

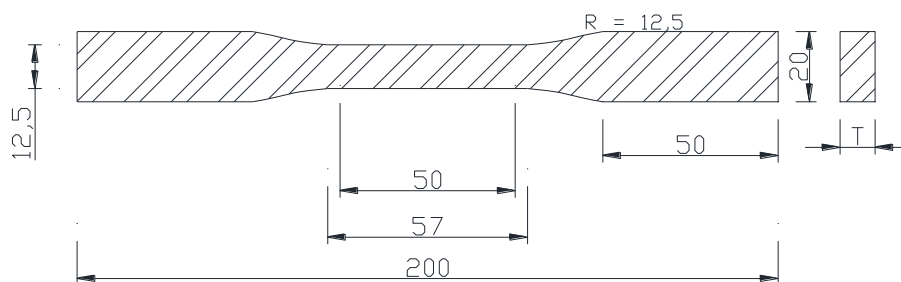
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1.1 Uji Kekerasan Baja

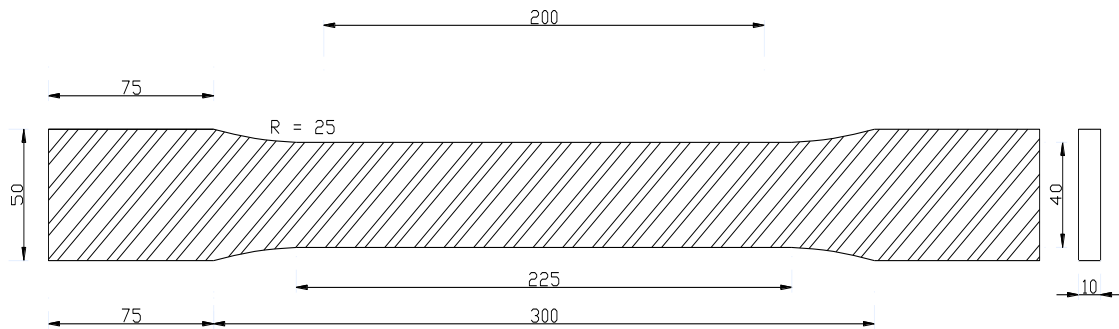
Pengujian Kekerasan Baja dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan dan dapat menggambarkan kemampuan yang dapat diterima oleh spesimen profil baja. Pengujian ini menggunakan 15 (lima belas) sampel, dimana terdiri atas 10 (sepuluh) spesimen kecil dan 5 (lima) spesimen besar. Spesimen besar diambil dari bagian web profil baja, sedangkan pada spesimen kecil diambil dari bagian flange profil baja. Adapun jenis profil yang digunakan yaitu profil WF 200.100.8.6,8 (*web and flange*), *Hollow* 100.50.5, Siku 60.60.6, dan Plat 8 mm. Untuk ukuran dan model dari spesimen mengikuti aturan ASTM E8. Standarisasi ukuran dan model yang mengikuti aturan ASTM E8 bertujuan agar benda uji yang sudah di uji kekerasannya, dapat digunakan langsung untuk uji tarik. Uji kekerasan yang akan menghasilkan nilai kekerasan dalam HV oleh *Equotip Portable Rockwell Hardness* akan dibandingkan dengan nilai kuat tarik yang didapatkan dari uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine*.

Pada pengujian kekerasan penelitian ini, pengujian dilakukan pada tengah spesimen dan juga kedua tepi spesimen. Titik percobaan ini dibagi menjadi titik A, B dan C. Pengujian di tepi dan ditengah bertujuan untuk mengetahui perbedaan perilaku dan kemampuan yang dapat diterima oleh spesimen profil baja. Selain itu juga dapat menambah keakurasian nilai kekerasan dengan memperbanyak titik percobaan.

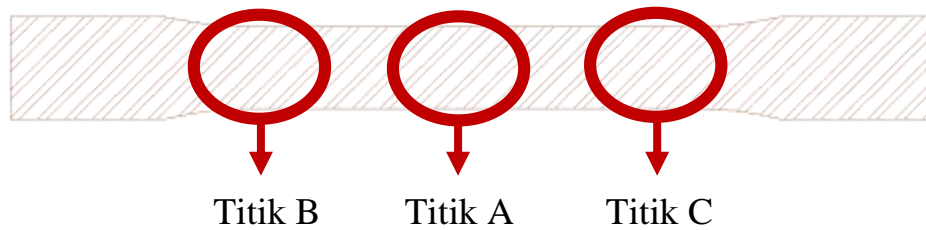
Untuk pengujian kekerasan dilakukan pada spesimen profil baja yang dipotong sesuai dengan ASTM E8 dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2, sedangkan untuk persebaran titik percobaan dilakukan seperti yang terlihat pada Gambar 4.3:



Gambar 4.1 Dimensi Benda Uji Spesimen Kecil



Gambar 4.2 Dimensi Benda Uji Spesimen Besar



Gambar 4.3 Persebaran Titik Percobaan A, B dan C

Dari hasil pengujian kekerasan menggunakan Equotip Portable Rockwell Hardness, didapatkan hasil pada titik percobaan A, B dan C sesuai yang terlihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 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  $1,854 \text{ Kgf/mm}^2$ .

Tabel 4.1

Hasil Uji Kekerasan pada titik percobaan A, B dan C Spesimen Besar

No	Profil	A (mm <sup>2</sup> )	HV			HV Rata-rata	HV Rata-rata
			(a)	(b)	(c)		
1	HOLLOW WEB 2	200	154	348	293	265	265
2	PLAT BESAR 1	310	154	152	151	152	152
3	PLAT BESAR 2	310	146	145	165	152	
4	WF BESAR 1	232	290	215	216	240	228
5	WF BESAR 2	232	257	156	233	215	

Tabel 4.2

Hasil Uji Kekerasan pada titik percobaan A, B dan C Spesimen Kecil

No	Profil	A (mm <sup>2</sup> )	HV			HV Rata-rata	HV Rata-rata
			(a)	(b)	(c)		
1	HOLLOW FLANGE 1	62,4	225	237	342	268	251
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	356
6	PLAT KECIL 2	103,74	238	536	487	420	
7	SIKU KECIL 1	70,49	283	304	197	261	261
8	SIKU KECIL 2	68,64	220	235	326	260	
9	WF FLANGE 1	102,4	222	227	131	193	203
10	WF FLANGE 2	102,4	175	100	362	212	

Berbeda dengan gaya tarik yang cenderung mengalami distribusi gaya tarik lebih merata dari ujung ke tengah, kekerasan justru terdistribusi merata secara keseluruhan. Hal ini dapat terlihat dari hasil Uji kekerasan pada titik percobaan A, B dan C yang tidak memiliki perbedaan nilai yang terlalu besar. Selain itu, dari hasil uji kekerasan sebelumnya juga terlihat bahwa benda uji dengan luas penampang yang besar memiliki nilai kekerasan yang cenderung lebih kecil dibandingkan benda uji dengan luas penampang yang kecil, seperti yang terlihat pada Grafik 4.1. Nilai kekerasan berpengaruh besar dalam klasifikasi kelompok logam yang mana dapat diketahui dengan mengetahui nilai koefisien determinasi pada persamaan regresi hubungan tegangan dengan kekerasan seperti pada Tabel 4.3. Adapun hasil rata-rata nilai kekerasan pada masing-masing profil yaitu :

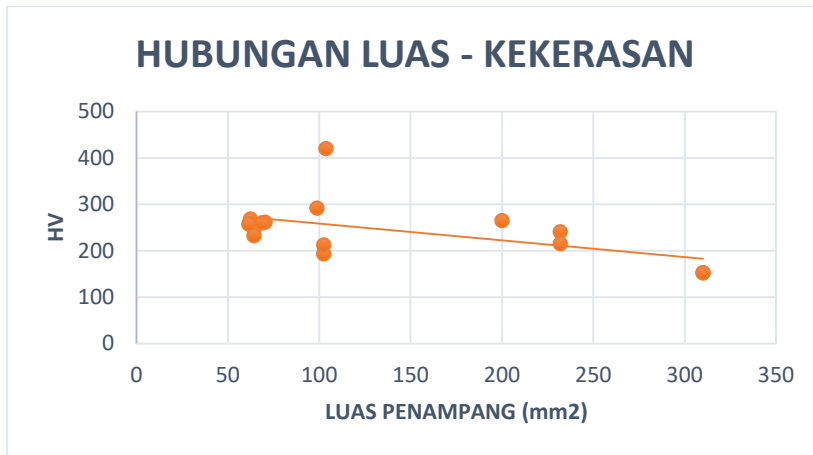
- Hollow = 253,8 HV
- Siku = 261 HV
- Plat = 254 HV
- WF = 215 HV

Tabel 4.3

Sifat-sifat Logam sesuai dengan Kekerasan, Kuat Tarik dan Daya Susut

Absis (X)	Ordinat (Y)	Kelompok Logam	Korelasi, R <sup>2</sup>				
			Regresi Linier	Regresi Logaritma	Regresi Polinomial (orde-1)	Regresi Perpanjangan	Regresi Polinomial
Hv	$\sigma_u$	Ulet	0,9968	0,9855	0,9998	0,9986	0,9586
		Getas	0,5085	0,5010	0,5135	0,5120	0,4780

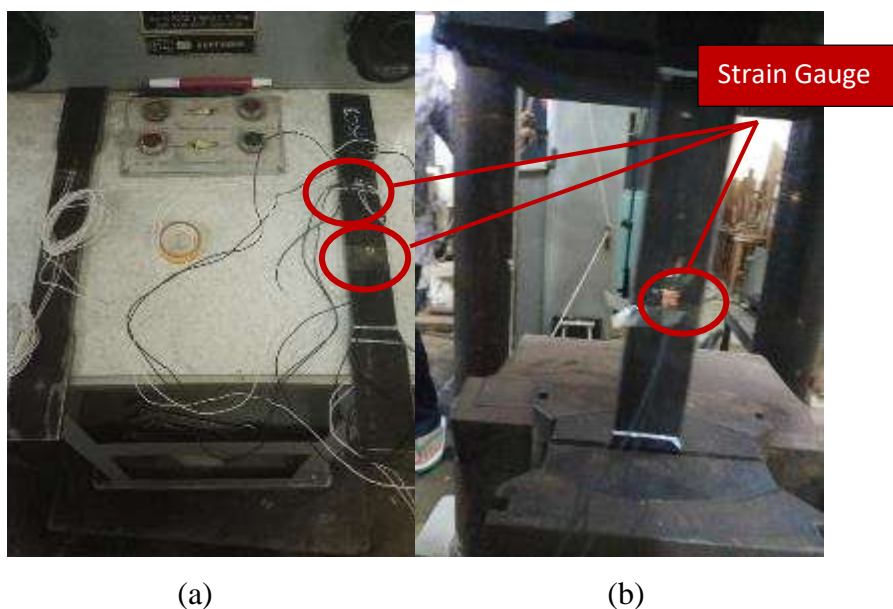
Sumber: Sudarno (2010)



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Luas Penampang dengan Nilai Kekerasan

## 1.2 Uji Tarik Baja

Pengujian tarik baja dimaksudkan untuk dapat mengetahui data mutu baja. Dimana data mutu baja yang didapat akan menggambarkan kemampuan yang dimiliki material baja tersebut dalam menerima beban yang bekerja padanya. Benda uji yang digunakan pada uji tarik penelitian ini merupakan benda uji yang sama dan telah diuji kekerasan sebelumnya. Pengujian tarik Baja dilakukan menggunakan Universal Testing Machine dimana untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti digunakan bantuan *strain gauge* seperti yang terlihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Uji Tarik Menggunakan Strain Gauge (a) dan Universal Testing Machine (b)

Hasil dari pengujian tarik baja menggunakan Universal Testing Machine berupa grafik hubungan beban dan pertambahan panjang. Dari grafik tersebut dapat diperoleh nilai beban leleh ( $P_y$ ) dan beban putus ( $P_u$ ). Dimana dari nilai beban tersebut dapat dianalisis tegangan leleh ( $F_y$ ) dan tegangan putus ( $F_u$ ). Sedangkan pada strain gauge, didapatkan hasil berupa grafik berupa tegangan-regangan yang terjadi pada benda uji, sehingga dari grafik tersebut dapat diteliti nilai Modulus Elastisitas yang terjadi.

Adapun hasil dari pertambahan panjang pengujian tarik baja menggunakan Universal Testing Machine dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4

Hasil Pertambahan Panjang Uji Tarik Baja Menggunakan Universal Testing Machine

No	Profil	A (mm <sup>2</sup> )	L <sub>0</sub> (mm)	L <sub>1</sub> (mm)	L <sub>1</sub> - L <sub>0</sub> (mm)
1	HOLLOW FLANGE 1	62,4	61	79	18
2	HOLLOW FLANGE 2	64,35	61	74	13
3	HOLLOW FLANGE 3	64,35	61	75	14
4	HOLLOW FLANGE 4	61,44	62	76	14
5	PLAT KECIL 1	98,8	60	84	24
6	PLAT KECIL 2	103,74	61	86	25
7	SIKU KECIL 1	70,49	61	80	19
8	SIKU KECIL 2	68,64	60	79	19
9	WF FLANGE 1	102,4	61	81	20
10	WF FLANGE 2	102,4	60	78	18
11	HOLLOW WEB 2	200	189	221	32
12	PLAT BESAR 1	310	198	266	68
13	PLAT BESAR 2	310	198	271	73
14	WF BESAR 1	232	195	240	45
15	WF BESAR 2	232	192	241	49

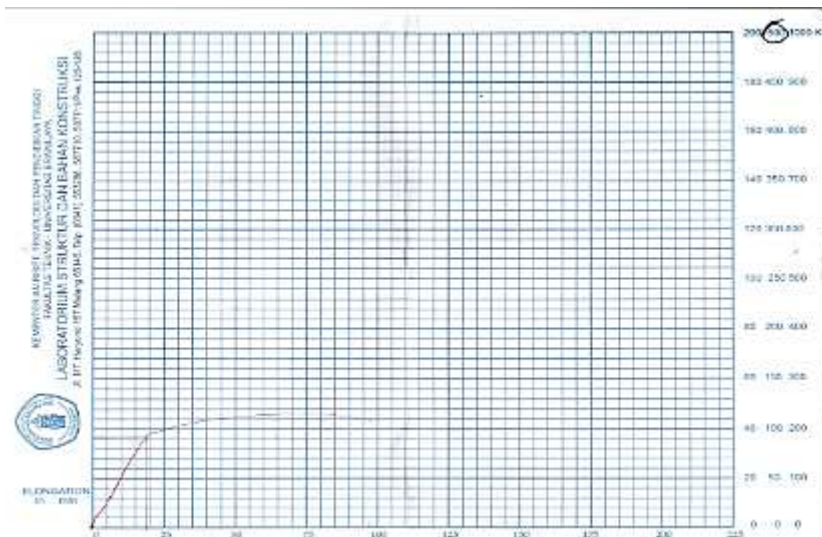
### 1.3 Pengukuran Nilai Modulus Elastisitas Spesimen Profil Baja

Pengukuran nilai modulus elastisitas baja bertujuan untuk mengetahui kemampuan baja dalam bertahan dengan kondisi yang elastis. Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan menahan tegangan yang cukup besar dalam kondisi regangan yang masih kecil. Nilai modulus elastisitas sendiri didapatkan dengan pembagian antara tegangan dengan regangan yang terjadi pada saat uji tarik. Dimana nilai tegangan dan regangan dalam hal

ini diperoleh melalui diagram hubungan tegangan-regangan pada strain gauge dan Universal Testing Machine.

Pada pengujian menggunakan strain gauge diberikan masing-masing benda uji dua titik pengujian, yaitu bagian tepi dan tengah (Gambar 4.4). Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan perilaku yang diberikan baja pada titik yang berbeda. Sedangkan pada pengujian menggunakan Universal Testing Machine, hanya terdapat satu hasil yang mana merupakan representasi dari grafik hubungan beban dan pertambahan panjang secara keseluruhan seperti yang terlihat pada Gambar 4.6.

Pada pengujian menggunakan Universal Testing Machine ataupun bantuan strain gauge ketika didapatkan plot tegangan-regangan, akan diambil nilai modulus elastisitas pada bagian dimana hubungan tegangan-regangan masih linier.



*Gambar 4.6* Grafik Hubungan Beban dan Pertambahan Panjang Menggunakan Universal Testing Machine

### 1.3.1 Hasil Pengukuran Modulus Elastisitas

Pada analisis menggunakan strain gauge, data yang didapatkan hanya berupa hubungan beban dengan regangan dalam microscale yang terjadi. Sehingga untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas, masih dibutuhkan plottingan tegangan dan regangan yang terjadi, dimana dalam hal ini diperoleh dengan persamaan (4-1) dan (4-2).

Adapun hasil dari nilai modulus elastisitas menggunakan strain gauge pada bagian tengah dengan bagian tepi yang dialami benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.5

Nilai Modulus Elastisitas Bagian Tepi menggunakan Strain Gauge

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	

Tabel 4.6

Nilai Modulus Elastisitas Bagian Tengah menggunakan Strain Gauge

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	

Dari hasil analisis diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai modulus elastisitas menggunakan strain gauge tidak memiliki perbedaan nilai yang jauh meskipun titik yang dilakukan percobaan berbeda, yaitu ditengah dan ditepi. Sehingga untuk analisis lebih lanjut mengenai korelasi nilai modulus elastisitas menggunakan Strain Gauge hanya digunakan data yang didapatkan pada titik percobaan tengah spesimen profil baja (Tabel 4.6).

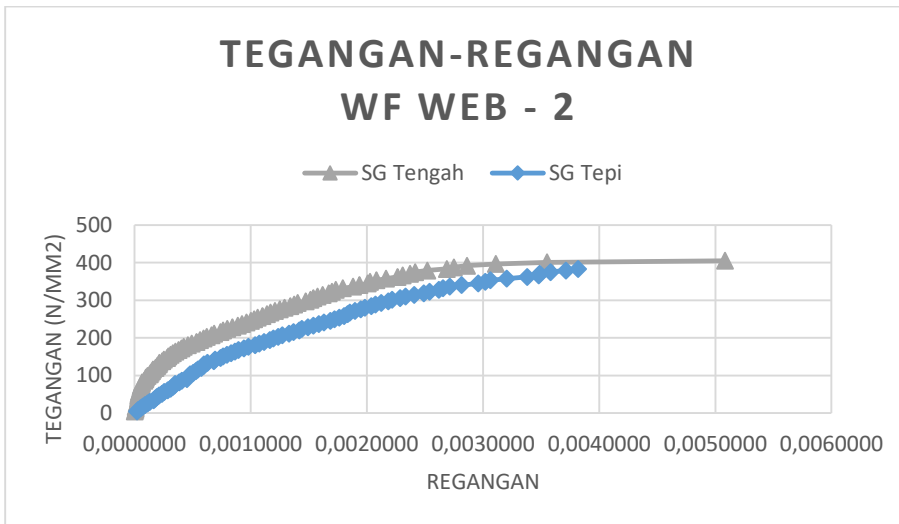
Adanya beberapa perbedaan tegangan-regangan antara hasil yang didapatkan dari pembacaan strain meter di tengah bentang dan tepi bentang yang tidak begitu signifikan, dapat terlihat pada gambar dibawah. Dimana data tegangan-regangan tengah bentang dan tepi bentang masih mendekati kesesuaian dengan SNI 03-1729-2002 dimana beberapa sifat mekanik dari baja ditentukan sebagai berikut :

Modulus Elastisitas :  $E = 200.000 \text{ MPa}$

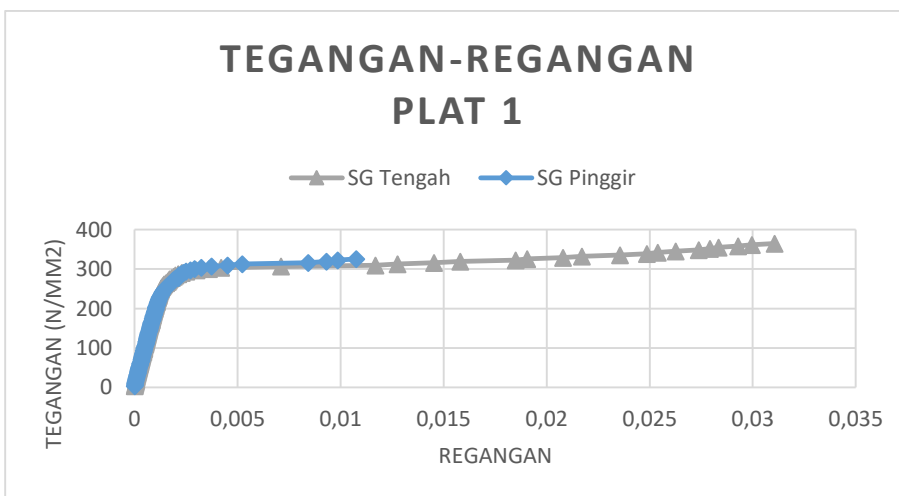
Modulus Geser :  $G = 80.000 \text{ MPa}$

Nisbah Poisson :  $\mu = 0,3$

Koefisien Pemuaian :  $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

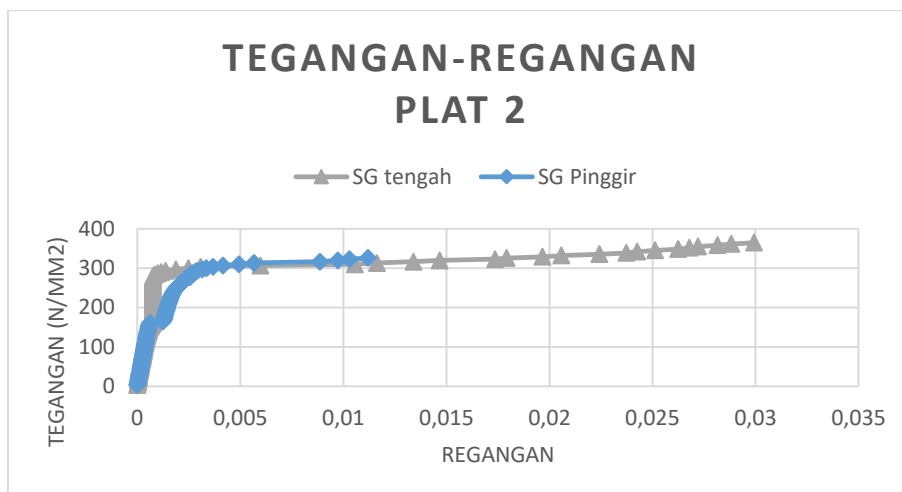


Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Profil WF Web – 2

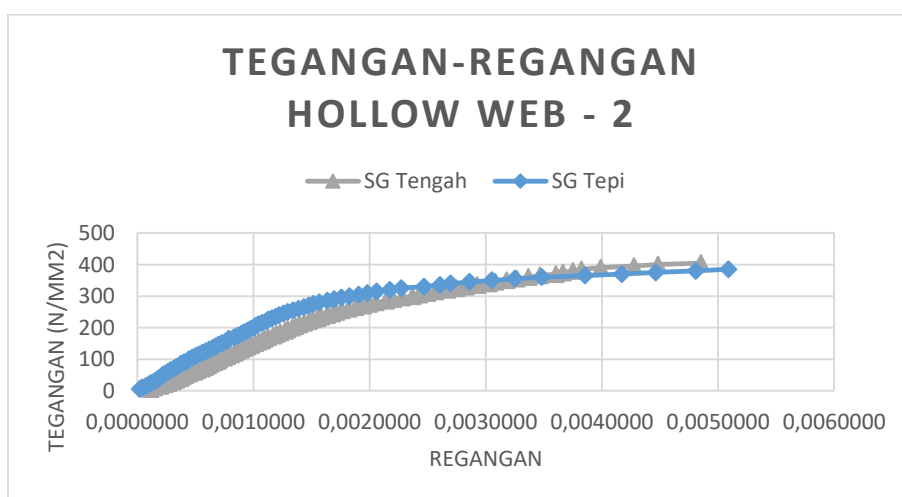


Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Profil Plat Besar - 1





Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Plat Besar - 2



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Hollow Besar - 2

#### 1.4 Pengukuran Nilai Kuat Tarik pada Spesimen Profil Baja

Terdapat dua nilai kuat tarik baja yang dianalisis pada penelitian ini, yaitu tegangan leleh ( $F_y$ ) dan juga tegangan putus ( $F_u$ ). Dimana data nilai kuat tarik pada spesimen profil baja diperoleh dari plotting batas beban leleh ( $P_y$ ) dan batas beban putus ( $P_u$ ) yang didapatkan dari grafik hubungan beban dan pertambahan panjang pada pengujian menggunakan *Universal Testing Machine*.

Beban leleh ( $P_y$ ) diambil pada batas dimana kemiringan dari hubungan beban dan pertambahan panjang mulai tidak linier. Dimana kemiringan linier yang terjadi pada grafik hubungan beban dan pertambahan panjang merupakan bagian saat benda uji sedang dalam kondisi elastis. Sedangkan beban putus ( $P_u$ ) diambil pada saat baja mendapatkan beban maksimum saat uji tarik, biasanya terlihat sebagai puncak dari grafik hubungan beban dan pertambahan panjang yang didapatkan dari pengujian menggunakan *Universal Testing*

*Machine*. Adapun hasil analisis tegangan leleh dan nilai kuat tarik maksimum seperti terlihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7

Hasil Plot Nilai  $F_y$  dan  $F_u$  pada Universal Testing Machine

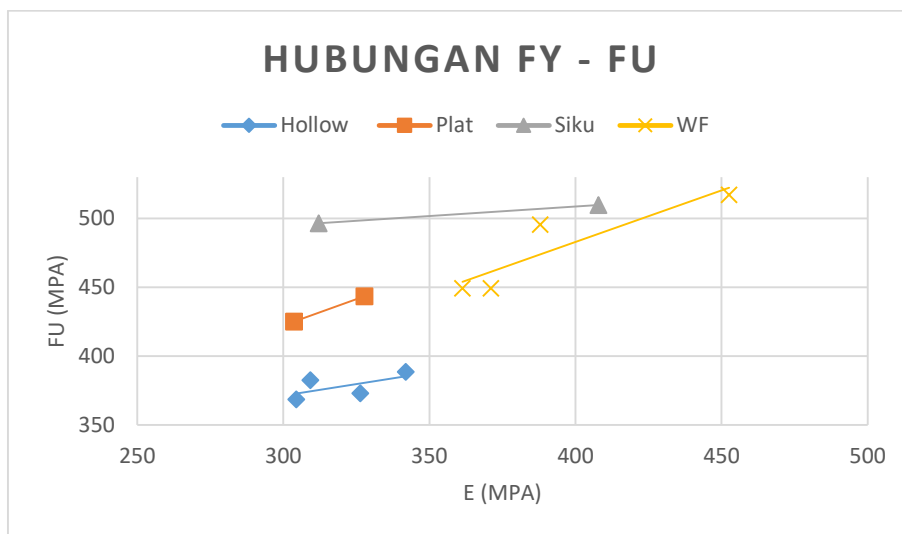
No	Profil	A (mm <sup>2</sup> )	Py (N)	Pu (N)	Fy (Mpa)	Fu (Mpa)	Rata-rata	
							Fy	Fu
1	HOLLOW FLANGE 1	62,4	19000	23000	304	369	320	378
2	HOLLOW FLANGE 2	64,35	21000	24000	326	373		
3	HOLLOW FLANGE 3	64,35	22000	25000	342	389		
4	HOLLOW FLANGE 4	61,44	19000	23500	309	382		
5	PLAT KECIL 1	98,8	30000	42000	304	425	316	434
6	PLAT KECIL 2	103,74	34000	46000	328	443		
7	SIKU KECIL 1	70,49	22000	35000	312	497	360	503
8	SIKU KECIL 2	68,64	28000	35000	408	510		
9	WF FLANGE 1	102,4	38000	46000	371	449	366	449
10	WF FLANGE 2	102,4	37000	46000	361	449		
11	HOLLOW WEB 2	200	75000	85000	375	425	375	425
12	PLAT BESAR 1	310	90000	145000	290	468	294	463
13	PLAT BESAR 2	310	92000	142000	297	458		
14	WF BESAR 1	232	105000	120000	453	517	420	506
15	WF BESAR 2	232	90000	115000	388	496		

Dimana :

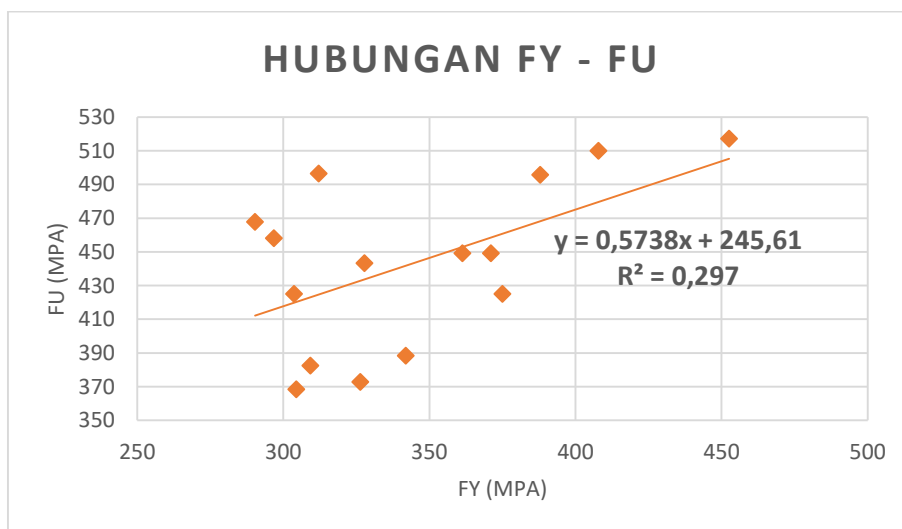
- A merupakan luasan penampang dimana  $A = L_o \times t$
- Hasil perpanjangan didapatkan dari grafik hubungan beban dan pertambahan panjang menggunakan Universal Testing Machine
- Beban leleh ( $P_y$ ) dan beban putus ( $P_u$ ) diperoleh dari grafik hubungan beban dan pertambahan panjang menggunakan Universal Testing Machine
- Tegangan leleh diperoleh menggunakan persamaan  $F_y = P_y/A$
- Tegangan putus diperoleh menggunakan persamaan  $F_u = P_u/A$

Jika diteliti lebih jauh, maka dapat dilihat bahwa tegangan leleh ( $F_y$ ) dan tegangan putus ( $F_u$ ) memiliki korelasi yang berbanding lurus. Ketika tegangan leleh yang dihasilkan tinggi, maka semakin tinggi pula nilai tegangan putus ( $F_u$ ) yang didapatkan seperti yang terlihat pada *Gambar 4.11* dan *Gambar 4.12*. Selisih antara tegangan putus dan tegangan leleh sendiri berbeda-beda, tergantung dengan mutu baja yang dimiliki oleh profil itu sendiri.

Semakin tinggi mutu baja, maka terdapat kecenderungan semakin kecil pula selisih tegangan putus dengan tegangan leleh. Perbedaan selisih ini dapat dilihat pada *Gambar 4.11*.



*Gambar 4.11* Perbedaan Bentuk Tegangan Putus dengan Tegangan Leleh Masing-masing Profil



*Gambar 4.12* Hubungan Tegangan leleh dan Tegangan putus

### 1.5 Analisis Hasil Nilai Kuat Tarik Spesimen Profil Baja

Dari hasil pengujian tarik baja menggunakan Universal Testing Machine, didapatkan nilai modulus elastisitas (E), tegangan leleh (Fy) dan tegangan putus (Fu). Untuk menentukan mutu baja dari benda uji yang sudah di uji tarik, maka hasil Fy, dan Fu yang diperoleh harus dicocokkan terlebih dahulu dengan nilai Fy dan Fu minimum standard mutu SNI 03-1729-2002.

Sesuai dengan Tabel 4.7, didapatkan rata-rata nilai  $F_y$  dan  $F_u$  masing masing profil sebesar:

- Hollow  $F_y = 331$  Mpa  $F_u = 387,4$  Mpa
- Plat  $F_y = 305$  Mpa  $F_u = 448,5$  Mpa
- Siku  $F_y = 360$  Mpa  $F_u = 503$  Mpa
- WF  $F_y = 393$  Mpa  $F_u = 477,5$  Mpa

Tabel 4.8

Kesesuaian Mutu Baja Menurut SNI 03-1729-2002

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

Jika mengacu pada SNI 03-1729-2002, hasil tersebut menunjukkan bahwa benda uji baja dengan dimensi sesuai standard ASTM E8 memiliki  $F_y$  minimum 305 Mpa dan  $F_u$  minimum 387 Mpa. Hasil ini memperlihatkan bahwa minimal mutu baja profil-profil yang diuji adalah BJ-37, dengan mutu baja masing-masing profil sebagai berikut:

- Hollow BJ-37
- Plat BJ 41
- Siku BJ 50
- WF BJ 41

## 1.6 Hasil Korelasi Tegangan leleh Baja dengan Kekerasan

Adanya korelasi tegangan leleh baja dengan nilai kekerasan yang didapatkan dari alat *Equotip Portable Rockwell Hardness* bertujuan untuk mempermudah pemeriksaan tegangan leleh yang bisa didapatkan hanya dengan mengetahui nilai kekerasan yang didapatkan pada *Equotip Portable Rockwell Hardness* sendiri. Pemeriksaan tegangan leleh yang biasanya harus melalui uji tarik di laboratorium, menjadi lebih mudah karena tidak mengharuskan adanya tes yang bersifat destructive di lapangan.

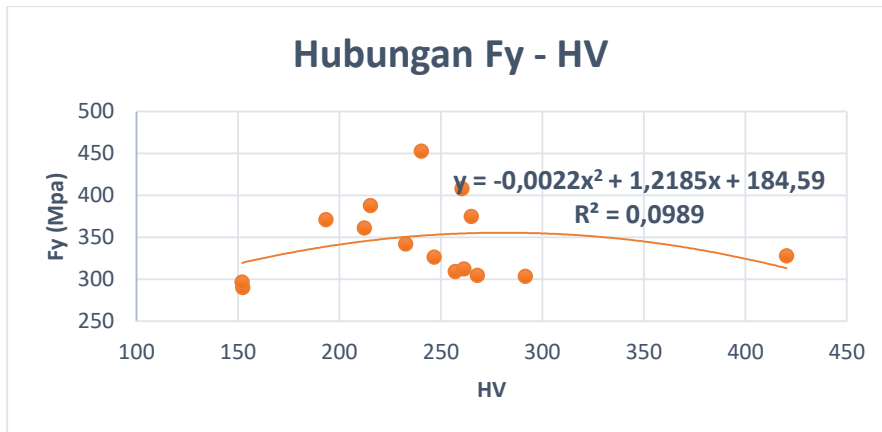
Korelasi tegangan leleh baja dengan kekerasan sendiri didapatkan dengan membandingkan tegangan leleh ( $F_y$ ) dan kekerasan (HV) yang terjadi pada masing-masing spesimen profil baja yang telah dicari pada pembahasan sebelumnya. Hasil tersebut akan di plot pada grafik dan diambil trendline rata-rata dari persebaran hasil korelasi tersebut. Setelah didapatkan trendline persebaran data, maka dapat diketahui persamaan dari korelasi yang terjadi antara tegangan leleh baja dengan kekerasan.

Adapun rekapitulasi perbandingan tegangan leleh ( $F_y$ ) dan kekerasan (HV) yang terjadi pada masing-masing spesimen profil baja dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan grafik korelasi tegangan leleh baja dan kekerasan pada Gambar 4.13.

Tabel 4.9

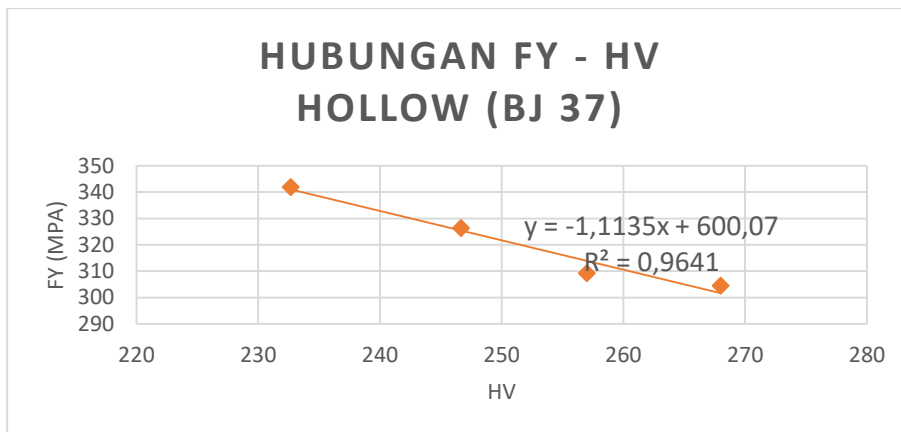
Rekapitulasi Perbandingan Tegangan leleh ( $F_y$ ) dan Kekerasan (HV)

No	Profil	$F_y$ (Mpa)	HV
1	HOLLOW FLANGE 1	304	268
2	HOLLOW FLANGE 2	326	247
3	HOLLOW FLANGE 3	342	233
4	HOLLOW FLANGE 4	309	257
5	PLAT KECIL 1	304	292
6	PLAT KECIL 2	328	420
7	SIKU KECIL 1	312	261
8	SIKU KECIL 2	408	260
9	WF FLANGE 1	371	193
10	WF FLANGE 2	361	212
11	HOLLOW WEB 2	375	265
12	PLAT BESAR 1	290	152
13	PLAT BESAR 2	297	152
14	WF BESAR 1	453	240
15	WF BESAR 2	388	215

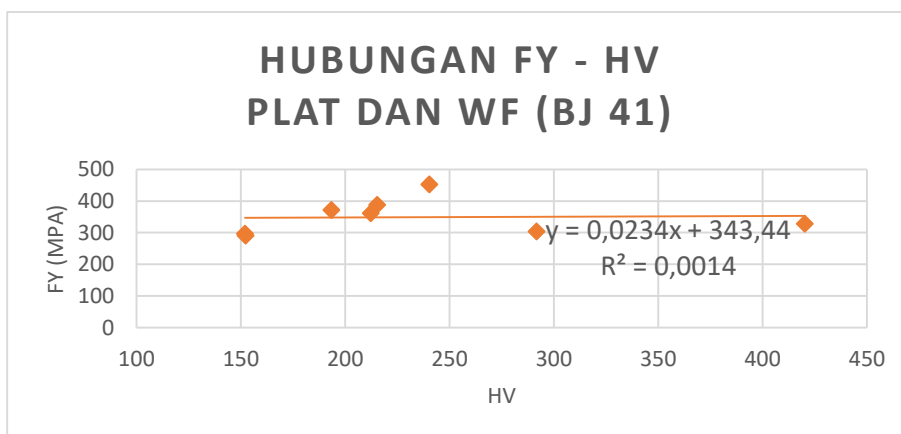


Gambar 4.13. Korelasi Tegangan leleh (Fy) dan Kekerasan (HV)

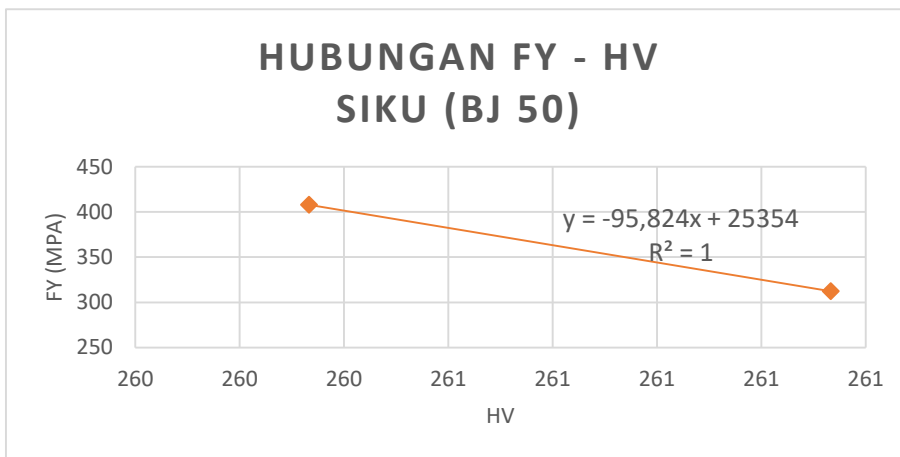
Pada Gambar 4.13, korelasi yang terjadi pada tegangan leleh (Fy) dan kekerasan berbentuk polinomial yang tidak linier. Hal ini kemungkinan terjadi akibat perbedaan jenis mutu baja antar profil yang tidak bisa saling disamakan, oleh karena itu adapun korelasi tegangan leleh (Fy) dan kekerasan masing-masing mutu baja terlihat pada Gambar 4.14 sampai dengan Gambar 4.16.



Gambar 4.14 Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ 37



Gambar 4.15 Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ 41



Gambar 4.16 Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ 50

Dari Gambar 4.14, Gambar 4.15, dan Gambar 4.16, dapat diketahui bahwa korelasi tegangan leleh (Fy) dan kekerasan (HV) dirumuskan dalam persamaan :

Mutu BJ 37

$$YS = -1,1135 HV + 600,07 \dots \dots \dots (4-3)$$

Mutu BJ 41

$$YS = 0,0234 HV + 343,44 \dots \dots \dots (4-4)$$

Mutu BJ 50

$$YS = -95,824 HV + 25354 \dots \dots \dots (4-5)$$

Dimana *yield strength* (YS) merepresentasikan tegangan leleh dalam satuan MPa dan HV merupakan nilai kekerasan dalam satuan Vickr. Pada analisis regresi mutu BJ 41 pada persamaan (4-4) koefisien determinasi yaitu  $R^2 = 0,0014$ . Ini memperlihatkan bahwa pada persamaan (4-4), analisis regresi tidak sepenuhnya akurat untuk mencari tegangan leleh mutu BJ 41.

Sesuai dengan tujuannya, dengan mengetahui nilai uji kekerasan dan mutu baja yang terjadi pada material baja, maka dapat diketahui pula tegangan leleh dari material baja. Dan jika pada suatu kondisi tidak diketahui mutu baja material yang terjadi, maka dapat digunakan persamaan sesuai dengan Gambar 4.12 dengan persamaan tegangan leleh:

$$YS = -0,0022 HV^2 + 1,2185 HV + 184,59 \dots \dots \dots (4-6)$$

**1.7 Korelasi Tegangan putus Baja dengan Kekerasan**

Sama halnya seperti korelasi pada tegangan leleh baja dengan kekerasan, korelasi tegangan putus baja dengan kekerasan juga bertujuan untuk mempermudah pemeriksaan

tegangan putus yang bisa didapatkan hanya dengan mengetahui nilai kekerasan yang didapatkan pada *Equotip Portable Rockwell Hardness*. Sehingga tidak mengharuskan adanya tes yang bersifat *destructive* di lapangan. Mengetahui tegangan leleh ( $F_y$ ) dan tegangan putus ( $F_u$ ) baja bertujuan untuk memudahkan dalam penentuan mutu baja dari material yang diuji dengan pencocokkan sesuai dengan Tabel 4.9 mengenai Kesesuaian Mutu Baja Menurut SNI 03-1729-2002.

Korelasi tegangan putus ( $F_u$ ) dengan kekerasan (HV) juga didapatkan dengan membandingkan tegangan putus dengan kekerasan yang sudah didapatkan datanya pada pembahasan sebelumnya. Nilai tersebut akan di plot pada grafik dan dibuat *trendline* rata-rata dari persebaran hasil korelasi tersebut. Setelah didapatkan *trendline* persebaran data, maka dapat diketahui persamaan dari korelasi yang terjadi antara tegangan putus baja dengan kekerasan.

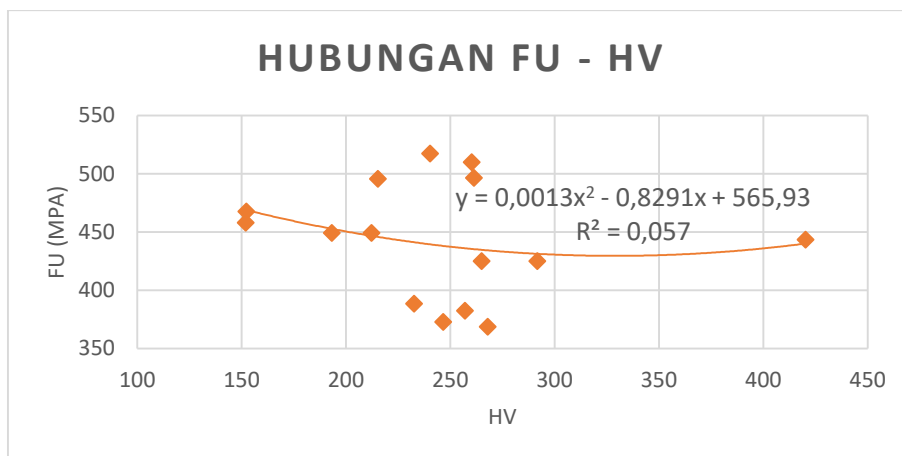
Hasil dari rekapitulasi tegangan putus baja ( $F_u$ ) dengan kekerasan (HV) yang didapatkan menggunakan *Equotip Portable Rockwell Hardness* dapat dilihat pada Tabel 4.10, sedangkan untuk grafik dan persamaan korelasi tegangan putus baja ( $F_u$ ) dengan kekerasan (HV) dapat dilihat pada *Gambar 4.17*.

Tabel 4.10

Rekapitulasi Perbandingan Tegangan putus ( $F_u$ ) dengan Kekerasan (HV)

No	Profil	$F_u$ (Mpa)	HV
1	HOLLOW FLANGE 1	369	268
2	HOLLOW FLANGE 2	373	247
3	HOLLOW FLANGE 3	389	233
4	HOLLOW FLANGE 4	382	257
5	PLAT KECIL 1	425	292
6	PLAT KECIL 2	443	420
7	SIKU KECIL 1	497	261
8	SIKU KECIL 2	510	260
9	WF FLANGE 1	449	193
10	WF FLANGE 2	449	212
11	HOLLOW WEB 2	425	265
12	PLAT BESAR 1	468	152
13	PLAT BESAR 2	458	152
14	WF BESAR 1	517	240
15	WF BESAR 2	496	215



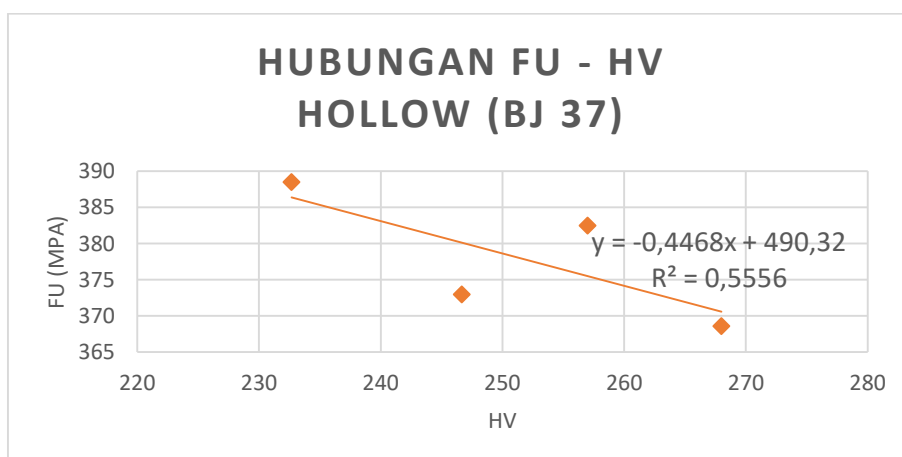


Gambar 4.17 Korelasi Tegangan putus (Fu) dengan Kekerasan (HV)

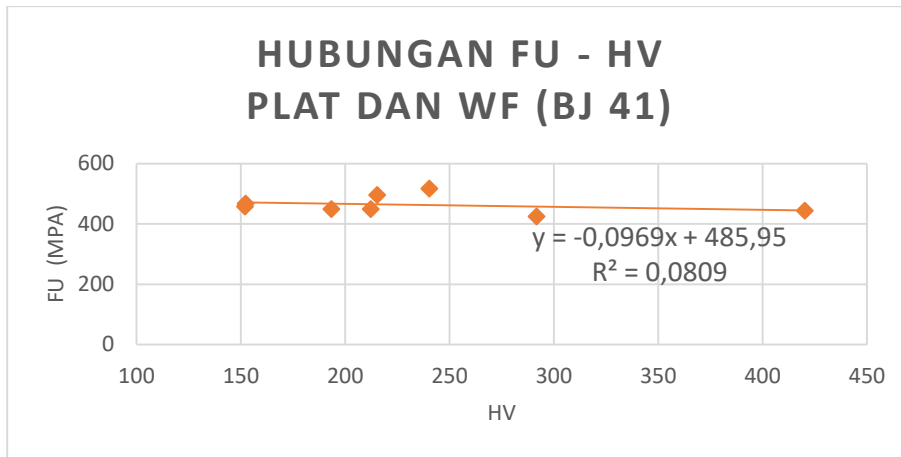
Dari Gambar 4.17 yang memperlihatkan korelasi tegangan putus (Fu) dengan kekerasan (HV) dari berbagai jenis spesimen profil baja yang diuji, dapat diketahui persamaan korelasi tegangan putus dengan kekerasan sebagaimana dituliskan pada persamaan berikut :

$$TS = 0,0013HV^2 - 0,8291HV + 565,93 \dots \dots \dots (4-7)$$

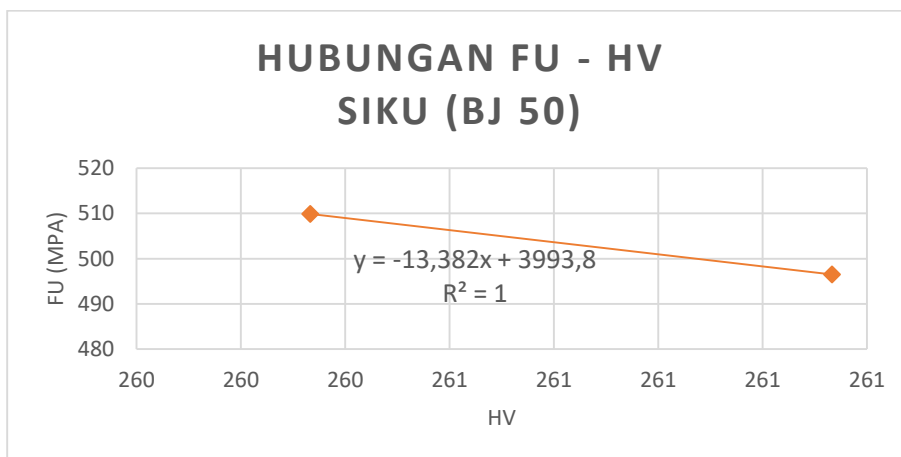
Dimana tensile strength (TS) masih dalam satuan Mpa. Pada persamaan (4-7), koefisien determinasi yang terjadi sebesar  $R^2 = 0,057$ . Hal ini memberitahukan bahwa persamaan tidak sepenuhnya akurat, mengingat mutu baja yang digunakan pada persamaan ini berbeda-beda. Untuk itu maka dianalisis lebih dalam mengenai persamaan korelasi tegangan putus dengan kekerasan pada masing-masing mutu baja seperti yang terlihat pada Gambar 4.18, Gambar 4.19, dan Gambar 4.20.



Gambar 4.18 Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ 37



Gambar 4.19 Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ 41



Gambar 4.20 Hubungan Tegangan Putus dengan Kekerasan Profil Hollow BJ 50

Dari Gambar 4.18 sampai dengan Gambar 4.20, didapatkan beberapa persamaan, yaitu:

Mutu BJ 37h

$$TS = -0,4468 HV + 490,32 \dots \dots \dots (4-8)$$

Mutu BJ 41

$$TS = -0,0969 HV + 485,95 \dots \dots \dots (4-9)$$

Mutu BJ 50

$$TS = -13,382 HV + 3993,8 \dots \dots \dots (4-10)$$

Seperti halnya persamaan tegangan leleh mutu BJ 41, persamaan tegangan putus mutu BJ 41 pada persamaan (4-9) memiliki koefisien determinan yang kecil, yaitu  $R^2 = 0,08$ . Hal ini membuktikan bahwa variasi profil yang tidak bisa disamakan nilai  $F_y$  dan  $F_u$  nya mempengaruhi keakuratan dari persamaan korelasi, meskipun masih berada dalam rentang mutu yang sama.

### 1.8 Hasil Korelasi Nilai 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.

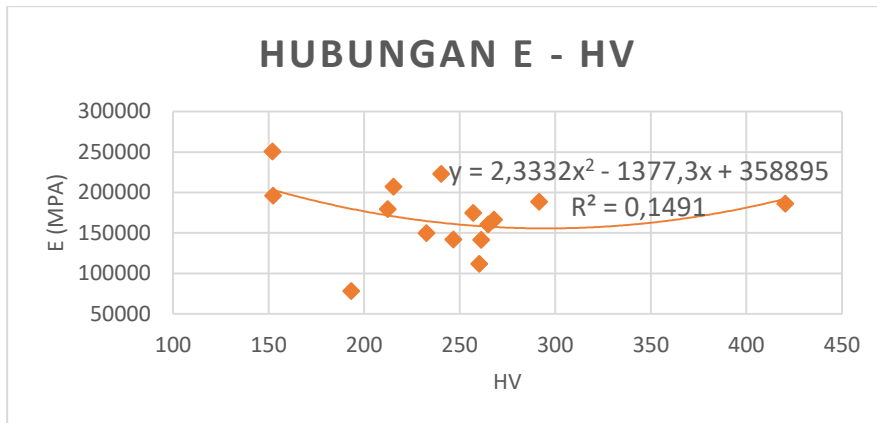
Sehingga korelasi nilai modulus elastisitas dengan kekerasan yang didapatkan hanya akan menjadi pembandingan saat diujikan di lapangan apakah sudah sesuai dengan ketentuan dan kesesuaian tertentu. Sama seperti halnya prosedur korelasi nilai kuat tarik baja, korelasi nilai modulus elastisitas dengan kekerasan 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*. Nilai kedua variabel tersebut kemudian di plot pada grafik untuk ditarik *trendline* sehingga diketahui persamaan dari korelasi nilai modulus elastisitas dengan kekerasan.

Adapun rekapitulasi dari perbandingan nilai modulus elastisitas dengan kekerasan (Tabel 4.11) dan grafik korelasi nilai modulus elastisitas dengan kekerasan pada baja (Gambar 4.21) dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.11

Rekapitulasi Nilai Modulus Elastisitas (E) dan Kekerasan (HV)

No	Profil	E (Mpa)	HV
1	HOLLOW FLANGE 1	166266	268
2	HOLLOW FLANGE 2	141903	247
3	HOLLOW FLANGE 3	149858	233
4	HOLLOW FLANGE 4	174688	257
5	PLAT KECIL 1	188703	292
6	PLAT KECIL 2	186320	420
7	SIKU KECIL 1	141334	261
8	SIKU KECIL 2	111792	260
9	WF FLANGE 1	78353	193
10	WF FLANGE 2	179429	212
11	HOLLOW WEB 2	160322	265
12	PLAT BESAR 1	196206	152
13	PLAT BESAR 2	250586	152
14	WF BESAR 1	222963	240
15	WF BESAR 2	207206	215



Gambar 4.21 Korelasi Nilai Modulus Elastisitas dengan Kekerasan

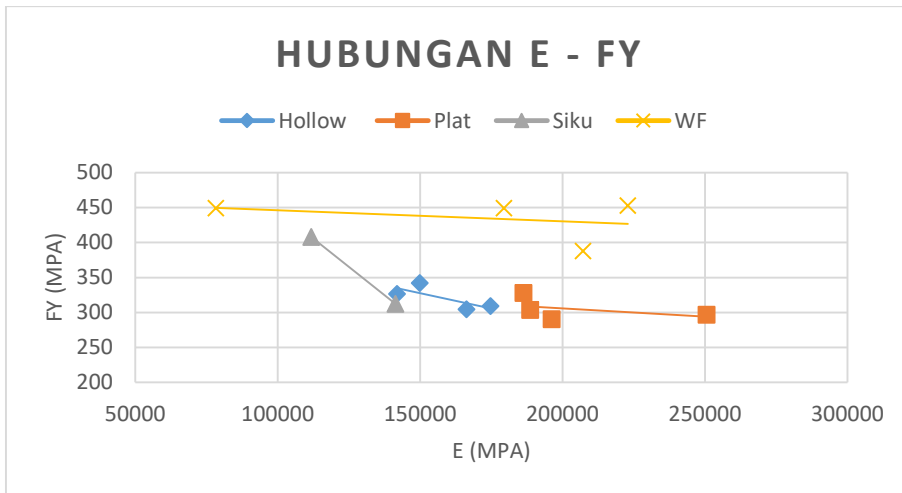
Dari Gambar 4.21, diketahui bahwa nilai modulus elastisitas material baja yang diujikan dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$E = 2,3332 \text{ HV}^2 - 1377,3 \text{ HV} + 358895 \dots \dots \dots (4-11)$$

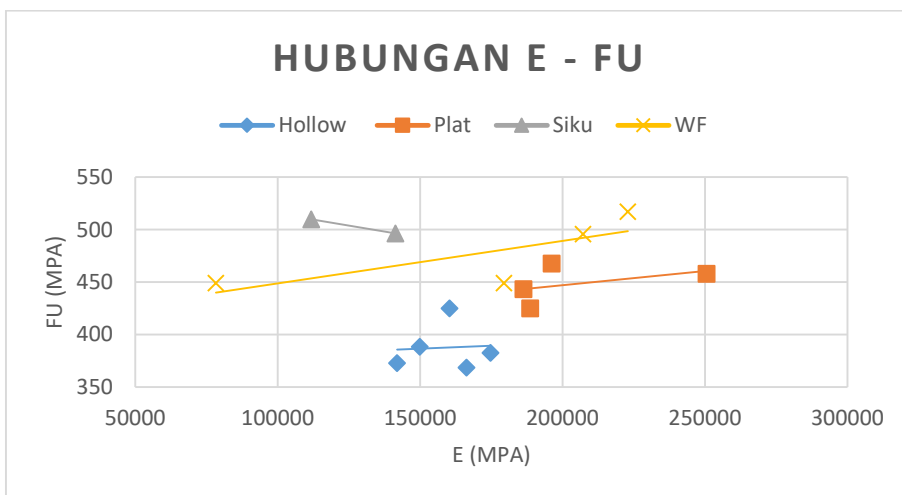
Dimana pada persamaan ini, E merupakan nilai modulus elastisitas yang masih dinyatakan dalam Mpa. Sedangkan untuk nilai koefisien determinan didapatkan yaitu  $R^2=0,1491$ . Dengan memasukkan nilai kekerasan yang terjadi saat pengujian di lapangan menggunakan *Equotip Portable Rockwell Hardness*, maka telah didapatkan pula nilai modulus elastisitas dari material baja tersebut tanpa diharuskan adanya pengujian tarik yang bersifat *destructive* terlebih dahulu di laboratorium.

### 1.9 Hasil Korelasi Nilai Modulus Elastisitas dengan Nilai Kuat Tarik

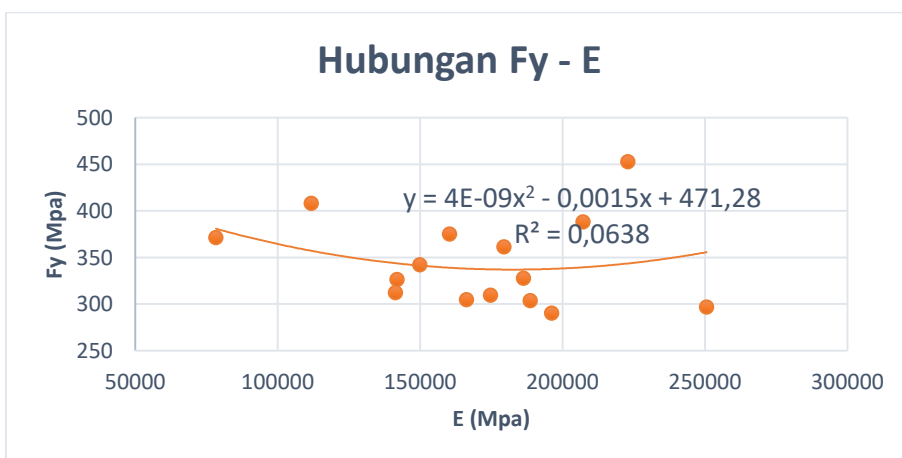
Pada dasarnya nilai modulus elastisitas dan nilai kuat tarik baja tidak memiliki korelasi yang signifikan. Karena variabel untuk mengkorelasikan biasanya harus dengan mutu yang sama. Pada penelitian uji tarik kali ini, didapatkan bahwa modulus elastisitas dan nilai kuat tarik memiliki kecenderungan berbanding terbalik. Hal ini dapat terlihat pada plot grafik nilai kuat tarik dengan modulus elastisitas masing-masing profil baja pada Gambar 4.22 dan Gambar 4.23. 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. Juga terlihat pada Gambar 4.24 dan Gambar 4.25 bagaimana jika digabungkan semua profil dan mutu, maka akan menghasilkan grafik yang tidak linier dikarenakan rentang tegangan ultimate yang cenderung berbeda masing-masing mutu dan profilnya.



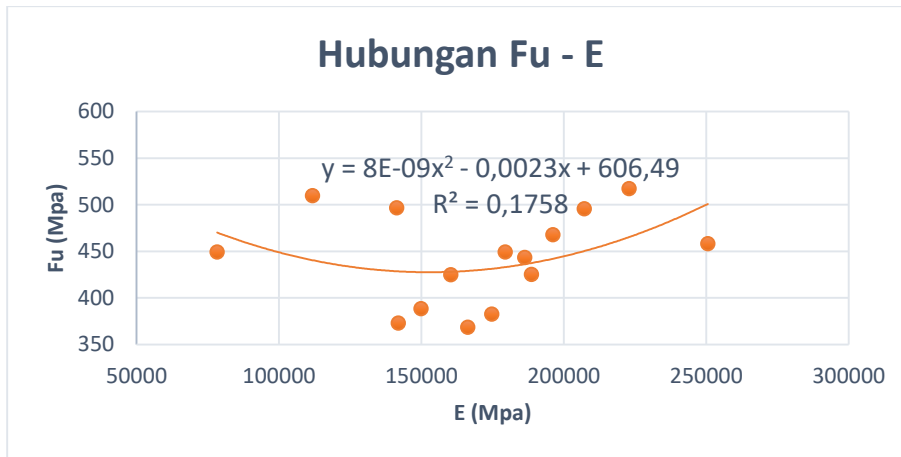
Gambar 4.22 Hubungan Modulus Elastisitas dengan Tegangan Leleh masing-masing Profil



Gambar 4.23 Hubungan Modulus Elastisitas dengan Tegangan Putus masing-masing Profil



Gambar 4.24 Hubungan Modulus Elastisitas dengan Tegangan Leleh secara Keseluruhan



Gambar 4.25 Hubungan Nilai Modulus Elastisitas dengan Tegangan Putus secara Keseluruhan

