode ini telah dibahas di artikel lain [9] [10] [11].

Proses pencetakan sesuai dengan ketebalan yang diinginkan yaitu lembaran karet ketebalan 5 mm sesuai standard material yang diinginkan dilapis – lapis kemudian dilakukan penekanan serta pemanasan sesuai cetakan yang sudah dipola (pattern). Karet alam yang diinginkan adalah material yang tidak terlalu mempunyai kekerasan terlalu rendah (kekakuan tinggi) dan mempunyai harga ke ekonomisan untuk dapat

digunakan sehingga dipilih karet alam *hardness* 79 – 80.

Oleh karena itu optimisasi dari desain untuk meningkatkan kekuatan mekanik dari stabilitas dan fleksibilitas akan diselidiki tanpa mengabaikan biaya produksi serta penampilan. Dengan dilandasi pada latar belakang di atas peneliti memandang perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui respon kelenturan karet tanpa pembebanan dengan beban gravitasi.

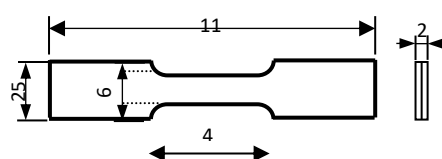
Analisa numerik dengan menggunakan software berbasis elemen hingga yaitu Ansys untuk melihat respon yang diterima lembaran karet. Tujuan dari penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh perilaku mekanik dari stabilitas karet lembaran akibat beban gravitasi beat karet yang bekerja dan melihat respon dengan simulasi komputer. Memberi kekayaan dari karet alam secara eksperimen sedemikian rupa sehingga data dapat digunakan dalam pendekatan simulasi menggunakan metode elemen hingga.

2. Metode

2.1 Bahan

2.1.1 Spesiemen Uji Tarik

Untuk mendapatkan sifat mekanik material karet alam *hardness* skala D 79 – 80 tersebut, maka terlebih dahulu disiapkan spesimen berbentuk jomini dan karet untuk diuji statik. Prosedur pembuatan spesimen jomini dan karet meliputi dua proses utama, yakni persiapan dan pembentukan.



Gambar 2.1 Spesiemen Uji Tarik Statik Material Karet (mm)

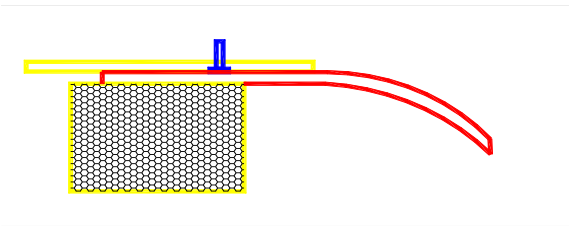
2.1.2 Berat jenis karet

Tujuan pengukuran ini untuk mendapatkan berat jenis dengan mengukur massa dan volume karet. Volume dari karet tersebut didapat dengan cara menghitung selisih dari volume gelas ukur yang telah dimasukkan karet dan air. Nilai volume dan massa setiap porsi dipakai menghitung berat jenis material, memakai per, berat jenis = massa / volume

2.2 Pengujian dan Simulasi

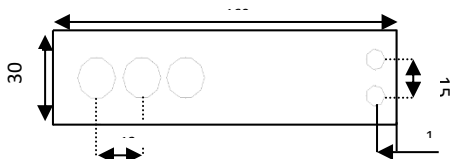
2.2.1 Uji Kelenturan lembaran karet diberi jarak lubang

Pembentukan lembaran (strip) karet yang sudah dibentuk sesuai gambar 2.3 dimana karet dalam bentuk lembaran diukur kekakuan dan kelenturan lembaran karet berdasarkan gaya berat sesuai gambar 2.2.

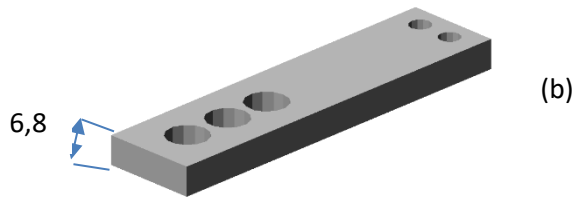


Gambar 2.2 Uji Kelenturan Pengaruh Gravitasi pada Kelenturan Strip Karet

Lembaran karet tebal 6,8 mm di letakkan pada bidang datar kemudian ditumpu, variasi pengukuran dilakukan dengan cara mengukur panjang stirp. Pengukuran dilakukan dengan variasi lebar lembaran karet 30 mm, 40 mm dan 50 mm.



(a)



(b)

Gambar 2.3 a). Desain dimensi karet, b) 3D (mm)



Gambar 2.4 Lembaran karet dilubangi

Gambar 2.4 menampilkan strip karet mempunyai tebal 6,8 mm yang telah terbentuk sesuai ukuran yang diinginkan kemudian dibuat 3 buah lubang untuk digunakan sebagai pengikat antara strip karet dan base karet. Setiap lubang dibuat dengan ukuran diameter 8 mm dengan jarak lubang sesuai gambar 2.3.

2.2.2 Uji Tarik Karet

Spesimen karet di tunjukkan pada Gambar 2.5 kemudian karet yang sudah diproduksi berupa bentuk lembaran dicetak sesuai ukuran yang telah ditentukan. Metode kerjanya adalah material karet dipotong dengan menggunakan cetakan sesuai standard ASTM D412 (gambar 2.1).



Gambar 2.5 Pemasangan Spesiemen Uji Material Karet (mm)

Spesiemen uji tarik dipasangkan ke pengikat uji tensile, kecepatan uji tarik 50 mm/menit dan dipasang kertas grafik ke *plotter* untuk mencatat pergerakan gaya terhadap *elongation* (gambar 2.5).

2.2.3 Simulasi

Simulasi dengan menggunakan software Ansys terhadap lembaran karet mempunyai lebar 30 mm, 40 mm dan 50 mm. Untuk pemrosesan analisa dilakukan *constrain* searah sumbu – X, Y dan Z (*all dof*) pada daerah yang tidak mengalami pengaruh gaya gravitasi ke lembaran karet. Strip karet 30 mm dengan pemberian beban gaya gravitasi 20,4 grm (0,0204 kg) pengukuran pada panjang 100 mm, 40 mm beban gaya gravitasi 2,72 grm (0,0272 kg), 50 mm beban gaya gravitasi 3,40 grm (0,0340 kg).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sifat mekanik karet alam

3.1.1 Pengukuran berat jenis karet

Tujuan pengukuran ini untuk mendapatkan berat jenis dengan mengukur berat dan volume lembaran karet diukur untuk menghitung massa jenis material (ρ). Data ini diperlukan sebagai masukkan untuk simulasi komputer. Tabel 3.1 menunjukkan perhitungan berat jenis yang memakai metode pengujian. Berat jenis = massa

/ volume, Pengujian dilakukan dengan memakai 2 sampel karet.

Tabel 3.1 Pengujian Berat Jenis Karet

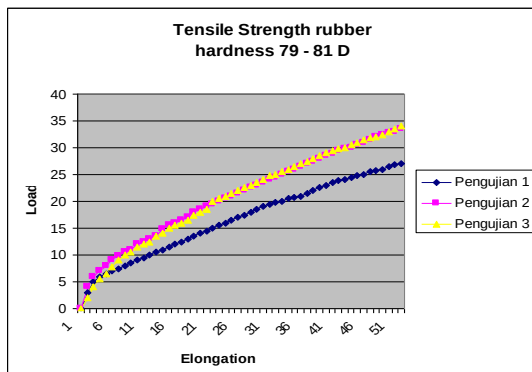
Metode	Strip Karet (Hardnes 79 – 81 D)		
	M(g)	V(cm ³)	D(g/cm ³)
Observasi	2,91	2,8	1,077
	4,65	2,8	1,097
Rata – rata berat jenis	1,087	Rata – rata berat jenis	1,087
Dimana M = massa, V = volume, D = massa jenis			

3.1.2 Pengujian Tarik Statik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengukur titik *yield stress*, titik *ultimate stress*, titik *breake* dan *elongation* dari karet kemudian didapat *stress*, *strain* dan *modulus young* material. Pengujian tarik ini didapat grafik gaya terhadap *elongation* yang terjadi. Material karet yang diuji menggunakan *Standard American Society for Testing Material* (ASTM D 412) dengan kecepatan uji: 50 mm/menit dan beban set : 100 kgf

Pengujian I menghasilkan beban maksimum 6,74 kg dan *stroke* 334,79 lebih rendah dibandingkan dengan pengujian II menghasilkan beban maksimum 9,11 kg dan *stroke* 386,71 serta pengujian III menghasilkan 9,75 kg dan *stroke* 421,99 sehingga sampel kedua dan ketiga mempunyai kekuatan dan kelenturan lebih tinggi dari sampel pertama. Pengujian tarik memberikan perpanjangan yang ditunjukkan pada gambar 3.2 dimana spesiemen I lebih pendek perpanjangannya dari pada spesiemen II. Sedangkan spesiemen III lebih besar terjadi deformasi perpanjangannya dari spesiemen II

dan posisi patahan terhadap karet yang telah putus ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.2 Hasil Uji Tarik (Load (kgf) vs Elongation (mm))

Posisi patahan pada pada spesiemen karet untuk tensile disini terlihat dalam posisi miring dan necking dari spesiemen kurang dapat terlihat atau terukur dikarenakan pada daerah patahan bahan material kembali ke seperti semula karena sifat karet tersebut yang elastis yang dapat kembali ke bentuk semula.

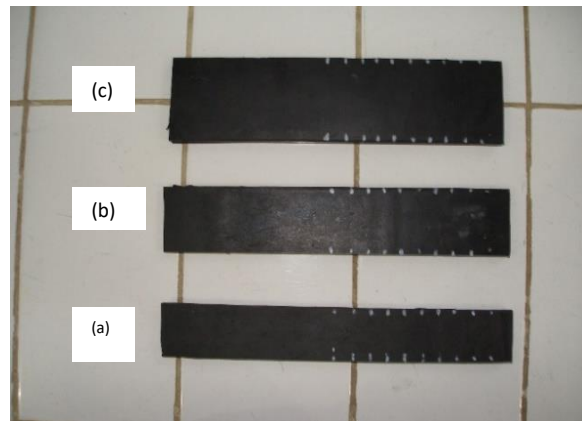


Gambar 3.3 Patahan Spesiemen Uji Tarik

3.3 Pengaruh lembaran karet akibat gaya gravitasi

Kelenturan dari strip marka kerucut dapat dilakukan dengan pengujian memberikan gaya gravitasi ke karet strip dengan panjang 100 mm setiap pajang dari strip karet mempunyai berat sehingga pengaruh gaya gravitasi berubah – ubah sesuai panjang karet strip. Tujuan dari pengujian

ini adalah untuk melihat pengaruh fleksibilitas strip pada setiap panjangnya akibat dari berat strip base itu sendiri terhadap gaya gravitasi yang terjadi. Pengukuran dilakukan dengan variasi lebar strip karet 30 mm, 40 mm, dan 50 mm (gambar 3.4).



Gambar 3.4 Karet Strip a).Lebar 30 mm,(b) Lebar 40 mm, (c) Lebar 50 mm

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur titik ujung strip karet sesuai metode kerja sehingga di dapat kelenturan ditunjukkan gambar 3.5. Setiap titik acuan diukur dengan mengukur penurunan strip karet terhadap bidang datar setelah itu dicatat. Pengukuran dilakukan terhadap pertambahan panjang strip karet pengukuran dilakukan terhadap lebar 30 mm, 40 mm dan 50 mm dengan metode pengujian yang sama.

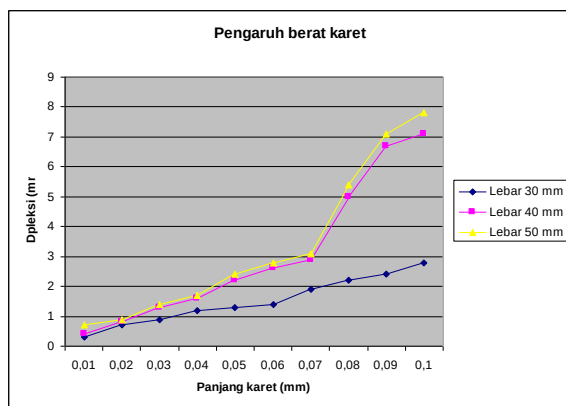


Gambar 3.5 Pengujian Kelenturan Karet Strip

Tabel 3.2 menunjukkan pengukuran kelenturan yang diukur dari panjang strip terhadap gaya gravitasi diakibatkan pengaruh berat dari strip karet.

Tabel 3.2 Kelenturan karet akibat gravitasi

Tanpa beban (m)	Kelenturan (mm)			Beban Gravitasi (grm)		
	W30 (42,60 g)	W40 (62,02g)	W50 (90,38g)	W30	W40	W50
0,01	0,3	0,4	0,7	2,04	2,72	3,4
0,02	0,7	0,8	0,9	4,08	5,44	6,8
0,03	0,9	1,3	1,4	6,12	8,16	10,2
0,04	1,2	1,6	1,7	8,16	10,88	13,6
0,05	1,3	2,2	2,4	10,20	13,6	17,0
0,06	1,4	2,6	2,8	12,24	16,32	20,4
0,07	1,9	2,9	3,1	14,28	19,04	23,8
0,08	2,2	5,0	5,4	16,32	21,76	27,2
0,09	2,4	6,7	7,1	18,36	24,48	30,6
0,1	2,8	7,1	7,8	20,4	27,2	34



Gambar 3.6 Pengukuran Kelenturan Strip

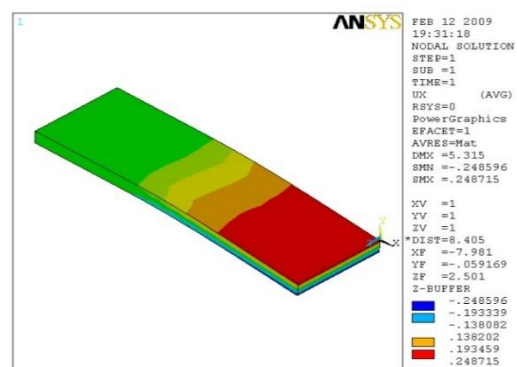
Pengukuran dilakukan pada strip karet lebar 30 mm, 40 mm, dan 50 mm diukur ketinggian kelenturannya terhadap bidang datar. sesuai dengan metode pengujian sehingga mendapatkan kelenturan dari karet strip (gambar 3.6).

Gambar 3.6 menunjukkan bahwa strip karet dengan mempunyai lebar 30 mm tebal 6,8 mm mempunyai kelenturan yang cukup rendah dari pada lebar 40 mm dan 50 mm dengan tebal yang sama. Kelenturan 40 mm mempunyai kelenturan yang dengan lebar 50 mm yang dapat dilihat dari pergerakan hasil pengukuran.

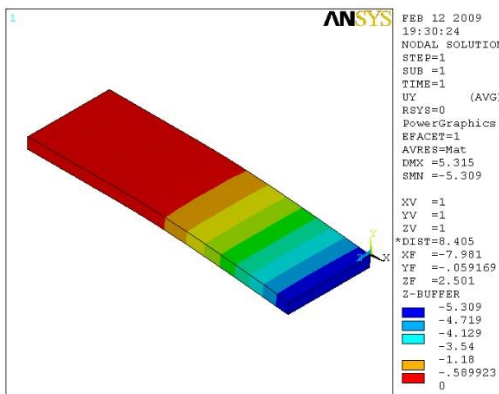
3.4 Analisa pengaruh strip karet akibat gaya gravitasi dengan pendekatan simulasi Komputer

Simulasi komputer bertujuan untuk mengklarifikasi atau pemecahan masalah pada pembebanan beban maksimum. Dalam hal ini perlu disimulasikan pengaruh berat dari strip karet itu sendiri yang menyatakan kelenturan dari strip karet tersebut. Simulasi dengan menggunakan *software Ansys* terhadap strip karet mempunyai lebar 30 mm, 40 mm dan 50 mm. Untuk pemrosesan analisa dilakukan *constrain* searah sumbu – X, Y dan Z (all dof) pada daerah yang tidak mengalami pengaruh gaya gravitasi ke lembaran karet.

Gambar 3.7 menampilkan strip karet 30 mm dengan pemberian beban gaya gravitasi 20,4 grm (0,0204 kg) pengukuran pada panjang 100 mm sehingga didapat kelenturan searah sumbu – X maksimum tertarik searah sumbu X sebesar 0,24 mm yang terjadi pada lapisan atas karet sehingga dapat mengakibatkan kerusakan material karet.

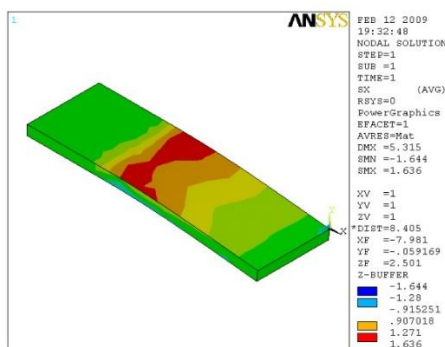
Gambar 3.7 Strip 30 mm Pengaruh Gaya Gravitasi (*Displacement – X*)

Gambar 3.8 menampilkan strip karet 30 mm dengan pemberian beban gaya gravitasi 20,4 grm (0,0204 kg) sehingga didapat kelenturan searah sumbu – Y maksimum 5,309 mm sedangkan metode pengujian pengukuran pada panjang 100 mm menghasilkan 2,8 mm.



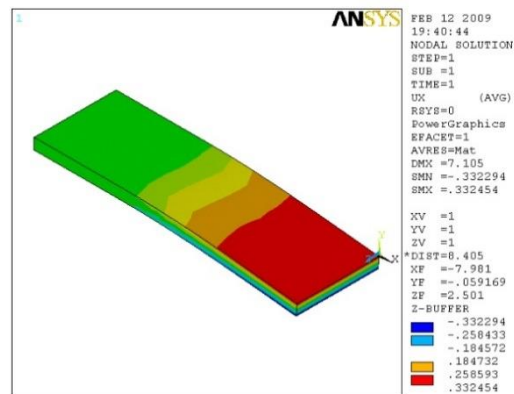
Gambar 3.8 Strip 30 mm Pengaruh Gaya Gravitasi (*Displacement – Y*)

Gambar 3.9 menunjukkan tegangan terbesar pada daerah yang ditumpu yang menghasilkan $1,636 \text{ N/mm}^2 = 1,636 \text{ M.Pa}$ yang terkonsentrasi tegangan maksimum pada daerah yang ditumpu sedangkan daerah dengan kelenturan tertinggi yaitu pada daerah ujung mengalami tegangan searah sumbu X (tegangan tekan) sebesar $1,644 \text{ N/mm}^2 = 1,644 \text{ M.Pa}$



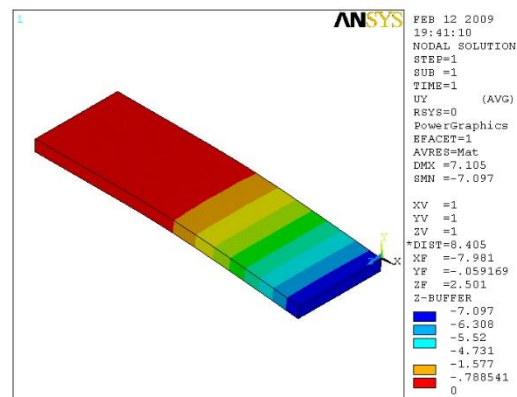
Gambar 3.9 Strip 30 mm Pengaruh Gaya Gravitasi (*Stress sb– X*)

Gambar 3.10 menampilkan strip karet 40 mm dengan pemberian beban gaya gravitasi 2,72 grm (0,0272 kg) pengukuran pada panjang 100 mm sehingga didapat kelenturan searah sumbu – X maksimum tertarik searah sumbu X sebesar 0,332 mm yang terjadi pada lapisan atas karet sehingga dapat mengakibatkan kerusakan material karet.



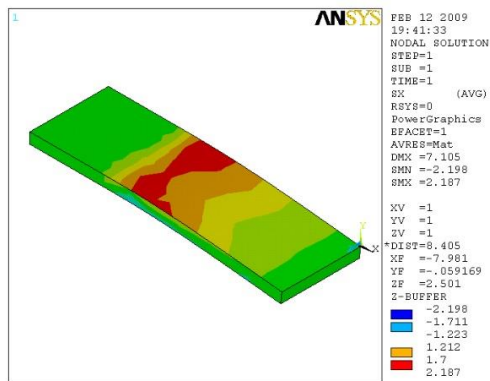
Gambar 3.10 Strip 40 mm Pengaruh Gaya Gravitasi (*Displacement sb– X*)

Gambar 3.11 menampilkan strip karet 40 mm dengan pemberian beban gaya gravitasi 2,72 grm (0,0272 kg) sehingga didapat kelenturan searah sumbu – Y maksimum 7,097 mm sedangkan metode pengujian pengukuran pada panjang 100 mm menghasilkan 7,1 mm.



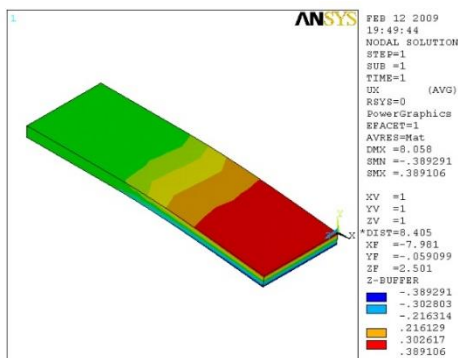
Gambar 3.11 Strip 40 mm Pengaruh Gaya Gravitasi (*Displacement sb– Y*)

Gambar 3.12 menunjukkan tegangan terbesar pada daerah yang ditumpu yang menghasilkan $2,187 \text{ N/mm}^2 = 2,187 \text{ M.Pa}$ yang terkonsentrasi tegangan maksimum pada daerah yang ditumpu sedangkan daerah dengan kelenturan tertinggi yaitu pada daerah ujung mengalami tegangan searah sumbu X (tegangan tekan) sebesar $2,198 \text{ N/mm}^2 = 2,198 \text{ M.Pa}$



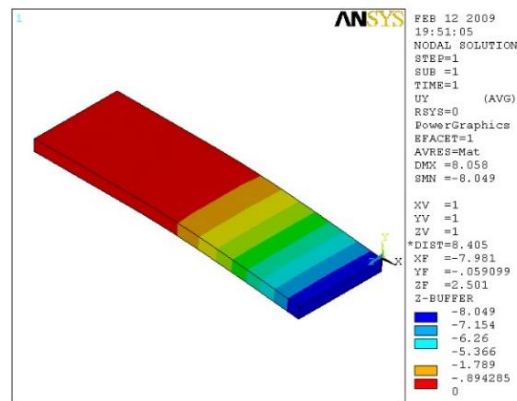
Gambar 3.12 Strip 40 mm Pengaruh Gaya Gravitasi (*Stress sb- X*)

Gambar 3.13 menampilkan strip karet 50 mm dengan pemberian beban gaya gravitasi 3,40 grm (0,0340 kg) pengukuran pada panjang 100 mm sehingga didapat kelenturan searah sumbu – X maksimum tertarik searah sumbu X sebesar 0,389 mm yang terjadi pada lapisan atas karet sehingga dapat mengakibatkan kerusakan material karet.



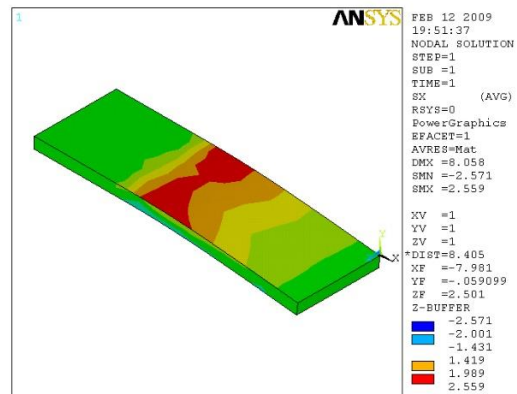
Gambar 3.13 Strip 50 mm Pengaruh Gaya Gravitasi (*Displacement sb- X*)

Gambar 3.14 menampilkan strip karet 50 mm dengan pemberian beban gaya gravitasi 3,40 grm (0,0340 kg) sehingga didapat kelenturan searah sumbu – Y maksimum 8,049 mm sedangkan metode pengujian menghasilkan 7,8 mm.



Gambar 3.14 Strip 50 mm Pengaruh Gaya Gravitasi (*Displacement sb- Y*)

Gambar 3.14 menunjukkan tegangan terbesar pada daerah yang ditumpu yang menghasilkan $2,559 \text{ N/mm}^2 = 2,559 \text{ M.Pa}$ yang terkonsentrasi tegangan maksimum pada daerah yang ditumpu sedangkan daerah dengan kelenturan tertinggi yaitu pada daerah ujung mengalami tegangan searah sumbu X (tegangan tekan) sebesar $2,571 \text{ N/mm}^2 = 2,571 \text{ M.Pa}$



Gambar 3.15 Strip 50 mm Pengaruh Gaya Gravitasi (*Stress sb- X*)

Kesimpulan

Kelenturan lembaran karet hardness 79 – 81 D dengan ukuran lebar 50 mm tebal 6,8 mm lebih lentur sebesar 7,8 mm, simulasi 8,049 mm dan tegangan maksimum sebesar 2,571 M.Pa dari pada lebar 30 mm dan lebar 40 mm. Tegangan maksimum mendekati tumpuan yang diberikan

dan kelenturan lembaran karet terjadi pada 50% daerah dari titik terberat lembaran karet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Johnson, W, *Impact Strength of Material*, Edward Arnold, London 1972
- [2] Cross, N. (1989) *Engineering Design Methods*: John Wiley & Sons.
- [3] Jones, J. C. (1984) *Developments in Design Methodology*: Wiley, Chichester.
- [4] Brannan, B. (1991) *Six sigma quality and DFA*: Boothroyd and Dewhurst DFMATM Insight2(1):1-3.
- [5] Dong Y., Ke Y., Zheng Z.(2017) *Effect of stress relaxation on sealing performance of the fabric rubber seal*, Compos. Sci. Technol. 151: 291-301.
- [6] C.T. Nguyen, T. Vu-Khanh, J. Lara, *Puncture characterization of rubber membranes*, Theor. Appl. Fract. Mech. 42 (2004) 25–33.
- [7] L.F. Leslie, J.A. Woods, J.G. Thacker, R.F. Morgan, W. McGregor, R.F. Edlich, *Needle puncture resistance of surgical gloves, finger guards, and glove liners*, J. Biomed. Mater. Res. 33 (1996) 41–46.
- [8] T.K. Ghosh, *Puncture resistance of pre-stained geotextiles and its relation to uniaxial tensile strain at failure*, Geotext. Geomembranes 16 (1998) 293–302.
- [9] A.K. Bhowmick, A. Baral, K. Vineet, S. Saha, A.S. Deuri, D.M. Vaidya, *Effect of parametric and compositional variables on the penetration resistance of rubber vulcanizates*, in: International Elastomer Conference 196th Technical Meeting-Fall 2019, ACS Rubber Division, Cleveland, OH, 2019, p. D30.
- [10] Roozenburg, N. F. M. & Eekels, J. (1991) *Product Design: Fundamentals and Methods*: John Wiley & Sons.
- [11] Ullman, D. G.. (1997) *The Mechanical Design Process*: McGraw-Hill, New York.
- [12] Yanagihara, N., *Theory of One Dimensional Elastic Wave for The Measurement of the Impact Force*, Bulletin of JSME, vol. 43, 1977, pp. 40 – 48.