

## KOMPUTERISASI MESIN UJI KEKERASAN BAHAN

Achmad Hindasyah, Bambang H.P., Eko Y.P. dan Rusmaryanto

Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN)-BATAN  
Kawasan Puspiptek, Serpong 13514, Tangerang

### ABSTRAK

**KOMPUTERISASI MESIN UJI KEKERASAN BAHAN.** Komputerisasi mesin uji kekerasan dilakukan dengan memasang adaptor kamera pada *eyepiece* mikroskop, instalasi *CCTV* kamera dan *snazi interface* pada komputer. Gambar dari obyektif mikroskop di tangkap dengan kamera dan *filenya* disimpan dalam *disk* berupa *file bitmap*. Verifikasi mesin uji kekerasan bahan dilakukan dengan mengkalibrasikan mesin uji kekerasan bahan ini dengan blok standar yang tertelusur ke standar nasional. Pengukuran kekerasan bahan dilakukan dengan menghitung jumlah piksel dalam garis diagonal jejak indenter melalui Program HV. Jarak, nilai kekerasan, koreksi dan *uncertainty* dihitung secara otomatis dan disimpan dalam tabel *data base*. Dari hasil kalibrasi dan uji coba terhadap sistem ini diperoleh bahwa koreksi dan *uncertainty*, relatif linier terhadap naiknya kekerasan bahan. Sedangkan hasil pengujian terhadap bahan uji dengan menggunakan beban 200 gf diperoleh kekerasan minimum adalah sebesar  $532,5 \pm 15,3$  HV dan kekerasan maksimum sebesar  $567,3 \pm 16,9$  HV.

**Kata kunci :** Kekerasan bahan, *Vickers Hardness*, Mikroskop optik, Komputerisasi

### ABSTRACT

**HARDNESS TESTING MACHINE COMPUTERIZATION.** Computerization of hardness testing machine by installing a camera adaptor to microscope eyepiece, CCTV camera and snazi interface to the computer have been done. The sample image of indentation was captured by camera and kept in the disk as bitmap file. The verification of the hardness testing machine was done by calibrating the machine using the standard block, traceable to the national standard. The hardness of material was measured by counting the pixel number in a diagonal line of indentation using HV Program. The distance of diagonal footstep indenter, the hardness number, correction and uncertainty were calculated automatically and kept in tables of data base. The result of calibration showed that corrections and uncertainties are relatively linear to the increasing of material hardness number, while the test result using the load of 200 gf gives a minimum hardness number of  $532.5 \pm 15.3$  HV and a maximum hardness number of  $567.3 \pm 16.9$  HV.

**Key words :** Material hardness, Vickers Hardness, Optical microscope, Computerization

## PENDAHULUAN

Salah satu keuntungan uji kekerasan menggunakan mesin uji kekerasan *Vickers* adalah bahwa proses indentasi dan proses pengukuran dimensi indentasi tidak saling bergantung, sehingga memungkinkan untuk mengulangi pengukuran dimensi indentasi. Mesin uji kekerasan yang dimiliki PTBIN saat ini merupakan mesin uji kekerasan yang paling sederhana. Mesin ini memiliki rentang pengujian kekerasan sampai dengan 1000 HV dan pengukuran dimensi panjang jejak indenter memiliki nilai skala terkecil sebesar 0,5  $\mu$ m.

Karakteristik metrologi mesin uji ini, seperti akurasi, presisi dan *uncertainty*, tidak dapat diketahui. Nilai kekerasan bahan yang dihasilkan dari pengujian menggunakan mesin uji ini tidak tertelusur baik ke standar nasional maupun internasional. Selain itu, hasil pengujian kekerasan belum dapat direkam dan ditata dengan rapi dalam satu program basis data, yang mengakibatkan data-data pengujian kekerasan bahan

sebelumnya hilang dan timbul kesulitan untuk melacak catatan sejarah mesin ini.

Peningkatan kualitas pelayanan pengujian kekerasan kepada para peneliti, mahasiswa maupun industri dapat dilakukan dengan membuat hasil pengujian kekerasan memiliki kemampuan telusur ke standar nasional maupun internasional, membuat program ukur dimensi untuk pengukuran panjang jejak indenter dan merekam seluruh pengujian kekerasan bahan dalam satu wadah perangkat lunak menggunakan metoda basis data. Pada akhirnya, pengujian kekerasan dengan mesin uji sederhana ini diubah menjadi pengujian kekerasan berbasis komputer pribadi.

Karakteristik metrologi mesin uji kekerasan bahan dapat diketahui dengan mengkalibrasikan mesin ini terhadap blok standar yang tertelusur [1]. Dengan kalibrasi akan diperoleh karakteristik metrologi yaitu koreksi dan *uncertainty* [2]. Pengukuran panjang jejak indenter dilakukan menggunakan Program HV yang

bekerja dengan menghitung jumlah piksel dalam arah sumbu vertikal dan horisontal. Dengan sedikit perhitungan matematik dan memasukkan variabel jumlah piksel maka kekerasan bahan yang diuji dapat ditentukan. Ukuran piksel per panjang dihitung dan ditentukan menggunakan cuplikan standar yang memiliki ukuran jarak *grid* tertentu. Data gambar yang sudah diolah menggunakan Program HV disimpan di dalam *hard disk* dengan metoda basis data [3].

Pada kegiatan ini akan dilakukan penyempurnaan sistem visualisasi mikroskop uji kekerasan dengan menginstal kamera digital pada *eyepiece* mikroskop dan mengkalibrasikan mesin uji kekerasan menggunakan standar. Sedangkan untuk menganalisa data, mengatur penyimpanan data konsumen, data cuplikan uji, data uji kekerasan dan data gambar bahan uji akan dibuat program menggunakan aplikasi basis data, Program HV. Program HV dibangun dengan bahasa pemrograman tingkat tinggi *Borland Delphi 7* yang *executable filenya* beroperasi pada sistem operasi Windows XP [4].

Dengan dilakukannya pengembangan sistem alat uji kekerasan menggunakan komputer pribadi, maka pengerjaan pengujian kekerasan akan jauh lebih mudah dan lebih nyaman, hasil pengujian akan mampu telusur ke standar nasional maupun internasional, perhitungan kekerasan dilakukan secara otomatis dan kesalahan perhitungan dapat dihindari. Selain itu, data cuplikan uji, data uji kekerasan dan data gambar bahan uji dapat disimpan dengan metode basis data.

## METODE PERCOBAAN

Komputerisasi mesin uji kekerasan ini dilakukan dengan beberapa tahap kegiatan yaitu pembuatan adaptor kamera, instalasi kamera pada mikroskop dan komputer pribadi, instalasi *snazi video usb interface* pada komputer, uji fungsi mesin uji kekerasan, kalibrasi eksternal menggunakan blok standar penyedia jasa kalibrasi, pembuatan program pengolahan data uji kekerasan dan pembuatan program untuk mengatur penyimpanan data pengujian menggunakan basis data.

## Pembuatan Adaptor Kamera

Untuk mengikat *CCTV* kamera pada mikroskop mesin uji kekerasan dibuat suatu adaptor kamera. Adaptor ini dibuat sedemikian rupa sehingga kamera terikat dengan kuat pada *eyepiece* mikroskop. Bahan yang digunakan untuk adaptor kamera ini adalah batang teflon putih dan alumunium, yang kemudian dibubut untuk memperoleh bentuk dan ukuran yang sesuai dengan bentuk dan ukuran *eyepiece* mikroskop. Gambar rancangan adaptor mikroskop yang dibuat diperlihatkan pada Gambar 1.

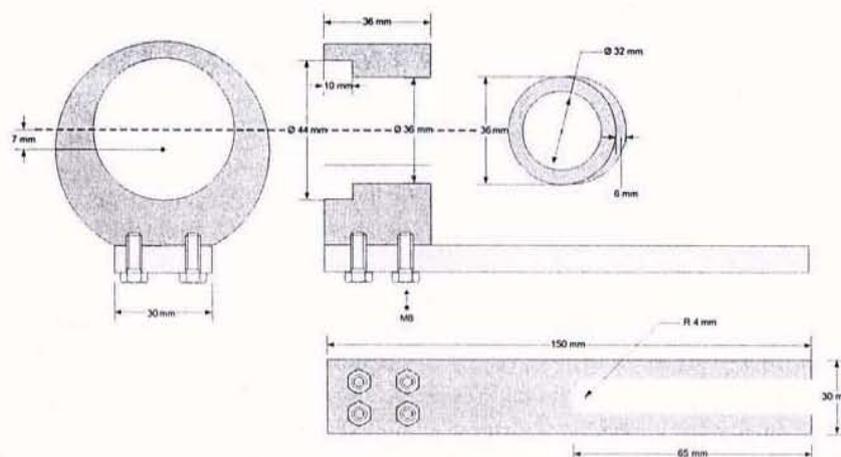
## Instalasi Kamera pada Mikroskop dan Komputer Pribadi

Setelah adaptor kamera selesai dibuat, *CCTV* kamera dipasang pada *eyepiece* mikroskop menggunakan adaptor kamera, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Selanjutnya, kamera diatur sedemikian rupa agar gambar pada *objective* mikroskop dapat ditangkap dengan baik. Kamera digital yang digunakan adalah kamera jenis *CCTV* tipe SCC-101AP buatan Samsung.

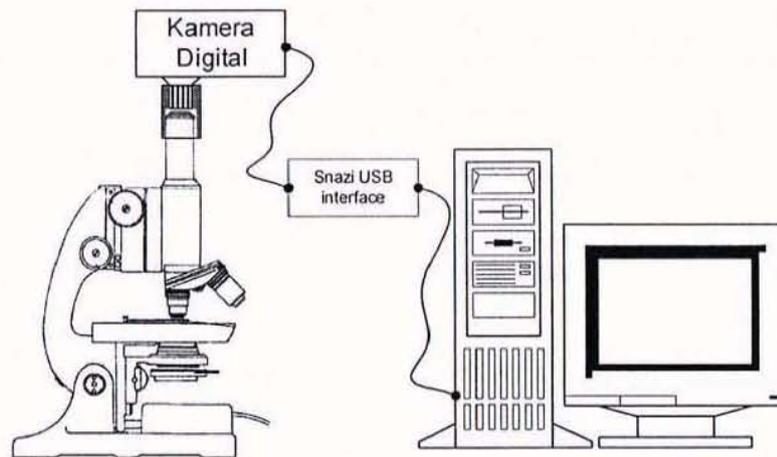
Untuk menguji kemampuan kamera dalam melihat cuplikan melalui tampilan pada layar monitor komputer, harus dilakukan instalasi *snazi video usb interface* dan program *driver*-nya pada komputer. *Snazi driver* ini berfungsi untuk menampilkan gambar cuplikan bahan yang diuji, mengambil gambar cuplikan bahan pada mikroskop dan menyimpannya dalam bentuk *file* gambar *bitmap* berekstensi *BMP*.

## Uji Fungsi Mesin Uji Kekerasan

Kegiatan ini dilakukan untuk melihat berfungsi tidaknya mesin uji kekerasan secara manual. Pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan uji yang dimiliki PTBIN dengan menggunakan beban indentor sebesar 200 gram dan diulang sebanyak lima kali. Hasil pengujian ini akan dibandingkan dengan hasil pengujian sebelumnya untuk melihat perubahan yang terjadi.



Gambar 1. Gambar rancangan adaptor kamera



Gambar 2. Instalasi CCTV kamera pada mikroskop mesin uji kekerasan dan komputer.

### Kalibrasi Mesin Uji Kekerasan

Bila metode pengujian kekerasan dengan Vickers hanya di produksi oleh satu pabrik maka tidak dapat dijamin bahwa penunjukan dari berbagai mesin uji kekerasan akan menampilkan harga yang sama, begitupun sebaliknya, jika beberapa pabrik memproduksi mesin uji kekerasan tidak dapat dijamin bahwa penunjukan dari berbagai mesin tersebut akan menampilkan harga yang sama. Dengan alasan inilah maka mesin uji kekerasan harus dikalibrasi [5]. Kalibrasi mesin uji kekerasan dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik metrologi dari mesin uji kekerasan mikro bahan ini. Selain itu, kalibrasi juga diperlukan agar hasil pengujian kekerasan bahan memiliki ketertelusuran kepada standar nasional maupun internasional.

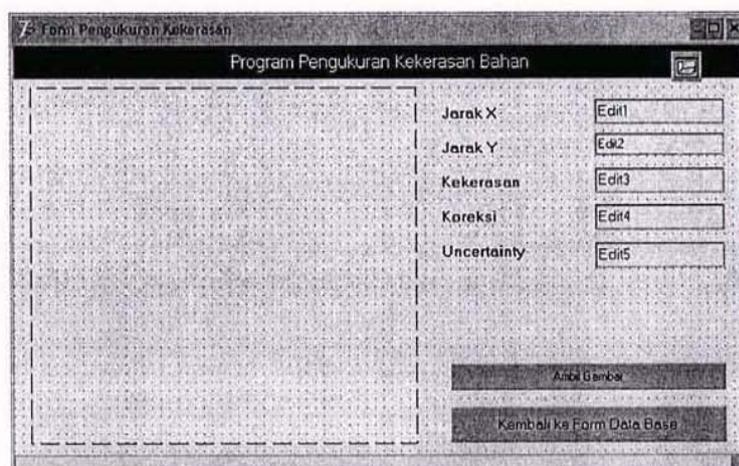
Kalibrasi mesin uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan jasa PT. Morita Tjokro Gearindo, yang merupakan perusahaan penyedia jasa kalibrasi terakreditasi KAN-BSN. Blok standar yang digunakan dalam kegiatan kalibrasi ini terdiri dari tiga standar kekerasan yaitu 160 HV, 400 HV dan 700 HV. Dari hasil kalibrasi ini, berupa sertifikat kalibrasi, kemudian dibuat persamaan regresi linier untuk memperoleh nilai koreksi

dan *uncertainty* pada daerah kekerasan lainnya. Dengan hasil ini, setiap melakukan pengujian kekerasan bahan akan selalu disertai dengan nilai koreksi dan *uncertainty* yang selama ini tidak pernah dicantumkan.

### Pembuatan Program Olah Data Uji Kekerasan

Program pengolahan data uji kekerasan dibuat dalam satu form, yang terintegrasi dengan Program HV, seperti diperlihatkan pada Gambar 3. Kegunaan program ini adalah untuk mengukur panjang jejak indentor, dalam arah sumbu vertikal dan horisontal, menggunakan *cross line cursor* yang dapat digerakkan oleh *mouse* dan memiliki ketebalan hanya satu piksel.

Komponen visual yang digunakan dalam program ini adalah satu buah panel, lima buah label, lima buah teks edit, dua buah *button*, satu buah *status bar* dan satu buah *image*. Sedangkan komponen tidak visual yang digunakan adalah *open dialog*. Komponen *image* pada *form* ini berfungsi untuk menampilkan gambar yang sudah dipilih melalui komponen *open dialog*. Dalam komponen *Image* ini dibuat *Cross Cursor* berupa garis silang XY yang dapat digerakkan dengan *mouse* dan



Gambar 3. Form pengukuran kekerasan bahan

berfungsi untuk memilih daerah piksel gambar, Setiap kali *mouse* diklik pada daerah komponen *image*, posisi piksel dalam koordinat X dan Y selalu direkam ke dalam *pointer* dan ditampilkan dalam komponen *Edit*, Penentuan jumlah piksel yang bersesuaian dengan besaran dimensi panjang dilakukan dengan melakukan pengukuran jarak antar *grid* cuplikan standar tipe FL-9496 Balzers, Kekerasan bahan, koreksi dan *uncertainty* dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linier yang diperoleh dari hasil kalibrasi,

### Pembuatan Program Data Base Untuk Pengujian

Data-data seperti nomor pelanggan, nama pelanggan, instansi atau bidang, tanggal pengujian, nama bahan yang diuji, kekerasan hasil pengujian, koreksi dan *uncertainty* hasil perhitungan, disimpan dalam tabel basis data melalui *form* basis data seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Komponen visual yang digunakan dalam program basis data ini adalah tujuh buah *label* dan *DBEdit*, satu buah panel, *status bar*, *DBImage* dan *navigator*, serta dua buah *button*. Sedangkan komponen tidak visual yang digunakan adalah tabel dan data *source*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian awal mesin uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan bahan uji yang dimiliki oleh PTBIN dengan nomor blok 742-717 dan menggunakan beban 200 gram, Bahan uji ini memiliki rentang nilai kekerasan antara 695-720 HV, Dari hasil pengujian terhadap bahan uji ini diperoleh data seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil uji fungsi mesin uji kekerasan.

1 (HV)	2 (HV)	3 (HV)	4 (HV)	5 (HV)	Rata-rata (HV)	Standar deviasi (HV)
538,3	528,1	528,1	528,1	564,8	537,47	15,89

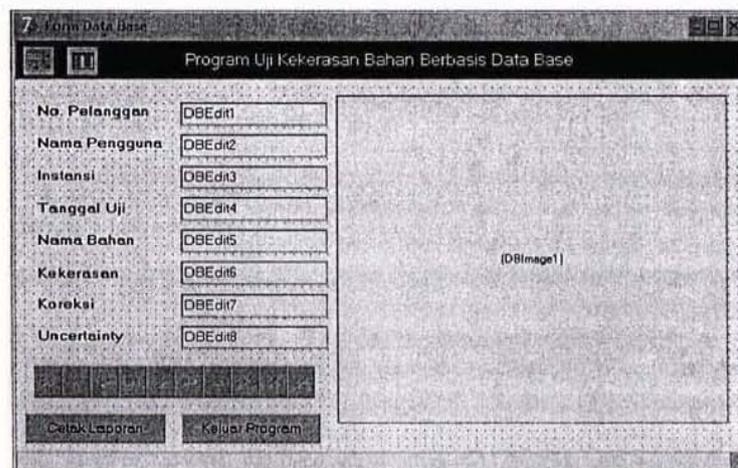
Nilai kekerasan rata-rata sebesar 537,47 HV dengan *repeatability* sebesar 15,89 HV. Hasil pengujian ini jauh berbeda dengan hasil pengujian yang sama pada tahun 1992, dimana nilai kekerasan rata-rata yang diperoleh sebesar 722,83 HV. Perbedaan hasil pengujian ini bisa disebabkan karena adanya perubahan nilai kekerasan bahan uji terhadap waktu [6]. Perubahan nilai kekerasan bahan uji ini dapat pula dilihat dari hasil kalibrasi yang memiliki nilai koreksi tidak terlalu jauh.

Kalibrasi mesin uji kekerasan yang dimiliki PTBIN dilakukan dengan menggunakan beban 200 gram dan blok standar dengan kekerasan 160 HV, 400 HV dan 700 HV yang masing-masing memiliki koreksi terhadap standar di atasnya secara berturut-turut sebesar 2 HV, 9 HV dan -5 HV sedangkan kondisi ruangan pada saat kalibrasi adalah 28,1 °C dan *humidity* 50%. Data hasil kalibrasi mesin uji kekerasan ini seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil kalibrasi.

Standar (HV)	Mesin (HV)	Koreksi (HV)	Uncertainty (HV)
158,0	152,8	5,2	0,51
391,0	380,5	10,5	8,74
705,0	665,1	39,9	23,25

Dari hasil kalibrasi ini terlihat bahwa mesin uji kekerasan memiliki koreksi dan *uncertainty* yang relatif linier terhadap naiknya nilai kekerasan blok standar. Nilai koreksi relatif yang cukup besar untuk masing-masing nilai kekerasan blok standar yaitu secara berturut-turut sebesar 3,4 %, 2,8 % dan 5,9 % menunjukkan tingkat akurasi mesin uji kekerasan ini, sedangkan *uncertainty* relatif secara berturut-turut adalah 0,3 %, 2,3 % dan 3,5 % menunjukkan rentang nilai yang mana pada daerah ini terdapat nilai yang benar dengan tingkat kepercayaan 95 %. Hasil kalibrasi ini digunakan sebagai parameter data pada program pengukuran kekerasan. Program HV. Dengan menggunakan program ini, setiap melakukan pengukuran kekerasan, karakteristik metrologi berupa nilai koreksi dan nilai *uncertainty* selalu ditampilkan.



Gambar 4. Form basis data hasil pengujian

Pengukuran kekerasan menggunakan Program HV dilakukan dengan cara menghitung jumlah piksel pada garis diagonal. Jumlah piksel ini menunjukkan jarak atau panjang garis diagonal dalam satuan mikrometer. Dengan menggunakan perhitungan sederhana diperoleh bahwa satu piksel bersesuaian dengan 0,4  $\mu$ m. Pengujian program dilakukan dengan mengukur kekerasan bahan uji yang dimiliki PTBIN sebanyak lima kali pada beban 200 gram dan hasilnya seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian kekerasan menggunakan Program HV.

Pengukuran		1	2	3	4	5
Jumlah Piksel	X	66	67	67	68	67
	Y	68	68	64	65	67
Rata-rata jarak		26,8	27	26,2	26,6	26,8
Kekerasan		516,3	508,8	540,3	524,2	516,4
Koreksi		24,5	23,7	27,0	25,3	24,5
Uncertainty		15,7	15,3	16,9	16,1	15,7

Kekerasan dihitung dengan menggunakan persamaan *vickers hardness number* sedangkan koreksi dan *uncertainty* dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linier. Nilai rata-rata kekerasan dari hasil pengujian kekerasan bahan uji secara manual memiliki nilai yang hampir sama dengan nilai rata-rata dari hasil pengujian menggunakan Program HV. Tetapi jika dimasukkan nilai *uncertainty*, maka hasil pengujian ini berada pada rentang nilai yang sama.

Dari hasil pengujian pada Tabel 3, terlihat bahwa kekerasan minimum yang diperoleh adalah 508 HV dengan koreksi sebesar 23,7 HV dan *uncertainty* sebesar 15,3 HV. Dengan demikian dapat dituliskan bahwa kekerasan minimum adalah sebesar  $532,5 \pm 15,3$  HV dan kekerasan maksimum sebesar  $567,3 \pm 16,9$  HV [7]. Gambar jejak indentor yang tampil pada monitor diambil dan diukur, sedangkan *file* gambar dan hasil pengujian nya disimpan dalam tabel basis data. Salah satu tampilan hasil pengujian ini seperti diperlihatkan pada Gambar 5.

Data setiap hasil pengujian kekerasan, yang terdiri dari nomor pelanggan, nama pemakai, instansi, tanggal uji, nama bahan, nilai kekerasan yang diperoleh, nilai koreksi, nilai *uncertainty* dan gambar, disimpan dalam tabel basis data agar pengaturan penyimpanan *filenya* lebih mudah dilakukan.

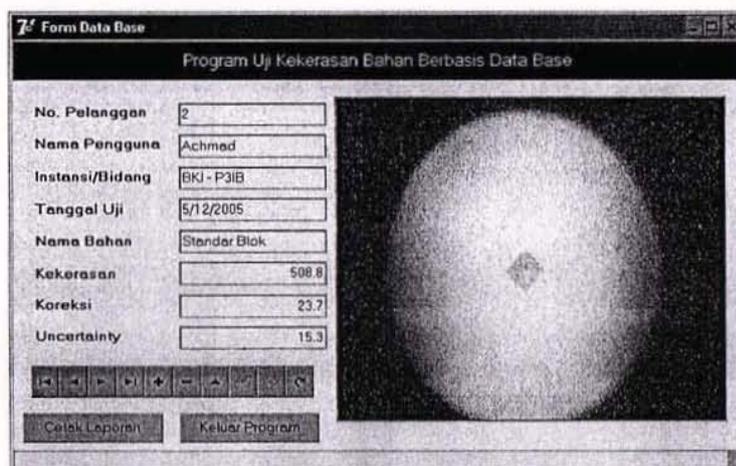
## KESIMPULAN

Tahap awal komputerisasi mesin uji kekerasan bahan telah selesai dilakukan. Pada tahap ini mesin uji kekerasan dibuat *online* dengan komputer pribadi dan pengukuran jarak titik diagonal jejak *indentor* untuk menentukan kekerasan dilakukan dengan Program HV yang bekerja berdasarkan jumlah piksel. Program ini juga berfungsi sebagai manajemen data pengujian kekerasan karena dilengkapi dengan program *data base*. Kemampuan telusur, akurasi dan *uncertainty* mesin ini sudah dapat diperoleh dengan cara mengkalibrasikan mesin ini kepada standar kekerasan yang tertelusur ke standar nasional maupun internasional. Dari hasil kalibrasi diperoleh bahwa mesin uji kekerasan memiliki koreksi dan *uncertainty* yang relatif linier terhadap naiknya nilai kekerasan blok standar.

Hasil kalibrasi ini digunakan untuk menghitung nilai koreksi dan *uncertainty* pengujian kekerasan bahan. Dari hasil pengujian dan dengan menyertakan nilai koreksi dan *uncertainty* untuk cuplikan yang dimiliki oleh PTBIN dengan nomor blok 742-717 diperoleh kekerasan minimum adalah sebesar  $532,5 \pm 15,3$  HV dan kekerasan maksimum sebesar  $567,3 \pm 16,9$  HV. Data-data hasil pengujian ini disimpan di dalam tabel basis data Program HV.

## DAFTAR ACUAN

- [1]. ISO/IEC 17025-1999, *General Requirement for the Competence of Testing and Calibration Laboratories*, ISO/IEC (1999)
- [2]. EA-10/16-2002, *EA Guidelines on the Estimation of Uncertainty in Hardness Measurement*, (2002)



Gambar 5. Tampilan program *data base* pengujian.

- [3]. RUMONO B, SUNARTO, *Membangun Sistem Akuisisi Data Berbasis Database Dengan Delphi*, Elex Media Komputindo, (2004)
- [4]. MARCO CANTU, *Mastering Delphi 5*, Sybex Inc, (1999)
- [5]. ISO 6507-2, *Verification and Calibration of Testing Machine*, (2005)
- [6]. ISO 6507-3, *Calibration of Reference Block*, 2005
- [7]. ISO/TAG 4-1993, *Guide to The Expression of Uncertainty in Measurement*, ISO/TAG (1993)