

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

**NASKAH PUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**WIKHA FITRIA
NIM. 145060101111042**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2017**

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

(The Correlation of Tensile Strength and Modulus of Elasticity of Steel with Hardness Value Measured by Equotip Portable Rockwell Hardness)

Wikha Fitria, Eva Arifi, Bhondana Bayu B.K.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia-Telp (0341) 566710. 587711

E-mail: wikhafitria@gmail.com

ABSTRAK

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

ABSTRACT

Equotip Portable Rockwell Hardness is a tool that enables roughness value reading in Non Destructive Test. But the result of the tool that only reads the hardness value making this tool's function not optimal. Therefore, in this research, hardness values obtained in Equotip Portable Rockwell Hardness are being compared 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

PENDAHULUAN

Pada forensik struktur, sering sekali dijumpai kecacatan ataupun kegagalan pada material benda uji. Kecacatan tersebut terjadi bukan karena kebetulan, tetapi disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu sumber daya manusia yang kurang ahli, sarana dan prasarana yang kurang mendukung ataupun pembebanan diluar perhitungan. Untuk mengetahui kecacatan yang terjadi pada material tersebut, metode yang sering digunakan adalah dengan menggunakan alat *Destructive Test*. Dimana dari alat tersebut bisa didapatkan data kekuatan yang terjadi pada material tersebut dengan mengambil sampel pada daerah beda uji. Namun *Destructive Test* ini tidaklah efektif, karena mengharuskan adanya kerusakan pada material pengujian. Sehingga muncullah inovasi yaitu NDT (*Non Destructive Test*). NDT sendiri merupakan pengujian material yang memungkinkan mengetahui tingkat kekuatan tanpa merusak material tersebut.

Tuntutan akan praktisitas mengenai sifat dan kekuatan baja pun ikut meningkat dengan berkembangnya teknologi. Sehingga dalam hal ini, dilakukan penelitian uji coba terhadap baja dengan menggunakan 3 (tiga) alat yaitu Uji Tarik (*Tensile Test*) dengan *Universal Testing Machine* (UTM), Uji hardness dengan menggunakan *Equotip Portable Rockwell Hardness*, dimana *Equotip Portable Rockwell Hardness* merupakan alat *Non Destructive Test*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui korelasi modulus elastisitas dan nilai kuat tarik yang didapatkan melalui uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine* di laboratorium dengan nilai kekerasan menggunakan *Equotip Portable Rockwell Hardness*. Korelasi tersebut digunakan untuk mengkonfirmasi nilai modulus elastisitas dan nilai kuat tarik baja di lapangan dengan menguji nilai kekerasannya menggunakan *Equotip Portable Rockwell Hardness*, sehingga tidak mengharuskan adanya konfirmasi dengan uji tarik di laboratorium. Adapun hasil akhir yang diharapkan dari penulisan skripsi ini yaitu korelasi masing-masing modulus elastisitas dan nilai kuat tarik baja berupa tegangan putus dan tegangan leleh dari uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine* dengan nilai kekerasan menggunakan *Equotip Portable Rockwell Hardness*.

TINJAUAN PUSTAKA

Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan kemiringan dari diagram tegangan dan regangan yang masih dalam kondisi elastis. Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan menahan tegangan yang cukup besar dalam kondisi regangan yang masih kecil, artinya bahwa baja tersebut mampu menahan tegangan (desak utama) yang cukup besar akibat beban-beban yang terjadi pada suatu regangan (kemampuan terjadi retak) kecil, tolak ukur yang umum dari sifat elastisitas yang merupakan

perbandingan dari desakan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang sebagai akibat dari desakan yang diberikan.

Sehingga dari persamaan Hooke mengenai tegangan-regangan, dapat dicari nilai modulus elastisitas dengan persamaan:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{P.L}{A.\Delta L}$$

Dimana :

σ = Tegangan Aksial (kg/cm^2)

ε = Regangan Aksial

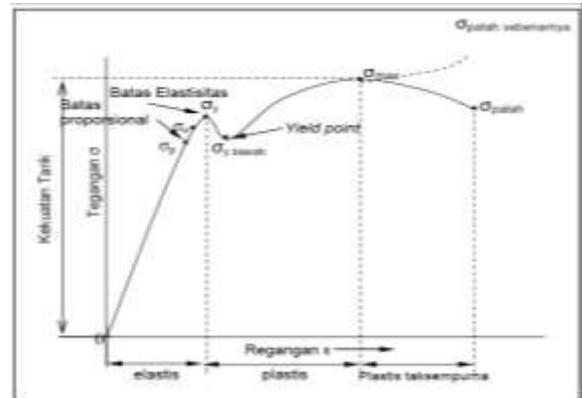
P = Gaya Aksial (kg)

L = Panjang struktur mula-mula (cm)

E = Modulus Elastisitas (kg/cm^2)

A = Luas Penampang Batang (cm^2)

ΔL = Pertambahan panjang struktur (cm)



Gambar 1. Kurva Tegangan Regangan pada Uji Tarik Baja

Sumber: Indrawahyuni dkk (2010)

Nilai Kuat Tarik

Kekuatan Tarik atau tegangan putus (ultimate tensile strength) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Biasanya ultimate tensile strength dinotasikan sebagai fu. Dalam tensile strength, juga ditemukan definisi tegangan Leleh (notasi: fy) yang mana merupakan tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah kecil deformasi plastis yang ditetapkan. Nilai Kekuatan leleh merupakan titik awal sebuah material bahan atau logam mulai terdeformasi secara plastik.

Tegangan putus dan tegangan leleh sendiri dapat dicari dengan persamaan:

$$F_y = P_y/A$$

$$F_u = P_u/A$$

Dimana: P_y = beban saat benda uji mengalami leleh

P_u = beban saat benda uji mengalami putus

Sesuai dengan SNI 03-1729-2002 maka mutu baja dibagi menjadi kelas mutu sebagai berikut :

Tabel 1. Klasifikasi Mutu Baja

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber: SNI 03-1729-2002

Nilai Kekerasan

Nilai kekerasan adalah ketahanan material terhadap deformasi tekan atau penetrasi sementara yang dilakukan oleh indenter. Pengujian terhadap kekerasan bertujuan untuk mengukur ketahanan material terhadap deformasi plastis. Prinsip pengukuran kekerasan yaitu dengan pemberian gaya tekan pada permukaan material menggunakan indenter. Dimana luas ataupun diameter indenter sudah terukur. Adapun indenter yang digunakan uji kekerasan pada umumnya berbeda-beda bentuknya, yaitu bola, kerucut dan piramida. Nilai kekerasan dihitung menggunakan formula dari alat masing-masing dari perubahan deformasi per tiap jejaknya saat indentasi.

Menurut Sudarno (2010), nilai kekerasan yang dikorelasikan dengan tegangan dapat memperlihatkan kelompok logam yang dimiliki benda uji jika melihat dari nilai koefisien determinan yang terjadi. Adapun pengelompokan logam menurut Sudarno dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelompok Logam Menurut Sudarno (2010)

Absah (X)	Ordinat (Y)	Kelompok Logam	Korelasi, R^2				
			Regresi Linier	Regresi Logaritma	Regresi Polinomial of order	Regresi Persegi panjang	Regresi Polinomial
Hv	σ_u	Ulet	0,9968	0,9855	0,9998	0,9986	0,9586
		Gelas	0,5085	0,5010	0,5135	0,5120	0,4780

Sumber : Sudarno (2010)

METODOLOGI PENELITIAN

Variabel Penelitian

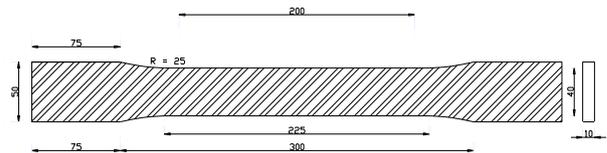
Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti sendiri. Adapun variabel bebas pada penelitian ini yaitu variasi profil dan tipe spesimen yaitu WF 200.100.8.6,8 (web and flange), Hollow 100.50.5, Siku 60.60.6, dan Plat 8 mm.

Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang bergantung pada variabel bebas. Pada penelitian ini yang merupakan variabel terikat yaitu nilai kuat tarik, modulus elastisitas dari uji tarik dan

nilai kekerasan menggunakan Equotip Portable Rockwell Hardness.

Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah profil baja yang telah ditentukan yaitu WF 200.100.8.6,8 (web and flange), Hollow 100.50.5, Siku 60.60.6, dan Plat 8 mm.. Adapun alat yang digunakan untuk membaca nilai kekerasan yaitu



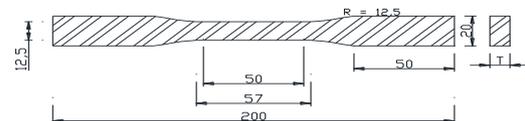
Equotip Portable Rockwell Hardness, untuk pembacaan nilai tegangan-regangan digunakan pembacaan *Strain Gauge* pada *strain meter*, dan untuk penentuan nilai P_y dan P_u digunakan *Universal Testing Machine*.

Rancangan Benda Uji

Ketentuan Spesimen ASTM E8

Pada pengujian ini digunakan profil baja yang telah distandarisasi ukurannya menurut dengan ASTM E-8 dimana terbagi atas spesimen besar yang merupakan *plate type* dan spesimen kecil yang merupakan *sheet type*, dimana ketetapan ukuran dapat dilihat pada gambar dibawah.

Gambar 2. Dimensi Benda uji Spesimen Besar



Gambar 3. Dimensi Benda Uji Spesimen Kecil

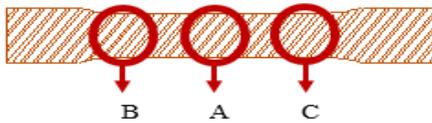


Gambar 4. Benda Uji

Pengujian Nilai Kekerasan menggunakan Equotip Portable Rockwell Hardness

Sebelum melakukan pengujian, diharuskan adanya penghalusan akan permukaan benda uji sesuai yang dapat dibaca oleh *Equotip Portable Rockwell Hardness*, setelah didapatkan kehalusan yang tepat, dilakukan pembacaan deformasi akan nilai kekerasan oleh indenter. Dari alat *Equotip Portable Rockwell Hardness* didapatkan grafik dan statistik perubahan deformasi yang terbaca oleh indenter. Pengujian terhadap nilai kekerasan dilakukan pada

tengah dan kedua sisi tepi benda uji seperti yang dapat terlihat pada titik A, B dan C di gambar berikut.

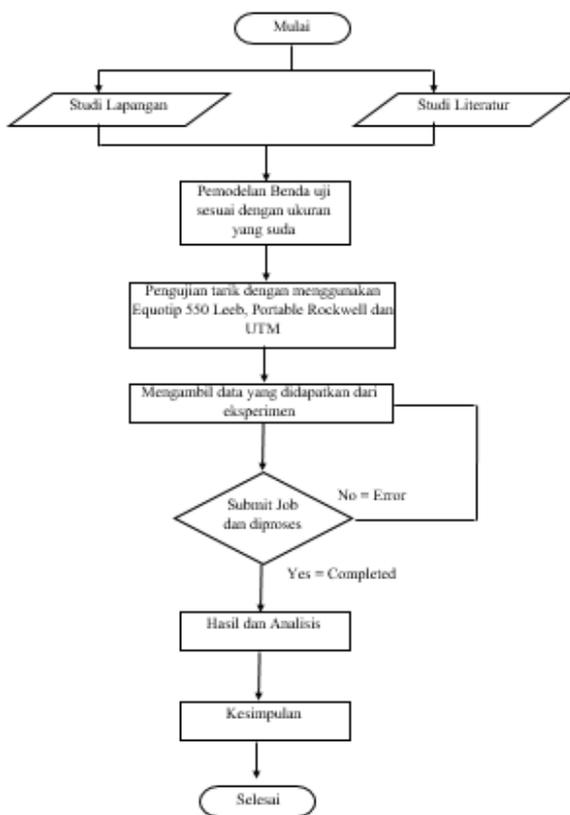


Gambar 5. Persebaran Titik Pengujian Kekerasan

Pengujian Tarik menggunakan Universal Testing Machine

Sebelum dilakukan pengujian tarik menggunakan *Universal Testing Machine*, dilakukan pemasangan *strain gauge* pada tengah dan tepi benda uji. Namun *strain gauge* tepi hanya diberikan pada spesimen besar karena spesimen kecil tidak memungkinkan pemasangan *strain gauge*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan perilaku tegangan-regangan yang dimiliki oleh benda uji. Setelah *strain gauge* terpasang, maka dilakukan pembacaan tegangan-regangan pada *strain meter*, dan setelah benda uji mengalami putus, dianalisis P_y dan P_u yang terjadi pada grafik hubungan beban dan pertambahan panjang yang didapatkan dari UTM.

Diagram Alir Tahapan Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Nilai Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan menggunakan Equotip Portable Rockwell Hardness, didapatkan hasil pada titik percobaan A, B dan C sesuai yang terlihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 dengan A merupakan luasan penampang spesimen, dimana $A = W \times t$, dan HV merupakan nilai kekerasan, yang mana merupakan perbandingan antara beban dengan luasan indentasi, dinotasikan dalam HV yang mana sama dengan $1,854 \text{ Kg/mm}^2$. Dari Tabel 2 dan Tabel 3 didapatkan bahwa semakin kecil luasan penampang, maka terdapat kecenderungan semakin besar nilai kekerasan dalam HV yang dapat terjadi.

Tabel 2. Hasil Nilai Kekerasan Spesimen Besar

No	Profil	A (mm ²)	HV			HV Rata-rata
			(a)	(b)	(c)	
1	HOLLOW WEB 2	200	154	348	293	265
2	PLAT BESAR 1	310	154	152	151	152
3	PLAT BESAR 2	310	146	145	165	152
4	WF BESAR 1	232	290	215	216	240
5	WF BESAR 2	232	257	156	233	215

Tabel 3. Hasil Nilai Kekerasan Spesimen Kecil

No	Profil	A (mm ²)	HV			HV Rata-rata
			(a)	(b)	(c)	
1	HOLLOW FLANGE 1	62,4	225	237	342	268
2	HOLLOW FLANGE 2	64,35	311	181	248	247
3	HOLLOW FLANGE 3	64,35	297	235	166	233
4	HOLLOW FLANGE 4	61,44	293	218	260	257
5	PLAT KECIL 1	98,8	331	238	306	292
6	PLAT KECIL 2	103,74	238	536	487	420
7	SIKU KECIL 1	70,49	283	304	197	261
8	SIKU KECIL 2	68,64	220	235	326	260
9	WF FLANGE 1	102,4	222	227	131	193
10	WF FLANGE 2	102,4	175	100	362	212



Gambar 6. Grafik Hubungan Luas Penampang dengan Nilai Kekerasan

Pengujian Tarik untuk mendapatkan Modulus Elastisitas menggunakan Strain Gauge

Nilai modulus elastisitas didapatkan dari plotting nilai tegangan dan regangan yang didapatkan dari pembacaan regangan pada *strain meter*. Sedangkan nilai tegangan didapatkan dari pembagian nilai beban dengan luasan penampang benda uji. Adapun

hasil dari pengujian pada *strain gauge* didapatkan nilai modulus elastisitas sebagai berikut.

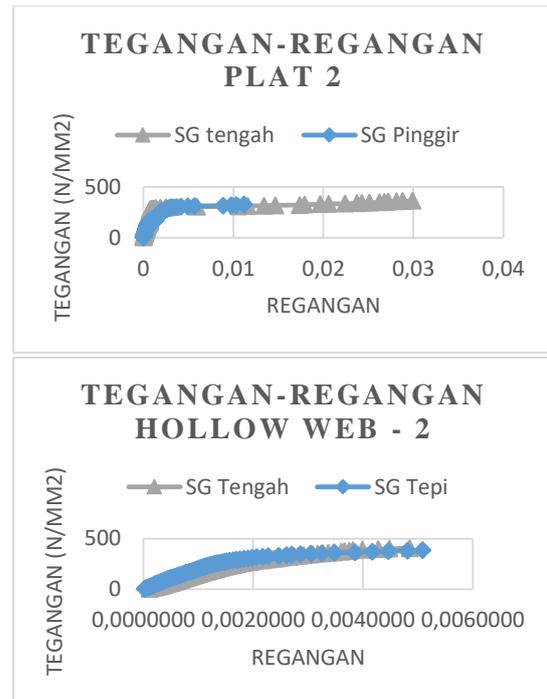
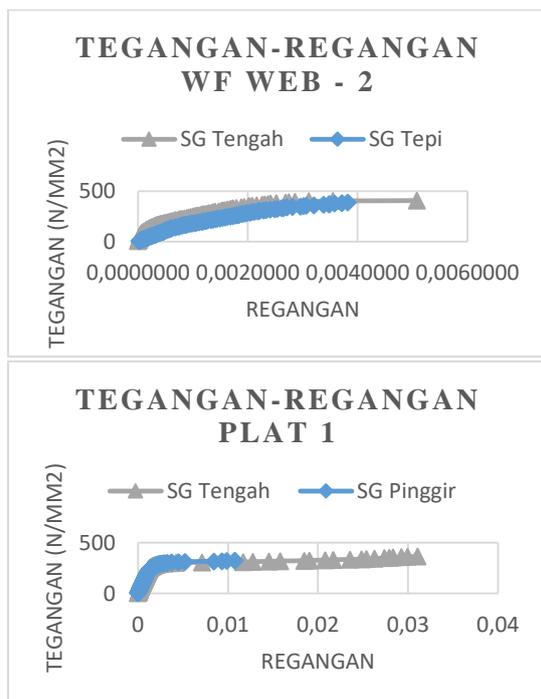
Tabel 4. Modulus Elastisitas Strain Gauge Tengah

No	Profil	E	Rata-rata
1	HOLLOW FLANGE 1	166266	158179
2	HOLLOW FLANGE 2	141903	
3	HOLLOW FLANGE 3	149858	
4	HOLLOW FLANGE 4	174688	
5	PLAT KECIL 1	188703	187512
6	PLAT KECIL 2	186320	
7	SIKU KECIL 1	141334	126563
8	SIKU KECIL 2	111792	
9	WF FLANGE 1	78353	128891
10	WF FLANGE 2	179429	
11	HOLLOW WEB 2	160322	160322
12	PLAT BESAR 1	196206	223396
13	PLAT BESAR 2	250586	
14	WF BESAR 1	222963	215085
15	WF BESAR 2	207206	

Tabel 5. Modulus Elastisitas Strain Gauge Tepi

No	Profil	E (Mpa)	Rata-rata
1	HOLLOW WEB 2	193752	193752
2	PLAT BESAR 1	188738	227780
3	PLAT BESAR 2	266821	
4	WF BESAR 1	174157	154889
5	WF BESAR 2	135620	

Adapun dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai modulus elastisitas di bagian tengah dengan tepi spesimen tidak memiliki perbedaan yang jauh, hal tersebut dapat dilihat dari gambar-gambar dibawah yang merupakan perbandingan grafik tegangan-regangan yang terjadi pada beberapa spesimen besar.



Gambar 7. Perbedaan Hubungan Tegangan - Regangan pada Spesimen Besar

Pengujian Nilai Kuat Tarik

Nilai Kuat Tarik didapatkan dari pembagian beban dengan luasan penampang saat sedang mengalami leleh dan saat benda uji mengalami beban maksimum saat putus. Beban ini didapatkan dari grafik hubungan beban dan pertambahan panjang yang didapatkan dari *Universal Testing Machine* (UTM).

Dari hasil pengujian, didapatkan hasil plotting beban dengan luas penampang untuk mendapatkan nilai kuat tarik sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Nilai Kuat Tarik

No	Profil	A (mm ²)	Py (N)	Pu (N)	Fy (Mpa)	Fu (Mpa)
1	HOLLOW FLANGE 1	62,4	19000	23000	304	369
2	HOLLOW FLANGE 2	64,35	21000	24000	326	373
3	HOLLOW FLANGE 3	64,35	22000	25000	342	389
4	HOLLOW FLANGE 4	61,44	19000	23500	309	382
5	PLAT KECIL 1	98,8	30000	42000	304	425
6	PLAT KECIL 2	103,74	34000	46000	328	443
7	SIKU KECIL 1	70,49	22000	35000	312	497
8	SIKU KECIL 2	68,64	28000	35000	408	510
9	WF FLANGE 1	102,4	38000	46000	371	449
10	WF FLANGE 2	102,4	37000	46000	361	449
11	HOLLOW WEB 2	200	75000	85000	375	425
12	PLAT BESAR 1	310	90000	145000	290	468
13	PLAT BESAR 2	310	92000	142000	297	458
14	WF BESAR 1	232	105000	120000	453	517
15	WF BESAR 2	232	90000	115000	388	496

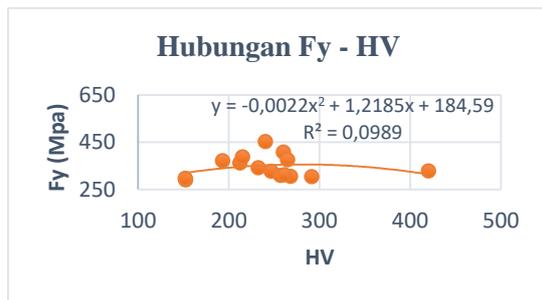
Dari hasil pengujian menggunakan *Universal Testing Machine*, didapatkan hasil rata-rata fy dan fu pada masing-masing profil dimana dari rata-rata tersebut dapat diketahui klasifikasi mutu baja yang dimiliki oleh profil tersebut sebagai berikut.

Tabel 7. Penentuan Mutu Profil Baja

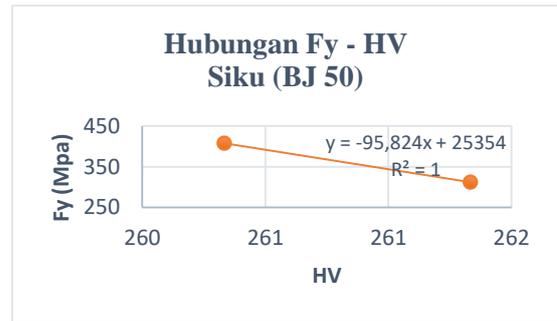
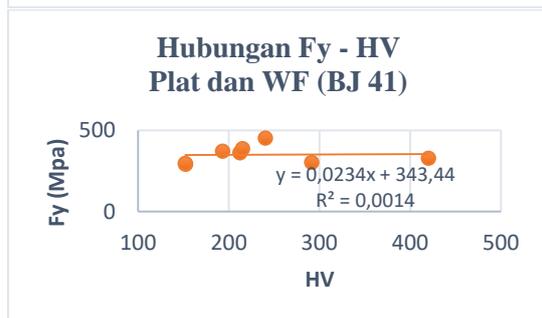
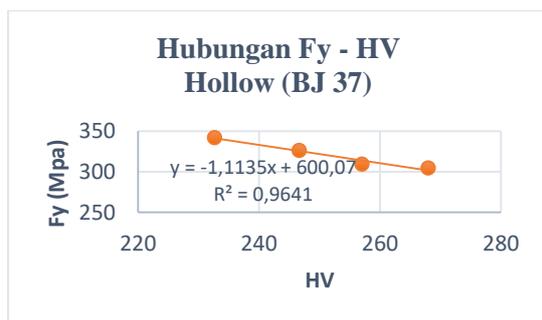
Profil	Fy (MPa)	Fu (MPa)	Mutu
Hollow	331	387,4	BJ 37
Plat	305	448,5	BJ 41
Siku	360	503	BJ 50
WF	393	477,5	BJ 41

Korelasi Nilai Kuat Tarik dengan Kekerasan

Dari hasil nilai kekerasan dan kuat tarik yang telah didapatkan, maka bisa ditarik sebuah hubungan nilai kuat tarik dengan kekerasan. Dimana korelasi ini merupakan hubungan nilai kuat tarik dengan kekerasan secara umum yang mana mutu baja yang dimiliki berbeda-beda. Adapun hasil korelasi secara umum biasanya mengakibatkan nilai koefisien determinan yang kecil, sehingga untuk mendapatkan keakuratan yang lebih tinggi, dilakukan korelasi per tiap mutu baja untuk mendapatkan nilai koefisien yang lebih tinggi sehingga dapat ditentukan pula kelompok logam seperti yang dilakukan oleh Sudarno (2010).

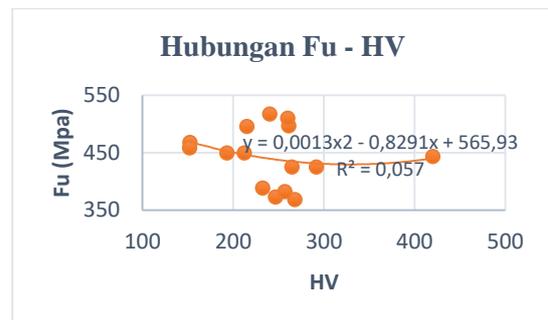


Gambar 8. Hubungan Fy-HV secara Umum

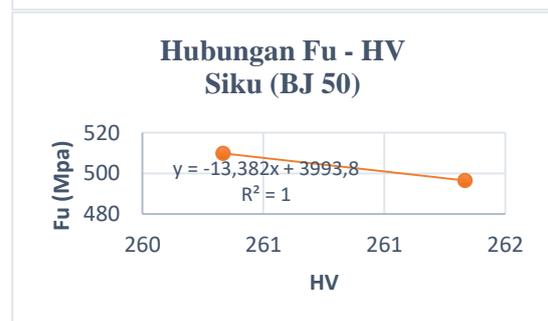
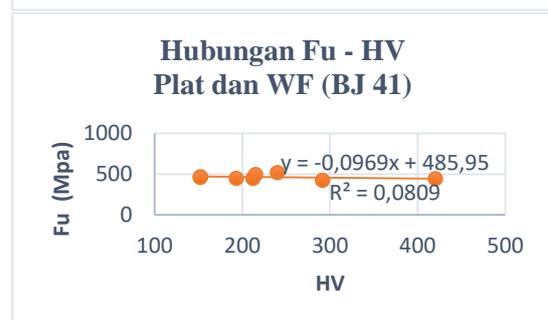
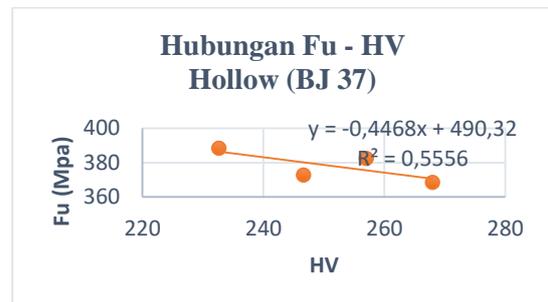


Gambar 9. Hubungan Fy-HV per tiap Mutu Baja

Sedangkan adapun hasil hubungan tegangan putus dengan kekerasan dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah.



Gambar 10. Hubungan Fu-HV secara Umum



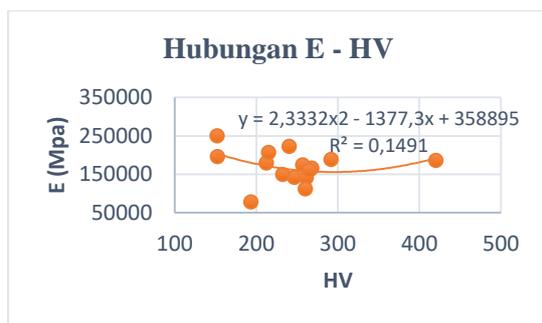
Gambar 11. Hubungan Fu-HV per tiap Mutu Baja

Korelasi Modulus Elastisitas dengan Kekerasan

Berbeda dengan tegangan leleh dan tegangan putus yang dicari untuk mencari mutu baja dari material baja yang diujikan, nilai modulus elastisitas justru tidak dapat digunakan untuk penentuan mutu baja. Nilai dari modulus elastisitas yang didapatkan hanya akan menjadi tolak ukur dari kesesuaian dari modulus elastisitas baja pada umumnya.

Sehingga korelasi nilai modulus elastisitas dengan kekerasan yang didapatkan hanya akan menjadi pembanding saat diujikan di lapangan apakah sudah sesuai dengan ketentuan dan kesesuaian tertentu. Sama seperti halnya prosedur korelasi nilai kuat tarik baja, korelasi nilai modulus elastisitas dengan kekerasan juga didapatkan dengan membandingkan nilai modulus elastisitas yang terjadi pada uji tarik melalui tegangan strain gauge yang terjadi dengan nilai kekerasan yang didapatkan dari alat Equotip Portable Rockwell Hardness.

Adapun hasil korelasi modulus elastisitas dengan kekerasan dapat dilihat pada Gambar 12.



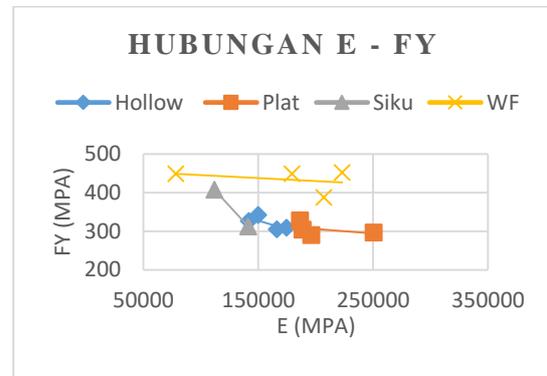
Gambar 12. Hubungan Modulus Elastisitas dengan Kekerasan

Hubungan Nilai Kuat Tarik dengan Modulus Elastisitas

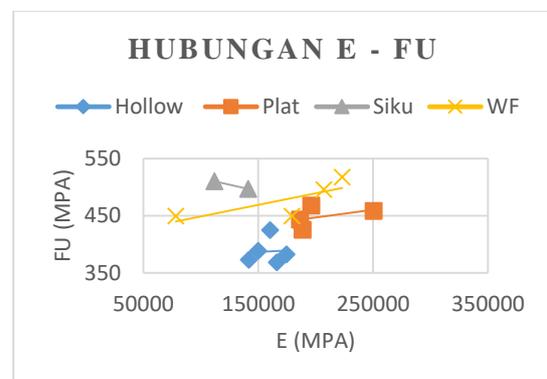
Pada dasarnya nilai modulus elastisitas dan nilai kuat tarik baja tidak memiliki korelasi yang signifikan. Karena variabel untuk mengkorelasikan biasanya harus dengan mutu yang sama. Pada penelitian uji tarik kali ini, didapatkan bahwa modulus elastisitas dan nilai kuat tarik memiliki kecenderungan berbanding terbalik. Hal ini dapat terlihat pada plot grafik nilai kuat tarik dengan modulus elastisitas masing-masing profil baja pada Gambar 13 dan Gambar 14. Meskipun tidak selalu, seperti halnya yang terjadi pada grafik plot nilai tegangan putus. Hal ini kemungkinan besar terjadi karena durabilitas dari masing-masing mutu dalam menahan tegangan ultimate berbeda-beda dan memiliki rentang yang lebih besar

dibandingkan dengan rentang saat baja mengalami tegangan leleh.

Adapun hubungan modulus elastisitas dengan nilai kuat tarik dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah dibawah.



Gambar 15. Hubungan E-Fy masing-masing Profil



Gambar 16. Hubungan E-Fu masing-masing Profil

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian uji kekerasan menggunakan Equotip Portable Rockwell Hardness dan uji tarik menggunakan Universal Testing Machine yang telah dilakukan untuk mengetahui korelasi nilai kuat tarik dan modulus elastisitas pada baja terhadap nilai kekerasan, dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Nilai kuat tarik dan Modulus Elastisitas dari profil baja yang diujikan akibat pengujian metode Uji Tarik menggunakan Universal Testing Machine yaitu :
 - a. Nilai Kuat Tarik yang didapatkan akibat uji tarik menggunakan Universal Testing Machine untuk masing-masing profil baja yaitu:

Hollow	Fy = 331 Mpa	Fu = 387,4 Mpa
Plat	Fy = 305 Mpa	Fu = 448,5 Mpa
Siku	Fy = 360 Mpa	Fu = 503 Mpa
WF	Fy = 393 Mpa	Fu = 477,5 Mpa

Dari nilai kuat tarik yaitu tegangan leleh dan tegangan putus yang terjadi dapat diketahui mutu baja profil yaitu profil Hollow BJ 37, profil Plat

dan WF BJ 41, sedangkan profil Siku BJ 50.

- b. Nilai Modulus Elastisitas yang didapatkan akibat uji tarik dengan bantuan pembacaan strain gauge yaitu:

Hollow	E = 158607 Mpa
Plat	E = 205454 Mpa
Siku	E = 126563 Mpa
WF	E = 189738 Mpa

Pembacaan regangan dengan bantuan strain gauge diatas adalah dari pembacaan strain gauge tengah bentang. Digunakan analisis tengah bentang saja karena didapatkan analisis bahwa nilai modulus elastisitas yang terjadi pada tengah bentang dan tepi bentang tidak jauh berbeda. Nilai modulus elastisitas yang terjadi cukup kecil diperkirakan karena perletakan strain gauge yang tidak tepat pada tempat spesimen baja mengalami tegangan maksimum (titik putus).

- c. Nilai kekerasan rata-rata yang didapatkan pada uji kekerasan menggunakan Equotip Portable Rockwell Hardness yaitu:

Hollow	253,8 HV
Plat	254 HV
Siku	261 HV
WF	215,5 HV

Dari nilai kekerasan yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa semua profil Siku tergolong dalam material ulet dan profil Hollow tergolong dalam material getas.

2. Adapun beberapa korelasi yang didapatkan dari nilai kuat tarik dan modulus elastisitas baja terhadap nilai kekerasan yaitu:

- a. Nilai kuat tarik cenderung berbanding terbalik dengan kekerasan, dimana didapatkan persamaan dalam kondisi tidak diketahui mutu baja sebagai berikut:

$$TS = 0,0013HV^2 - 0,8291HV + 565,93$$
$$YS = -0,0022 HV^2 + 1,2185 HV + 184,59$$
$$E = 2,3332 HV^2 - 1377,3 HV + 358895$$

Persamaan yang didapatkan cenderung memiliki koefisien determinan yang kecil, hal ini diperkirakan terjadi akibat ketidakseragaman mutu baja profil yang diujikan.

- b. Persamaan korelasi nilai kuat tarik baja dengan nilai kekerasan ketika diketahui mutu baja adalah sebagai berikut:

Mutu BJ 37

$$TS = -0,4468 HV + 490,32$$
$$YS = -1,1135 HV + 600,07$$

Mutu BJ 41

$$TS = -0,0969 HV + 485,95$$
$$YS = 0,0234 HV + 343,44$$

Mutu BJ 50

$$TS = -13,382 HV + 3993,8$$

$$YS = -95,824 HV + 25354$$

DAFTAR PUSTAKA

Askeland., D. R. (1985). The Science and Engineering of Material. Alternate Edition. Boston, USA: PWS.

Budiman, Haris. (2016). Analisis Pengujian Tarik (Tensile Strength) pada Baja ST37 dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. Jurnal J-Ensitem 3 (1): 9-10

Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T. (1955). The Testing and Inspection of Engineering Materias. New York, USA: McGraw-Hill Book Company.

Dieter, G.E. (1987). Metalurgi Mekanik. Terjemahan. Sriati D. Jakarta: Penerbit Erlangga

Effendi, S. (2009). Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil Terhadap Kekerasan Logam. Jurnal Austenit: 39-43

Gere, J.M., Timoshenko. (1997). Mekanika Bahan. Terjemahan Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Groenendijk, G. (1980). Teknologi Mekanik. Terjemahan Edisi 1. Bandung: Binacipta

Indrawahyuni, H., Dewi, S. M., Prastumi. (2010). Mekanika Bahan. Malang : Bargie Media.

Setiawan, Agus. (2008). Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Singer, F.L.& Andrew, Pytel. (1995). The Theory of Material Strength. Edisi II. Terjemahan Darwin Sebayang. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Sudarno. (2010). Hubungan Antara Kekerasan dengan Kekuatan Tarik pada Logam Ulet dan Getas. Jurnal Agritek 11.(1): 10-11

SNI 03-1729-2002. (2002). Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung. Departemen Pekerjaan Umum

Suseno, Hendro. (2010). Bahan Bangunan untuk Teknik Sipil. Malang: Bargie Media.