

**KORELASI NILAI KUAT TARIK DAN MODULUS ELASTISITAS
BAJA DENGAN KEKERASAN PADA EQUOTIP PORTABLE
ROCKWELL HARDNESS**

**SKRIPSI
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**WIKHA FITRIA
NIM. 145060101111042**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**KORELASI NILAI KUAT TARIK DAN MODULUS ELASTISITAS
BAJA DENGAN KEKERASAN PADA EQUOTIP PORTABLE
ROCKWELL HARDNESS**

SKRIPSI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



WIKHA FITRIA

NIM. 145060101111042

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 14 Januari 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Eva Arifi, ST., MT
NIK. 2010027712032001

Bhondana Bayu B.K, ST., MT
NIP. 2016078807271001

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1

Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng (Prac.)
NIP. 19810220 200604 1 002

**Terimakasih kepada:
My beloved Family**

HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

Judul Skripsi :
Korelasi Nilai Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas Baja dengan Kekerasan pada Equotip
Portable Rockwell Hardness

Nama Mahasiswa : Wikha Fitria
NIM : 145060101111042
Program Studi : Teknik Sipil
Minat : Struktur

Tim Dosen Penguji :
Dosen Penguji 1 : Dr. Eng. Eva Arifi, ST., MT
Dosen Penguji 2 : Bhondana Bayu B.K.,ST., MT
Dosen Penguji 3 : Christin Remayanti, ST., MT

Tanggal Ujian : 21 Desember 2017
SK Penguji : 1711/UN 10.F07/SK/2017

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran sebagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya, tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Malang, 14 Januari 2018

Wikha Fitria

NIM. 145060101111042

RIWAYAT HIDUP

Wikha Fitria, lahir di Banjarbaru, 23 Februari 1996, anak kedua dari Bapak Wahyuni Ilham dan Ibu Khairiah Hamid. Mulai memasuki bangku sekolah di Anne-Frank Schule, Freiburg, Jerman sejak tahun 2002 kemudian pada tahun 2005 pindah ke Indonesia dan bersekolah di SD Negeri 2 Banjarbaru kemudian lulus pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Banjarbaru dan lulus pada tahun 2011. Selanjutnya melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Banjarbaru dan lulus pada tahun 2014. Kemudian mengenyam bangku perkuliahan hingga lulus S1 (Strata 1) pada tahun 2017 dari Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

Selama kuliah aktif berpartisipasi dalam kegiatan organisasi jurusan maupun Universitas. Aktif sebagai Anggota Divisi English Club Departemen Minat dan Bakat Himpunan Mahasiswa Sipil periode 2015/2016, Ketua English Debate Society Forum Mahasiswa Studi Bahasa Inggris (FORMASI) periode 2015/2016, Staff Ahli Dewan Perwakilan Mahasiswa Universitas Brawijaya periode 2016/2017, Sekretaris Umum Forum Mahasiswa Studi Bahasa Inggris (FORMASI) serta berbagai kepanitiaan dan lomba yang diselenggarakan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

Malang, Januari 2018

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena hanya berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis berhasil menyelesaikan skripsi dengan judul **“Korelasi Nilai Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas Baja dengan Kekerasan pada Equotip Portable Rockwell Hardness”**

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Eng. Eva Arifi, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Bhondana Bayu B.K., ST., MT selaku Dosen Pembimbing II
3. Bapak Dr. Eng. Alwafi Pujiharjo, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
4. Bapak Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng (Prac) selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
5. Dr. Eng. Ming Narto Wijaya, ST., MT., M.Sc selaku Dosen Penasehat Akademik
6. Keluarga tercinta yang selalu mendukung secara mental maupun materil.
7. Skripsweet (Geng Penelitian Beton dan Baja) yang terdiri dari Agus, Kamil, Ime, Gandi, Eki, dan Teguh.
8. My lovely FORMASI yang setia mendukung saya sejak maba hingga lulus.
9. Mbak Pugil, mas Rejak, mas Bintang, mas Isan, dan mbak Isti yang telah mengajarkan banyak hal mengenai *how to survive* di sipil kepada saya.
10. Teknik Sipil Angkatan 2014 yang menemani kehidupan kuliah saya.
11. Tim KJI-KBGI Busur yang telah mewarnai kehidupan semester terakhir saya.
12. XL Future Leader Batch 5 dan Beswan Djarum 32 yang memprovokasi saya untuk terus berkarya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk penelitian lanjutan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan sipil.

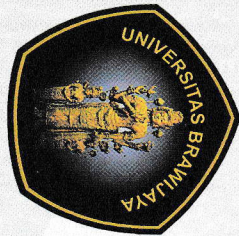
Malang, Januari 2018

DAFTAR ISI

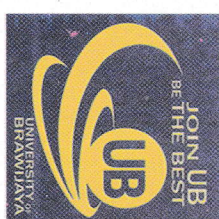
	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Material Baja	5
2.2 Kekerasan	6
2.3 Sifat Mekanik Baja	7
2.3.1 Modulus Elastisitas	8
2.3.2 Tegangan	9
2.3.3 Regangan	10
2.3.4 Hubungan Tegangan-Regangan	11
2.3.5 Tensile Strength	12
2.3.6 Daktilitas	14
2.4 Pengujian Material Baja	14
2.4.1 Destructive Test	15
2.4.1.1 Uji Tarik	16
2.4.1.2 Universal Testing Machine	16

2.4.2 Non Destructive Test	17
2.4.3 Equotip	18
2.4.3.1 Equotip Portable Rockwell Hardness	19
2.4.3.2 Equotip 550 Leeb	20
2.4.4 Strain Gauge	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Rancangan Penelitian	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	24
3.4 Benda Uji	24
3.4.1 Ketentuan Spesimen ASTM E8	24
3.4.2 Model dan Ukuran Benda Uji	25
3.5 Variabel Penelitian	26
3.6 Metode Penelitian	27
3.7 Bagan Alir Penelitian	28
3.8 Prosedur Alat Penelitian	29
3.8.1 Equotip Portable Rockwell Hardness	29
3.8.2 Universal Testing Machine	30
3.9 Metode Analisis Data	31
3.9.1 Data Terkait	31
3.9.2 Langkah Analisis Data	32
3.9.3 Tabel Pengolahan Data	33
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Uji Kekerasan Baja	35
4.2 Uji Tarik Baja	38
4.3 Pengukuran Nilai Modulus Elastisitas Spesimen Profil Baja	39
4.3.1 Hasil Pengukuran Modulus Elastisitas	40
4.4 Pengukuran Nilai Kuat Tarik pada Spesimen Profil Baja.....	43
4.5 Analisis Hasil Nilai Kuat Tarik Spesimen Profil Baja.....	45
4.6 Hasil Korelasi Tegangan leleh Baja dengan Kekerasan	47
4.7 Korelasi Tegangan putus Baja dengan Kekerasan	49
4.8 Hasil Korelasi Nilai Modulus Elastisitas dengan Kekerasan	53
4.9 Hasil Korelasi Nilai Modulus Elastisitas dengan Nilai Kuat Tarik	55

BAB V KESIMPULAN	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	63



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 274 /UN10.F07.11.21/PP/2017

Sertifikat ini diberikan kepada :

WIKHA FITRIA

Dengan Judul Skripsi :

**KORELASI NILAI KUAT TARIK DAN MODULUS ELASTISITAS BAJA
DENGAN KEKERASAN PADA EQUOTIP PORTABLE ROCKWELL HARDNESS**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 11 Januari 2018

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng (Proc)
NIP. 19810220 200604 1 002



Ketua Jurusan Teknik Sipil
Dr. Eng. Alwafi Pulirahorio, ST, MT
NIP. 19700829 200012 1 001

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi Logam berdasarkan Korelasi Tegangan dan Kekerasan.....	7
Tabel 2.2	Modulus Elastisitas.....	9
Tabel 2.3	Klasifikasi Mutu Baja.....	14
Tabel 3.1	Hasil Pengukuran Benda Uji Pasca Pemotongan.....	26
Tabel 3.2	Spesifikasi Equotip Portable Rockwell.....	29
Tabel 3.3	Tabel Pengolahan Data Untuk Mencari HV Rata-Rata.....	33
Tabel 3.4	Tabel Pengolahan Data Untuk Mencari Nilai E.....	33
Tabel 3.5	Tabel Pengolahan Data Plot E dan HV.....	34
Tabel 4.1	Hasil Uji Kekerasan pada titik percobaan A, B dan C Spesimen Besar	36
Tabel 4.2	Hasil Uji Kekerasan pada titik percobaan A, B dan C Spesimen Kecil	37
Tabel 4.3	Sifat-sifat Logam sesuai dengan Kekerasan, Kuat Tarik dan Daya Susut	37
Tabel 4.4	Hasil Pertambahan Panjang Uji Tarik Baja Menggunakan UTM.....	39
Tabel 4.5	Nilai Modulus Elastisitas Bagian Tepi menggunakan Strain Gauge.....	41
Tabel 4.6	Nilai Modulus Elastisitas Bagian Tengah menggunakan Strain Gauge...	41
Tabel 4.7	Hasil Plot Nilai F_y dan F_u pada Universal Testing Machine.....	44
Tabel 4.8	Kesesuaian Mutu Baja Menurut SNI 03-1729-2002.....	46
Tabel 4.9	Rekapitulasi Perbandingan Tegangan leleh (F_y) dan Kekerasan (HV)....	47
Tabel 4.10	Rekapitulasi Perbandingan Tegangan putus (F_u) dan Kekerasan (HV)...	50
Tabel 4.11	Rekapitulasi Nilai Modulus Elastisitas (E) dan Kekerasan (HV).....	53

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kurva Tegangan Regangan pada Uji Tarik Baja.....	7
Gambar 2.2	Benda kerja bertambah panjang ΔL ketika diberi beban P.....	11
Gambar 2.3	Contoh Kurva hasil Uji Tarik.....	12
Gambar 2.4	Contoh Skema Peralatan pada Uji Tarik (Destructive Test).....	15
Gambar 2.5	Sketsa pengujian Uji Tarik.....	16
Gambar 2.6	Alat pengujian Portable Rockwell Hardness.....	19
Gambar 2.7	Leeb U.....	20
Gambar 2.8	Sketsa Equotip 550 Leeb.....	20
Gambar 2.9	<i>Detail views</i> pada Equotip	21
Gambar 2.10	<i>Measurement and Statistic View</i> pada Equotip.....	21
Gambar 2.11	Strain Gauge.....	22
Gambar 3.1	Model dan Ukuran yang ditentukan pada ASTM E8.....	25
Gambar 3.2	Dimensi Benda uji Spesimen Besar (<i>Plate type</i>).....	25
Gambar 3.3	Dimensi Benda Uji Spesimen Kecil (<i>Sheet-type</i>).....	25
Gambar 3.4	Benda Uji	25
Gambar 3.5	Bagan Alir Penelitian.....	28
Gambar 3.6	Loading Principle pada Portable Rockwell.....	29
Gambar 3.7	Bagian <i>Universal Testing Machine</i>	30
Gambar 3.8	Diagram Alir UTM.....	31
Gambar 3.9	Contoh statistik hasil pengujian menggunakan Equotip Portable Rockwell Hardness.....	32
Gambar 3.10	Grafik Plot Nilai Elastisitas E.....	33
Gambar 3.11	Grafik Hubungan modulus elastisitas dengan nilai kekerasan	34
Gambar 4.1	Dimensi Benda Uji Spesimen Kecil.....	35
Gambar 4.2	Dimensi Benda Uji Spesimen Besar.....	36
Gambar 4.3	Persebaran Titik Percobaan A, B dan C.....	36
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Luas Penampang dengan Nilai Kekerasan.....	38

Gambar 4.5	Uji Tarik Menggunakan Strain Gauge (a) dan Universal Testing Machine (b).....	38
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Beban dan Pertambahan Panjang Menggunakan Universal Testing Machine.....	40
Gambar 4.7	Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Profil WF Web – 2	42
Gambar 4.8	Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Profil Plat Besar-1	42
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Plat Besar – 2.....	43
Gambar 4.10	Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Hollow Besar – 2..	43
Gambar 4.11	Perbedaan Bentang Tegangan Putus dengan Tegangan Leleh Masing-masing Profil.....	45
Gambar 4.12	Hubungan Tegangan Leleh dan Tegangan Putus.....	45
Gambar 4.13	Korelasi Tegangan leleh (F_y) dan Kekerasan (HV).....	48
Gambar 4.14	Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ-37.....	48
Gambar 4.15	Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ-41.....	48
Gambar 4.16	Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ-50.....	49
Gambar 4.17	Korelasi Tegangan putus (F_u) dengan Kekerasan (HV).....	51
Gambar 4.18	Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ-37.....	51
Gambar 4.19	Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ-41.....	52
Gambar 4.20	Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ- 50.....	52
Gambar 4.21	Korelasi Nilai Modulus Elastisitas dengan Kekerasan.....	54
Gambar 4.22	Hubungan Modulus Elastisitas dengan Tegangan Leleh masing-masing Profil.....	55
Gambar 4.23	Hubungan Modulus Elastisitas dengan Tegangan Putus masing-masing Profil.....	55
Gambar 4.24	Hubungan Modulus Elastisitas dengan Tegangan Leleh secara Keseluruhan.....	55

Gambar 4.25	Hubungan Nilai Modulus Elastisitas dengan Tegangan Putus secara Keseluruhan	56
-------------	--	----

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Tabel dan Grafik Modulus Elastisitas Menggunakan Universal Testing Machine.....	61
Lampiran 2	Tabel dan Grafik Modulus Elastisitas Menggunakan Strain Gauge.....	79
Lampiran 3	Statistika Pengujian Kekerasan Menggunakan Equotip Portable Rockwell Hardness.....	135

RINGKASAN

Wikha Fitria, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Desember 2017, *Korelasi Nilai Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas Baja Dengan Kekerasan Pada Equotip Portable Rockwell Hardness*, Dosen Pembimbing: Dr. Eng. Eva Arifi, ST., MT dan Bhondana Bayu B.K, ST.,MT

Perkembangan Infrastruktur yang pesat memunculkan ragam metode pengujian material, salah satunya yaitu *Non Destructive Test* yaitu metode pengujian material yang tidak mengharuskan adanya kerusakan pada material tersebut. Penggunaan *Non Destructive Test* yang mudah dibawa menjadi salah satu keunggulan yang membuatnya banyak digunakan saat pengujian di lapangan. Baja merupakan salah satu material konstruksi yang sangat banyak digunakan di seluruh dunia untuk pembangunan infrastruktur. Oleh karena itu banyak pula dilakukan analisis karakteristik terhadap konstruksi baja yang telah dibangun. Salah satunya yaitu nilai kekerasannya, yang mana cukup mudah diteliti dibandingkan dengan sifat baja yang lain seperti nilai kuat tarik dan modulus elastisitas.

Equotip Portable Rockwell Hardness merupakan alat yang memungkinkan pembacaan nilai kekasaran secara *Non Destructive Test*. Namun hasil dari alat tersebut hanya berupa nilai kekerasan membuat alat ini tidak dapat berfungsi secara optimal. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan korelasi nilai kekerasan yang didapatkan pada *Equotip Portable Rockwell Hardness* dengan nilai kuat tarik dan modulus elastisitas yang didapatkan menggunakan uji tarik baja.

Dari penelitian ini didapatkan hasil pengujian nilai kuat tarik dan modulus elastisitas spesimen uji baja yang dilakukan dengan metode uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine* dan pembacaan tegangan dari *strain gauge* dikorelasikan dengan nilai kekerasan yang didapatkan dari *Equotip Portable Rockwell Hardness*, meliputi grafik hubungan tegangan-regangan, nilai kuat Tarik dan modulus elastisitas memiliki korelasi yang linier jika dibandingkan dengan nilai kekerasannya pada beberapa mutu baja tertentu.

Kata Kunci: *material konstruksi, baja, nilai kuat tarik, modulus elastisitas, kekerasan, Equotip Portable Rockwell Hardness*

SUMMARY

Wikha Fitria, *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, December 2017, Correlation of Strong Pull Value and Modulus of Hard Steel Elasticity with Equotip Portable Rockwell Hardness, Supervisor: Dr. Eng. Eva Arifi, ST., MT and Bhondana Bayu B.K, ST., MT*

The rapid development of Infrastructure gave rise to varieties material testing method, one of which is Non Destructive Test that is material testing method which does not require any damage to the material. The use of the Non Destructive Test is easy to carry into one of the advantages that make it widely used when testing in the field. Steel is one of the most widely used construction materials around the world for infrastructure development. Therefore, many characteristic analyzes of steel construction have been constructed. One of them is the hardness value, which is quite easy to examine compared to other steel properties such as the value of tensile strength and modulus of elasticity.

Equotip Portable Rockwell Hardness is a tool that enables roughness value reading in Non Destructive Test. But the result of the tool is only a hardness value making this tool can not function optimally. Therefore, in this research, correlation of hardness values obtained in Equotip Portable Rockwell Hardness with value of tensile strength and elastic modulus obtained using tensile test of steel.

From this research, it can be concluded that the test of tensile strength and elasticity of steel specimens tested by tensile test using the Universal Testing Machine and voltage reading from strain gauge are correlated with hardness values obtained from Equotip Portable Rockwell Hardness, including stress-strain relationship graph, Strong values Tensile and elastic moduli have linear correlations when compared to their hardness values on certain steel grades.

Keywords: *construction material, steel, tensile strength value, elastic modulus, hardness, Equotip Portable Rockwell Hardness*