

Hardness Test Analysis on ST 37 Steel Plate Material and Aluminum Using the Brinell Test Method

Franklin Taruyun Hudeardo Sinaga¹, Eka Putra Dairi Boangmanalu^{2*}, Angga Bahri Pratama³, Jandri Fan Ht Saragi⁴, Al Qadry⁵, Sahat⁶

^{1,2,4,5,6} Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

³Program Studi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Medan

Corresponding Author: Eka Putra Dairi Boangmanalu,

ekaboangmanalu@polmed.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords: Material, Hardness, Brinell, BHN

Received : 05, October

Revised : 10, November

Accepted: 15, December

©2023 Sinaga, Boangmanalu, Pratama, Saragi, Qadry, Sahat: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

One of the most frequently used methods of material testing is hardness testing. The aim of conducting research on material hardness is to determine the hardness value of the material specimens tested, namely ST 37 steel plate and aluminum plate. The test method is to use the Brinell hardness test where the values obtained during testing are from the force load, indenter diameter and pressure trace diameter and the pressure time that has been determined. By using testing tools such as hardness tester, mechanical caliper, indenter, flat file, stopwatch. And the materials used are ST 37 steel plate, aluminum plate and sandpaper. From the test results obtained we can calculate the Brinell hardness value of the test material. The value from the calculation of test data where the highest hardness value using the Brinell method (BHN) for ST 37 steel plate material is 256.992. Meanwhile, the highest hardness value using the Brinell method (BHN) for aluminum plate material is 55,182.

Analisa Uji Kekerasan pada Material Plat Baja ST 37 dan Aluminium dengan Metode Brinell Test

Franklin Taruyun Hudeardo Sinaga¹, Eka Putra Dairi Boangmanalu^{2*}, Angga Bahri Pratama³, Jandri Fan Ht Saragi⁴, Al Qadry⁵, Sahat⁶

^{1,2,4,5,6} Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

³Program Studi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Medan

Corresponding Author: Eka Putra Dairi Boangmanalu,

ekaboangmanalu@polmed.ac.id

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Material, Kekerasan, Brinell, BHN

Received : 05, October

Revised : 10, November

Accepted: 15, December

©2023 Sinaga, Boangmanalu, Pratama, Saragi, Qadry, Sahat: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Salah satu cara pengujian material yang paling sering dilakukan adalah pengujian kekerasan. Tujuan dari melakukan penelitian tentang kekerasan material adalah untuk mengetahui besaran nilai kekerasan dari material spesimen yang diuji yaitu plat baja ST 37 dan plat aluminium. Metode Pengujian yaitu dengan menggunakan pengujian kekerasan Brinell dimana nilai yang didapat saat pengujian dari beban gaya, diameter indentor dan jejak penekanan diameter serta waktu penekanan yang telah ditentukan. Dengan menggunakan alat pengujian seperti *hardness tester*, jangka sorong mekanik, indentor, kikir rata, stopwatch. Dan bahan yang digunakan yaitu plat baja ST 37, plat aluminium dan kertas amplas. Dari hasil pengujian yang didapat kita dapat menghitung nilai kekerasan brinell dari material uji. Nilai hasil penghitungan data hasil pengujian dimana nilai kekerasan tertinggi menggunakan metode brinell (BHN) untuk material plat baja ST 37 adalah 256,992. Sedangkan, nilai kekerasan tertinggi menggunakan metode brinell (BHN) untuk material Plat aluminium adalah 55,182.

PENDAHULUAN

Di era perindustrian saat ini khususnya industri logam, penilaian kualitas suatu bahan atau material logam merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan agar menentukan suatu produk memiliki nilai jual dipasaran. Oleh karena itu, untuk mengetahui kualitas suatu produk maka dilakukan pengujian terhadap material tersebut. Salah satu cara pengujian material yang paling sering dilakukan adalah pengujian kekerasan.

Kekerasan merupakan ukuran ketahanan bahan terhadap deformasi tekan. Deformasi yang terjadi dapat berupa kombinasi perilaku elastis dan plastis. Pada permukaan dari dua komponen yang saling bersinggungan dan bergerak satu terhadap lainnya akan terjadi deformasi elastis maupun plastis. Deformasi elastis kemungkinan terjadi pada permukaan yang keras, sedangkan deformasi plastis terjadi pada permukaan yang lebih lunak [Fauzan,2013].

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (Mechanical properties) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (frictional force), dalam hal ini bidang keilmuan yang berperan penting mempelajarinya adalah Ilmu Bahan Teknik (Metallurgy Engineering). Pengujian kekerasan ini sangat penting dilakukan agar memahami dan mampu melakukan pengujian kekerasan material, dan juga mampu melakukan perhitungan nilai kekerasan dari material yang diuji [Woro Sekar 2014].

Uji kekerasan merupakan pengujian yang paling efektif karena dengan melakukan pengujian ini, kita dapat mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan sudah cukup valid untuk menyatakan kekerasan material tersebut. Material dapat dikelompokkan sebagai material ulet atau getas melalui uji kekerasan material. Dengan melakukan uji kekerasan kita dapat melakukan *quality control* terhadap material yang diuji.

Baja merupakan logam yang banyak digunakan dalam berbagai macam bidang, terutama di dalam bidang perindustrian. Pengaplikasian baja sangatlah beraneka ragam tergantung kebutuhan serta sifat-sifat dari baja itu sendiri. Salah satu sifat baja yang penting ialah sifat mekanik. Sifat mekanik merupakan sifat-sifat yang berkaitan dengan daya kelakuan (behavior) terhadap beban mekanik. Sifat mekanik terdiri dari banyak macam kekuatan yaitu kekuatan (strength), ketangguhan (toughness), kekerasan (hardness), keuletan (ductile) dan dengan modulus elastisitas dan ketahanan arus.[Muslih N,2020]

Baja mempunyai ketahanan aus dan gesekan yang kurang baik sehingga perlu ditingkatkan sifat-sifat mekanik permukaannya terutama yang berkaitan dengan ketahanan aus dan gesekan yaitu kekerasan dan struktur mikro permukaan material. Kekerasan yang dimaksud di sini adalah kriteria untuk menyatakan intensitas tahanan suatu bahan terhadap deformasi yang disebabkan objek lain [Ahmadin 2022].

Tujuan dari melakukan penelitian tentang kekerasan material adalah untuk mengetahui besaran nilai kekerasan dari material specimen yang diuji yaitu plat baja ST 37 dan plat aluminium.

TINJAUAN PUSTAKA

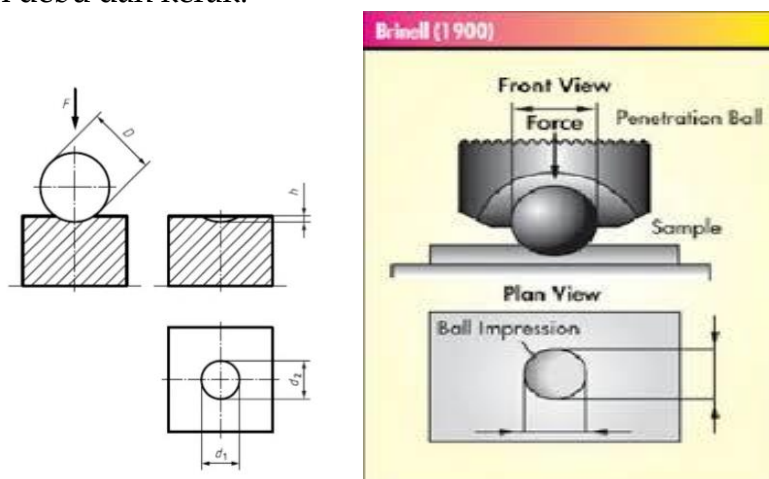
Konsep umum tentang kekerasan sebagai penentu kualitas suatu bahan mempunyai kaitan erat dengan kekakuan (*solidity*) dan kekompakan suatu material. Terdapat beberapa metode yang dapat dikembangkan dalam menentukan nilai kekerasan seperti metode goresan (scratch), metode indentitas (indentation), dan metode pantulan (rebound atau dynamic).

Sifat mekanik besi dan paduannya dapat dievaluasi menggunakan berbagai uji, termasuk uji Brinell, uji Rockwell dan uji kekerasan Vickers. Data pada besi begitu konsisten sehingga sering digunakan untuk kalibrasi peralatan atau uji perbandingan [Yopie, 2013]

Pengujian Kekerasan Brinell

Metode pengujian ini diperkenalkan oleh Johan August Brinell pada tahun 1900 an ini merupakan pengujian kekerasan dengan melakukan lekukan pada permukaan logam menggunakan indenter. Indentor untuk metode Brinell berbentuk bola dengan dengan diameter 10mm, 5mm, 2,5 mm, dan 1 mm. Ukuran diameter tersebut merupakan diameter standart internasional. Bola yang digunakan saat pengujian Brinell dibuat dari 2 bahan yaitu baja yang dikeraskan atau dilapisi chrome, dan baja tungsten carbide. Dimana material tungsten carbide lebih keras daripada material baja. Sehingga bola yang terbuat dari tungsten carbide biasanya digunakan pada pengujian material yang lebih keras dan dikhawatirkan bola pengujian tersebut juga rusak saat dilakukannya pengujian kekerasan material uji yang keras.

Pengujian kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai baja yang dikeraskan kemudian diberi beban penekanan pada titik permukaan yang diameternya telah diukur dengan mikroskop selama 15 detik. Kemudian batu baja sebagai beban penekanan diangkat dari permukaan material uji. Permukaan benda uji yang dibuat lekukan harus relatif halus, rata dan bersih dari debu dan kerak.



Gambar 1. Metode Pengujian kekerasan Brinell

Nilai kekerasan Brinell (BHN) didapat dari be luas permukaan lekukan. Luas permukaan lekukan dapat dihitung dengan menggunakan mikroskopik dari panjang diameter jejak. BHN dapat ditentukan dan persamaan berikut:

$$BHN = \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- BHN : Brinell Hardness Number (Bilangan kekerasan Brinell)
- F : Beban, gaya tekan dalam Kg
- D : Diameter indenter (mm)
- d : Diameter Lekukan

Pengujian kekerasan metode Brinell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (indenter) yang dilakukan pada permukaan material uji tersebut.

Kelebihan Metode Pengujian kekerasan Brinell adalah sangat dianjurkan untuk material atau bahan uji yang bersifat heterogen. Sedangkan kekurangannya dibutuhkan ketelitian saat mengukur diameter lekukan hasil indentasi pengujian material yang menyita waktu saat dilakukan penelitian.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan secara sistematis dan berurutan, yaitu berupa Studi Literatur, pengadaan bahan dan alat pendukung, berupa alat ukur, kemudian tahap perakitan alat, pengujian hingga hasil.

Prosedur penelitian Uji kekerasan Brinell dimulai dengan mengumpulkan literatur yang berhubungan dengan penelitian ini, serta pengumpulan bahan yang penting untuk menunjang penelitian ini berdasarkan data literature yang ada dalam penelitian ini akan diuji material baja ST 37 dan Aluminium.

Prosedur pengujian kekerasan dengan metode Brinell:

- a. Menyiapkan bahan spesimen yang akan diuji,
- b. Membersihkan permukaan spesimen hingga halus,
- c. Memilih indenter bola baja dengan diameter 2,5 mm,
- d. Memasang indenter dengan ring (cincin) ke plunger rod,
- e. Memilih permukaan spesimen yang akan diuji,
- f. Memutar handwell mendekati indenter (menaikkan spesimen hingga spesimen menyentuh indenter)
- g. Memberi beban awal sebesar yang ditandai dengan angka 3 atau titik merah pada skala minor.
- h. Menyiapkan stopwatch handle untuk menghitung waktu (15-20 detik),
- i. Menekan Crank handle ke depan selama 20 detik
- j. Menarik crank handle ke posisi awal,
- k. Mengulangi kegiatan sebanyak 5 kali.

Adapun alat yang digunakan dalam proses pengujian kekerasan Brinell antara lain:

1. Hardness Tester



Gambar 2. Hardness Tester

2. Jangka sorong



Gambar 3. Jangka Sorong Digital

3. Indentor



Gambar 4. Indentor

4. Kikir Rata



Gambar 5. Kikir Rata

5. Stopwatch



Gambar 6. Stopwatch

Beberapa bahan yang digunakan sebagai bahan penelitian antara lain:

1. Plat Baja ST 37



Gambar 7. Spesimen Uji Plat Baja ST 37

2. Plat Aluminium



Gambar 8. Spesimen Uji Plat Aluminium

3. Kertas Amplas



Gambar 9. Kertas Amplas

HASIL PENELITIAN

Setelah melakukan pengujian didapat data pengujian. Adapun Data yang didapat melalui pengujian kekerasan Brinell dengan menggunakan bahan plat baja ST 37 dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Data Pengujian kekerasan dengan menggunakan Plat Baja ST 37.

No	Diameter indentor	Jejak Penekanan diameter rata-rata	Beban	Waktu Penekanan
1	2.5	0,79	76	15
2	2.5	0,69	68,5	15
3	2.5	0,86	88	15
4	2.5	0,72	88,5	15
5	2.5	0,69	98	15

Dengan menggunakan rumus 1 kita dapat mencari nilai kekerasan Brinnell dengan menggunakan data tabel 1, didapat:

$$BHN = \frac{2F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2(76)}{\pi(2,5)(2,5 - \sqrt{(2,5)^2 - (0,79)^2})} = 151,076$$

$$BHN = \frac{2F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2(68,5)}{\pi(2,5)(2,5 - \sqrt{(2,5)^2 - (0,69)^2})} = 179,632$$

$$BHN = \frac{2F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2(88)}{\pi(2,5)(2,5 - \sqrt{(2,5)^2 - (0,86)^2})} = 146,871$$

$$BHN = \frac{2F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2(88,5)}{\pi(2,5)(2,5 - \sqrt{(2,5)^2 - (0,72)^2})} = 212,759$$

$$BHN = \frac{2F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2(98)}{\pi(2,5)(2,5 - \sqrt{(2,5)^2 - (0,69)^2})} = 256,992$$

Table 2. Hasil Pengujian kekerasan dengan menggunakan Plat Baja ST 37

No	Diameter indentor	Jejak Penekanan diameter rata-rata	Beban	Waktu Penekanan	Nilai Kekerasan Brinnel
1	2.5	0,79	76	15	151,076
2	2.5	0,69	68,5	15	179,632
3	2.5	0,86	88	15	146,871
4	2.5	0,72	88,5	15	212,759
5	2.5	0,69	98	15	256,992

Tabel 3 merupakan data hasil pengujian kekerasan Brinnel dengan bahan Plat Aluminium

Table 3. Data Pengujian kekerasan dengan menggunakan Plat Aluminium

No	Diameter indentor	Jejak Penekanan diameter rata-rata	Beban	Waktu Penekanan
1	2.5	1.13	58,5	20
2	2.5	1.03	20	20
3	2.5	1.12	38	20
4	2.5	1.15	4	20
5	2.5	1.04	19	20

Dengan menggunakan rumus 1 kita dapat mencari nilai kekerasan Brinnel dengan menggunakan data tabel 1, didapat:

$$BHN = \frac{2F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2(58,5)}{\pi(2,5)(2,5 - \sqrt{(2,5)^2 - (1,13)^2})} = 55,182$$

$$BHN = \frac{2F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2(20)}{\pi(2,5)(2,5 - \sqrt{(2,5)^2 - (1,03)^2})} = 22,937$$

$$BHN = \frac{2F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2(38)}{\pi(2,5)(2,5 - \sqrt{(2,5)^2 - (1,12)^2})} = 36,627$$

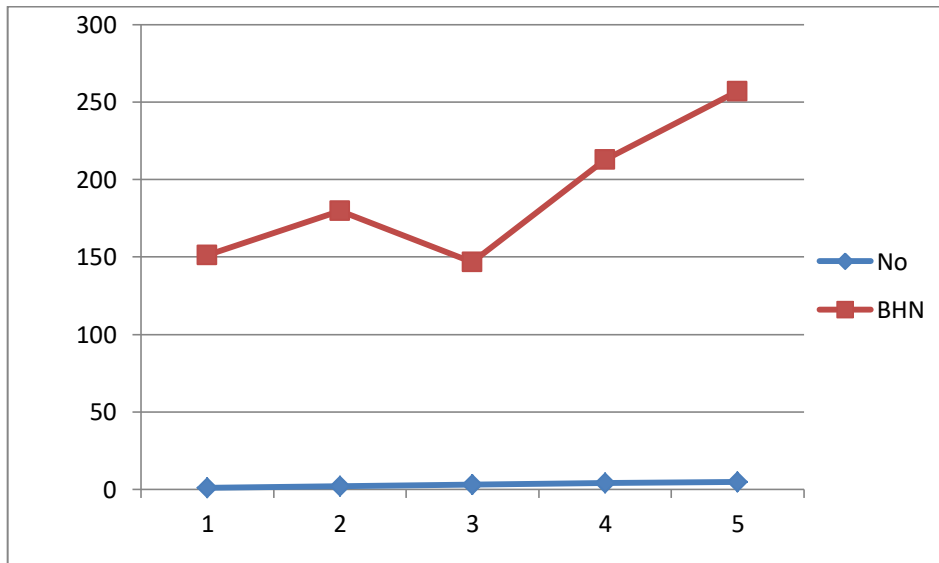
$$BHN = \frac{2F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2(4)}{\pi(2,5)(2,5 - \sqrt{(2,5)^2 - (1,15)^2})} = 3,635$$

$$BHN = \frac{2F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2(19)}{\pi(2,5)(2,5 - \sqrt{(2,5)^2 - (1,04)^2})} = 21,352$$

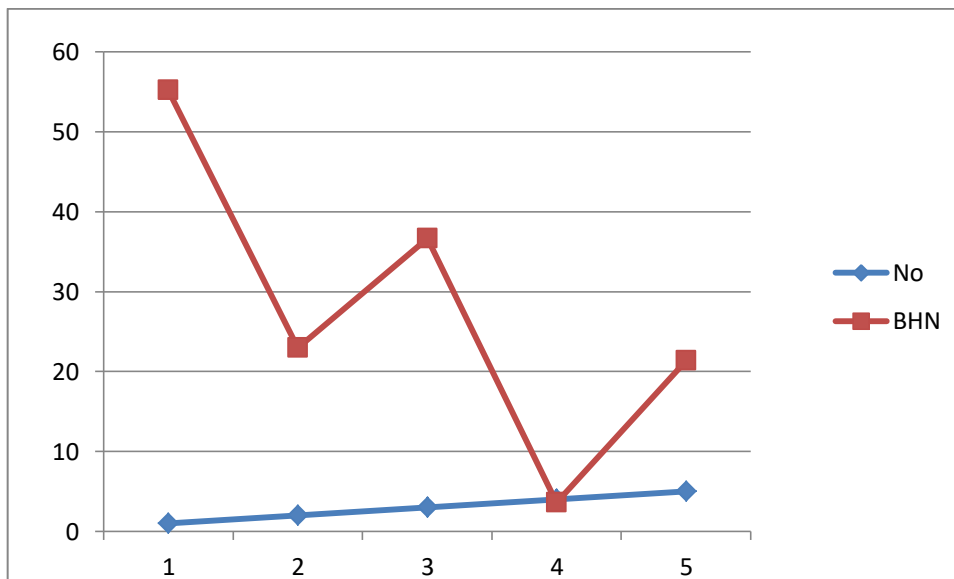
dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 3 untuk bahan Plat Baja ST 37 dan Tabel 4 untuk bahan Plat Aluminium.

Table 4. Hasil Pengujian kekerasan dengan menggunakan Plat Aluminium

No	Diameter identor	Jejak Penekanan diameter rata-rata	Beban	Waktu Penekanan	Nilai Kekerasan Brinell
1	2.5	1.13	58,5	20	55,182
2	2.5	1.03	20	20	22,937
3	2.5	1.12	38	20	36,627
4	2.5	1.15	4	20	3,635
5	2.5	1.04	19	20	21,352



Gambar 10. Grafik Hasil Nilai BHN Plat Baja ST 37



Gambar 11. Grafik Hasil Nilai BHN Plat Aluminium

PEMBAHASAN

Dari gambar 10 data hasil pengujian brinell bisa dijelaskan bahwa pengujian kekerasan dengan menggunakan metode brinell plat baja ST 37 menggunakan indenter berukuran $D= 2,5$ mm dan pada saat pengujian diberikan beban sebesar 98 N dengan jejak penekanan diameter rata-rata 0,69 mm atau pengujian ke 5 memiliki nilai kekerasan brinell tertinggi sebesar 256,992.

Dari gambar 11 data hasil pengujian brinell bisa dijelaskan bahwa pengujian kekerasan dengan menggunakan metode brinell plat aluminium menggunakan indenter berukuran $D= 2,5$ mm dan pada saat pengujian diberikan beban sebesar 58,5 N dengan jejak penekanan diameter rata-rata 1,13 mm atau pengujian 1 memiliki nilai kekerasan brinell tertinggi sebesar 55,182.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil perancangan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kekerasan menggunakan alat brinell untuk material Plat baja ST 37 adalah 256,992.
2. Nilai kekerasan menggunakan alat brinell untuk material Plat aluminium adalah 55.182.

PENELITIAN LANJUTAN

Penelitian berikutnya ditambahi dengan perlakuan panas atau dingin terhadap material uji.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan penulis kepada teman-teman teknisi di laboratorium teknik mesin Polmed, Tim Penulis, dll.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadin, Erizal1.,2022." Pengujian Struktur Mikro dan Kekerasan Plat Baja Karbon Rendah Dengan Suhu 900C Di Quenching Dengan Air Kelapa dan Air Tebu".Majalah Teknik Simes Vol 16 No.1 Januari 2022.
- Fauzan, 2013."Pengujian keras brinell vickers".Dapat di unduh di<http://kalogueloe.blogspot.com/2013/03/pengujiankeras-brinell-vickers.html>.
- Junaidi., Irawan, Ade. (2019). Analisa Pengujian Kekerasan Material Baja Karbon Rendah Dan Besi Menggunakan Metode Uji Brinell. *JITEKH, Vol. 7, No. 2, Tahun 2019, 57-61.*
- Nasution,dkk, 2020." Analisa Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja AISI1020
- Woro sekar, Fx kristianta, Sumarji. 2014. Pengaruh repeated normalizing pada side frame berbahan baja AAR MO01GRADE B+ terhadap perubahan sifat mekanik dan struktur mikro , jurnal teknik mesin
- Yopi. 2013. "Uji kekerasan material".Dapat di unduh <http://yopiprayoga.blogspot.com/2013/04/vbehaviorurldefaultvmlo.html>.