

PENGARUH PERLAKUAN PANAS *NORMALIZING* TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA BAJA TULANGAN *DEFORM* PASCA KEBAKARAN

Rayel Prialdo^{1)*}, Tri Widagdo²⁾, Soegeng W²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

²⁾ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jln. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

*email corresponding: prialdorayel@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Received:
15/10/2020

Accepted:
01/02/2021

Online-Published:
26/02/2021

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan normalizing terhadap kekuatan tarik, tegangan yield dan regangan baja tulangan pasca kebakaran. Perlakuan normalizing dilakukan dengan suhu 800°C dengan holding time 25 menit dan membandingkan hasil baja tulangan pasca kebakaran dengan setelah perlakuan normalizing. Tujuan dari proses normalizing sangat bervariasi. Normalizing dapat meningkatkan atau menurunkan kekuatan dan kekerasan dari pada baja, bergantung pada perlakuan panas dan sifat mekanik dari baja sebelum dilakukan proses normalizing. Tetapi secara umum tujuan dari proses normalizing adalah untuk meningkatkan mampu mesin (machinability), grain-structure refinement, homogenisasi, dan mengatur atau memodifikasi residual stress yang ada pada baja. Hasil pengujian tarik setelah normalizing diperoleh nilai kekuatan tarik tertinggi pada spesimen yang didinginkan dengan air suhu 600°C sebesar 597,85 N/mm² dan nilai terendah pada suhu 400°C dengan udara sebesar 443,9 N/mm². Nilai tegangan yield terbesar pada suhu 600°C dengan air sebesar 416,28 N/mm² dan nilai terendah pada suhu 800°C dengan udara sebesar 318,243 N/mm². Nilai regangan terbesar pada suhu 800°C dengan air sebesar 31,66 % dan regangan terkecil pada suhu 400°C dengan udara sebesar 21,67%.

Kata kunci: Baja Tulangan, Kekuatan Tarik, Normalizing

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of normalizing treatment on tensile strength, yield stress and strain of reinforcing steel after fire. Normalizing treatment was carried out at a temperature of 800 ° C with a holding time of 25 minutes and compared the results of post fire reinforcing steel with after normalizing treatment. The goals of the normalizing process vary widely. Normalizing can increase or decrease the strength and hardness of steel, depending on the heat treatment and mechanical properties of the steel prior to the normalizing process. But in general the purpose of the normalizing process is to increase the machinability, grain-structure refinement, homogenization, and regulate or modify the residual stress that exists in steel. From the results of the tensile test after normalizing, the highest tensile strength value was obtained in the specimens cooled with water at 600 ° C at 597.85 N / mm² and the lowest value at 400 ° C with air at 443.9 N / mm². The largest yield stress value was at 600 ° C with water at 416.28 N / mm² and the lowest value at 800 ° C with air at 318.243 N / mm². The greatest value of strain was at 800 ° C with water at 31.66% and the smallest strain at 400 ° C with air at 21.67%.

Keywords: Reinforcing Steel, Tensile Strength, Normalizing

© 2021 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.4748520>

1 PENDAHULUAN

Besi beton merupakan material yang paling umum digunakan dalam proyek konstruksi bangunan. Penggunaannya yang luas dan fungsinya yang vital sebagai tulang atau rangka bangunan, menjadikan besi beton sebagai material yang wajib memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Semakin banyaknya kebutuhan besi beton ulir di proyek-proyek yang digunakan untuk pembangunan perumahan, pembangunan gedunggedung, maka diperlukan pengembangan struktur material baru yaitu beton berulir disamping untuk memperkuat ikatan beton juga untuk mendapatkan material lebih ringan tetapi mempunyai kekuatan tarik tinggi sehingga diharapkan dapat menekan biaya kokntruksi.

Hasil penelitian dari (Subagiyo dkk, 2016) menunjukkan beton menjadi kuat di bawah kompresi, tetapi memiliki kekuatan tarik yang lemah. Besi beton secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik struktur. Sifat besi beton yang tahan terhadap tarikan ini dapat berubah atau berkurang karena banyak dampak, salah satunya adalah kebakaran. Kebakaran pada bangunan gedung memiliki dampak terhadap perubahan struktur dan kekuatan besi beton tulangan pada rangka bangunan, karena besi beton mendapat perlakuan panas dari terbakarnya bangunan gedung.

Kelayakan pakai besi beton ulir setelah mendapat perlakuan panas dari terbakarnya bangunan gedung. Apakah kebakaran dapat merusak sifat mekanik dari besi beton dan masih layak kah penggunaan besi beton setelah mendapat perlakuan panas dari kebakaran tersebut untuk digunakan kembali pada bangunan gedung baru. Dari hal itulah pentingnya penelitian terkait sifat mekanik khususnya kekuatan tarik dari besi beton ulir untuk menunjang faktor keselamatan atau *safety factor* pada konstruksi bangunan gedung. Penelitian terkait dengan topik ini akan dapat dikembangkan dan digunakan secara luas seiring dengan perkembangan material baru dan perlakuan terhadap material, khususnya baja yang dapat dirubah struktur mikronya dengan proses perlakuan panas atau dengan perlakuan yang lain.

Pada penelitian ini digunakan Baja Tulangan Sirip 19 yang dibakar pada suhu 400°C, 600°C, dan 800°C dengan *holding time* selama 2 jam, setelah itu di *quenching* dengan media pendingin air selanjutnya dilakukan pengukuran kekuatan tarik pada baja yang dibakar tersebut. Spesimen baja tulangan yang dibakar selanjutnya diberi perlakuan panas *normalizing* dengan suhu 800°C dengan *holding time* 25, setelah itu baja tulangan dilakukan pengujian tarik.

2. BAHAN DAN METODA

2.1 Alat dan Bahan

1. Dapur Pemanas
2. Penjepit
3. Mesin Gerinda
4. Alat uji tarik *Tarno Grocki*
5. Baja Tulangan Sirip 19
6. Semen
7. Pasir
8. koral

2.2 Langkah Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam obyek pengamatan adalah baja tulangan sirip 19, dengan Panjang 30mm. Kemudian Baja tulangan tersebut dicor dengan masing-masing cetakan berisikan 4 buah spesimen. Selanjutnya dilakukan pembakaran pada beton yang sudah kering dengan suhu 400°C, 600°C, dan 800°C dengan *holding time* 2 jam. Kemudian spesimen dibongkar untuk dilakukan *normalizing* dengan suhu 800°C dengan *holding time* 25 menit. Selanjutnya dilakukan pengujian tarik terhadap baja tulangan yang telah mengalami pembakaran dan *normalizing*.

2.3 Proses Pembakaran

Spesimen Baja Tulangan Sirip 19 yang telah dicor dan berbentuk beton selanjutnya dimasukkan kedalam dapur pemanas yang berada di bengkel politeknik negeri sriwijaya. Gambar 1 menunjukkan proses pembakaran dilakukan dengan masing-masing suhu 400°C, 600°C, dan 800°C dengan *holding time* 2 jam.



Gambar 1 Pembakaran Beton Dengan Dapur Pemanas

2.4 Proses Normalizing

Selanjutnya baja tulangan tadi diambil dari beton yang dibakar tadi dengan cara memecahkan beton tersebut. Baja tulangan selanjutnya dilakukan *normalizing* dengan suhu 800°C dengan *holding time* 25 menit menggunakan dapur pemanas, seperti pada gambar 2.



Gambar 2 Proses Normalizing

2.5 Pengujian Tarik

Pada proses pengujian tarik dilakukan sebanyak 10kali yaitu, 1 spesimen sebelum atau tanpa perlakuan panas dan 9 spesimen setelah perlakuan panas dan *normalizing*. Proses pengujian tarik dilakukan di laboratorium politeknik negeri sriwijaya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian

Tabel 1 Hasil Pengujian Tarik Baja Tulangan Tanpa Perlakuan Pembakaran

No	Spesimen	Luas	Beban Max (N)	Tegangan Yield, YS (N/mm ²)	Tegangan Tarik, TS (N/mm ²)	Regangan, ϵ (%)
1	Tanpa Perlakuan	283,529	165646	474,24	583,08	10

Dari data pengujian yang terdapat pada tabel 1, menjelaskan nilai dari tegangan *yield*, tegangan tarik, dan regangan yang terjadi pada baja tulangan tanpa perlakuan.

Tabel 2 Hasil Pengujian Tarik Baja Tulangan Dengan Perlakuan Normalizing

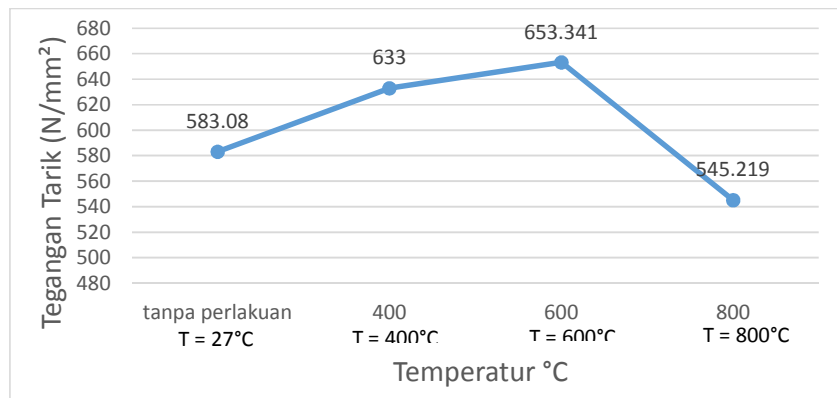
Spesimen dengan Media Pendingin Air	No	Luas (mm ²)	Beban Max (N)	Tegangan Yield, YS (N/mm ²)	Tegangan Tari TS (N/mm ²)	Reganga ϵ (%)
Dipanaskan 400°C	1	283,529	167872	422,246	633,512	20
	2	283,529	166143	421,623	631,246	21
	3	283,529	168986	423,102	632,891	20

Dipanaskan 600°C	1	283,529	148250	436,896	654,072	20
	2	283,529	146578	435,781	652,451	20
	3	283,529	149746	437,022	653,502	21
Dipanaskan 800°C	1	283,529	173123	375,474	546,426	22
	2	283,529	171264	374,967	543,671	21
	3	283,529	174620	376,124	545,562	22

Dari data pengujian yang terdapat pada tabel 2 adalah nilai dari tegangan *yield*, tegangan tarik, dan regangan yang terjadi pada baja tulangan setelah perlakuan.

3.2 Analisa Data Tegangan Tarik

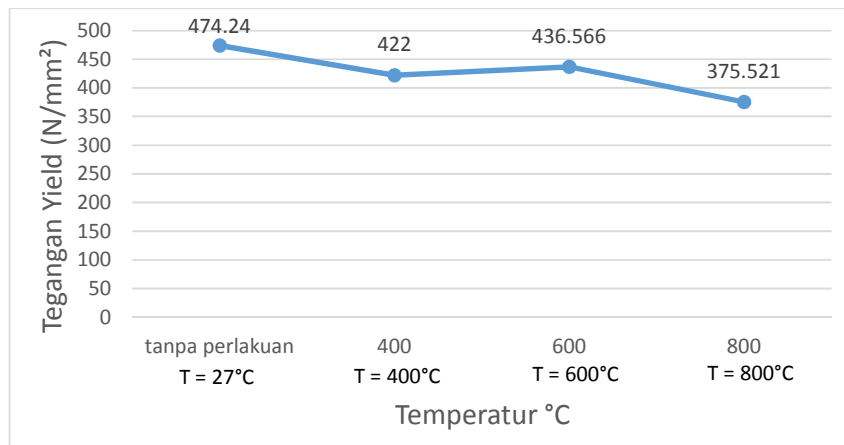
Berdasarkan hasil dari gambar 3, memperlihatkan hasil pengujian antara baja tulangan tanpa perlakuan dan dengan perlakuan didapatkan hasil dari spesimen dengan suhu terbakar 400°C sebesar 633 N/mm², dimana terjadi kenaikan nilai tegangan tarik setelah perlakuan sebesar 8,6 %. Spesimen dengan suhu terbakar 600°C sebesar 653,341 N/mm², pada spesimen ini terjadi kenaikan nilai tegangan tarik setelah perlakuan sebesar 12%. Spesimen dengan suhu terbakar 800°C sebesar 545,219 N/mm², pada spesimen ini terjadi penurunan nilai tegangan tarik sebesar 6,5%. Dari penjelasan diatas bahwa nilai tegangan tarik paling tinggi pada spesimen yang terbakar pada suhu 600°C sebesar 653,341 N/mm², kenaikan ini bisa saja terjadi karena dimana saat proses pendinginan melalui media air pendinginan tersebut terjadi secara cepat atau disebut dengan pendinginan kejut lalu di *normalizing*. Dan dari penjelasan diatas kita juga bisa melihat nilai kekuatan tarik yang paling kecil terjadi pada baja tulangan yang pada suhu 800°C sebesar 545,219 N/mm².



Gambar 3 Nilai Tegangan Tarik Setelah Perlakuan

3.3 Analisa Data Tegangan Yield

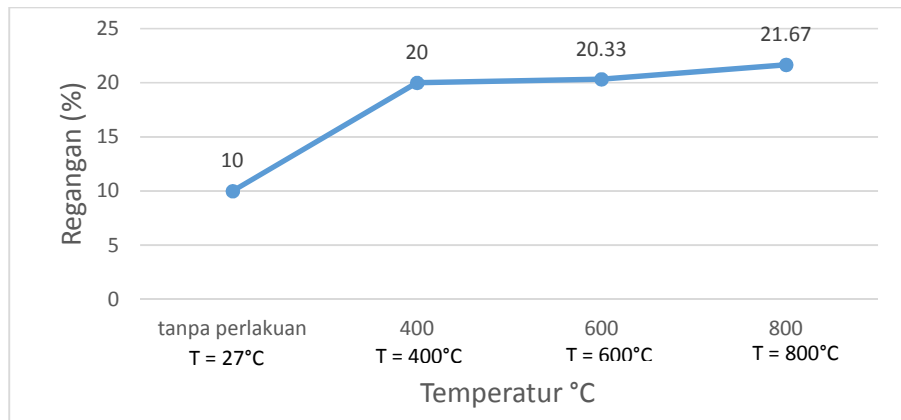
Berdasarkan gambar 4, nilai tegangan *yield* diatas antara baja tulangan tanpa perlakuan dan dengan perlakuan didapatkan hasil dari spesimen dengan suhu terbakar 400°C sebesar 422 N/mm², dimana terjadi penurunan nilai tegangan *yield* setelah perlakuan sebesar 11%. Spesimen dengan suhu terbakar 600°C sebesar 436,566 N/mm², pada spesimen ini terjadi penurunan nilai tegangan *yield* setelah perlakuan sebesar 8%. Spesimen dengan suhu terbakar 800°C sebesar 375,521 N/mm², pada spesimen ini terjadi penurunan nilai tegangan *yield* sebesar 20,8%. Dari penjelasan diatas bahwa nilai tegangan *yield* paling rendah pada spesimen yang terbakar pada suhu 800°C sebesar 375,521 N/mm², penurunan ini bisa saja terjadi karena dimana saat proses pendinginan melalui media air pendinginan tersebut terjadi secara cepat atau disebut dengan pendinginan kejut lalu di *normalizing*. Dan dari penjelasan diatas kita juga bisa melihat nilai tegangan *yield* yang mengalami penurunan paling banyak setelah perlakuan pada suhu 800°C.



Gambar 4 Nilai Tegangan Yield Setelah Perlakuan

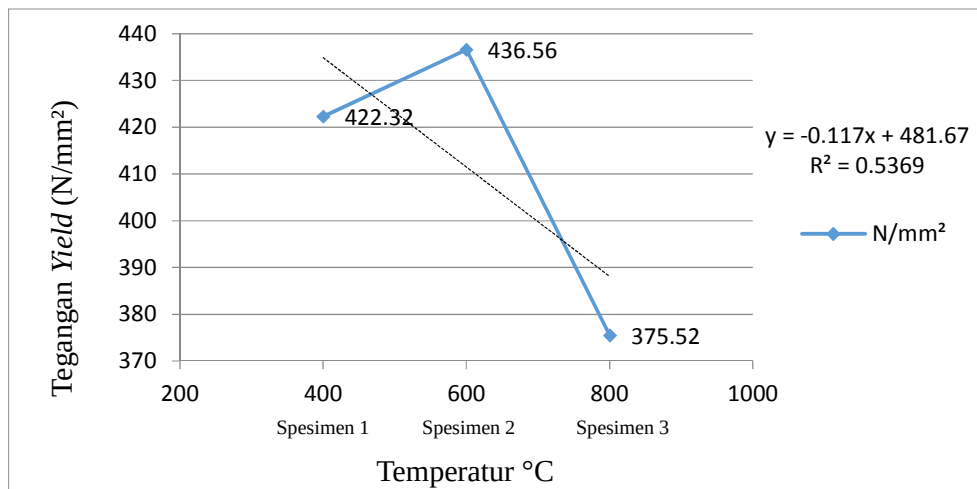
3.4 Analisa Data Regangan

Berdasarkan hasil dari gambar 5, nilai regangan diatas antara baja tulangan tanpa perlakuan dan dengan perlakuan didapatkan hasil dari spesimen dengan suhu terbakar 400°C sebesar 20%, dimana terjadi kenaikan nilai regangan setelah perlakuan sebesar 100%. Spesimen dengan suhu terbakar 600°C sebesar 20,33%, pada spesimen ini terjadi kenaikan nilai regangan setelah perlakuan sebesar 103,3%. Spesimen dengan suhu terbakar 800°C sebesar 21,67%, pada spesimen ini terjadi kenaikan nilai regangan sebesar 116,7%. Dari penjelasan diatas bahwa nilai regangan paling tinggi pada spesimen yang terbakar pada suhu 800°C sebesar 21,67, Menurut (Riyanto Hery Nugroho, 2014) kenaikan ini bisa saja terjadi karena dimana saat proses pendinginan melalui media air pendinginan tersebut terjadi secara cepat atau disebut dengan pendinginan kejut lalu di *normalizing*.



Gambar 5 Grafik Regangan Setelah Perlakuan

3.5 Analisa Regresi Data Tegangan Tarik



Gambar 6 Nilai Regresi Tegangan Tarik Setelah Perlakuan

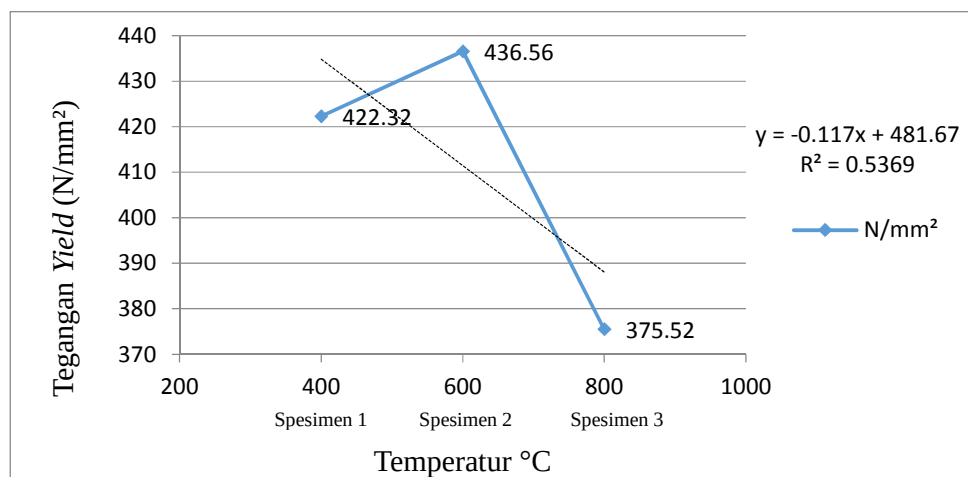
Berdasarkan perhitungan dan gambar 6, maka didapatkan analisa sebagai berikut :

- Dalam kasus ini nilainya sebesar 741,36. Angka ini merupakan angka konstan yang mempunyai arti bahwa jika tidak ada penambahan temperatur (X) maka nilai tegangan tarik (Y) adalah 741,36.
- Dalam kasus ini nilainya sebesar -0,21. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1% temperatur (X), maka nilai tegangan tarik (Y) akan menurun sebesar -0,21.

Karena nilai koefisien regresi bernilai minus (-), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa temperatur (X) berpengaruh negatif terhadap tegangan tarik (Y). Sehingga persamaan regresinya adalah $Y = -0,21x + 741,36$
 $R^2 = 0,5792$

Untuk mengetahui besarnya pengaruh temperatur (X) terhadap nilai tegangan tarik (Y) dalam analisa regresi linear sederhana, kita dapat berpedoman pada nilai R Square atau R^2 dari output diatas yang diketahui nilai R Square sebesar 0,5792. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh temperatur (X) terhadap tegangan tarik (Y) adalah 57,92% sedangkan 42,08% nilai tegangan tarik dipengaruhi variabel yang lain yang tidak diteliti.

3.6 Analisa Regresi Data Tegangan Yield



Gambar 7 Grafik Regresi Tegangan Yield Setelah Perlakuan

Berdasarkan perhitungan dan gambar 7, maka didapatkan analisa sebagai berikut :

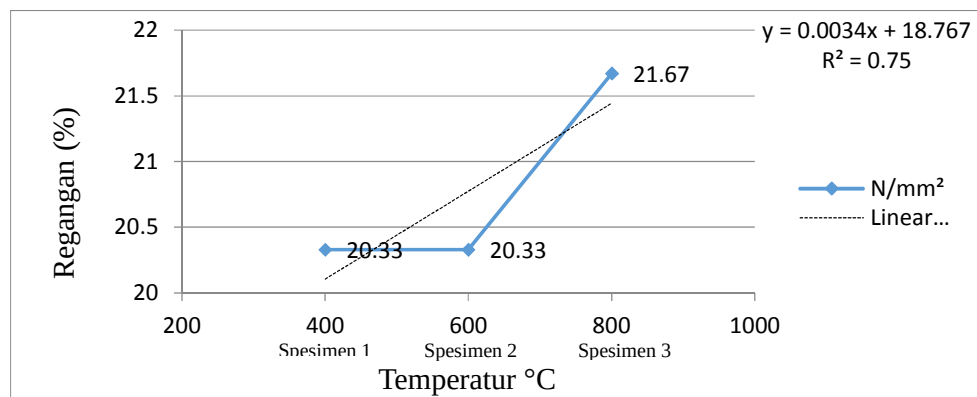
- Dalam kasus ini nilainya sebesar 481,67. Angka ini merupakan angka konstan yang mempunyai arti bahwa jika tidak ada penambahan temperatur (X) maka nilai tegangan tarik (Y) adalah 481,67.
- Dalam kasus ini nilainya sebesar -0,117. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1% temperatur (X), maka nilai tegangan *yield* (Y) akan menurun sebesar -0,117.

Karena nilai koefisien regresi bernilai minus (-), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa temperatur (X) berpengaruh negatif terhadap tegangan *yield* (Y). Sehingga persamaan regresinya adalah $Y = -0,117x + 481,67$.

$R^2 = 0,5369$

Untuk mengetahui besarnya pengaruh temperatur (X) terhadap nilai tegangan *yield* (Y) dalam analisa regresi linear sederhana, kita dapat berpedoman pada nilai R Square atau R^2 dari output diatas yang diketahui nilai R Square sebesar 0,5369. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh temperatur (X) terhadap tegangan *yield* (Y) adalah 53,69% sedangkan 46,31% nilai tegangan *yield* dipengaruhi variabel yang lain yang tidak diteliti.

3.7 Analisa Regresi Data Regangan



Gambar 8 Grafik Regresi Regangan Setelah Perlakuan

Berdasarkan perhitungan dan gambar 8, maka didapatkan analisa sebagai berikut :

- Dalam kasus ini nilainya sebesar 18,76. Angka ini merupakan angka konstan yang mempunyai arti bahwa jika tidak ada penambahan temperatur (X) maka nilai regangan (Y) adalah 18,76.
- Dalam kasus ini nilainya sebesar 0,0034. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1% temperatur (X), maka regangan (Y) akan meningkat sebesar 0,0034.

Karena nilai koefisien regresi bernilai positif (+), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa temperatur (X) berpengaruh positif terhadap regangan (Y). Sehingga persamaan regresinya adalah $Y = 0,0034x + 18,76$, $R^2 = 0,75$. Untuk mengetahui besarnya pengaruh temperatur (X) terhadap nilai regangan (Y) dalam analisa regresi linear sederhana, kita dapat berpedoman pada nilai R Square atau R^2 dari output diatas yang diketahui nilai R Square sebesar 0,75. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh temperatur (X) terhadap regangan (Y) adalah 75% sedangkan 25% nilai regangan dipengaruhi variabel yang lain yang tidak diteliti.

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian yang dilakukan pada baja tulangan yang dimana telah dilakukan proses pembakaran yang telah dilakukan pengujian tarik, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah baja tulangan terbakar mendapat perlakuan panas *Normalizing* pada spesimen yang dibakar pada suhu 400°C terjadi peningkatan 8,6% sebesar 633 N/mm² pada tegangan tariknya, tetapi menurun 11% sebesar 422 N/mm² pada tegangan *yield* dan mengalami peningkatan pada nilai regangannya 103,3% sebesar 20,33%.
2. Setelah baja tulangan terbakar mendapat perlakuan panas *Normalizing* pada spesimen yang dibakar pada suhu 600°C terjadi peningkatan 12% sebesar 653,341 N/mm² pada tegangan

- tariknya, tetapi menurun 8% sebesar 436,566 N/mm² pada tegangan *yield* dan mengalami peningkatan pada nilai regangannya 103,3% sebesar 20,33%.
3. Setelah baja tulangan terbakar mendapat perlakuan panas *Normalizing* pada spesimen yang dibakar pada suhu 800°C terjadi penurunan 6,5% sebesar 545,219 N/mm² pada tegangan tariknya, menurun 20,8% sebesar 375,521 N/mm² pada tegangan *yield* dan mengalami peningkatan pada nilai regangannya 116,7% sebesar 21,67%.
 4. Dari ketiga spesimen diatas maka baja tulangan yang paling berdampak kerusakan adalah spesimen yang terbakar pada 800°C dan spesimen yang mengalami kerusakan paling minim pada spesimen yang dibakar pada suhu 600°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Pratowo, 2012. Analisis tegangan tarik dan kekerasan besi beton bertulang pasca kebakaran. Momentum, Vol.8, No.1 UNWAHAS
- Subagiyo, Sarjiyana, Wirawan, 2016. Analisis kekuatan tarik besi beton ulir berdasarkan diameternya. Seminar nasional terapan teknologi POLINEMA 2016
- Badan Standarisasi Nasional, 2014. Baja Tulangan Beton. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Muchtar Karokaro, 2016. Pengaruh Normalizing Ulang Terhadap Sifat Kelelahan Baja DIN 42 Mn V7. Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS Surabaya.
- Deri Dwi Darmawan, 2018. Pengujian dan struktur mikro baja karbon rendah yang telah mengalami proses perlakuan panas (Heat Treatment). Universitas Bandar Lampung Teknik Mesin Vol. 5, No.2 (2018).
- Haris budiman, 2016. Analisa pengujian tarik (tensile test) pada baja ST37 dengan alat bantu ukur load cell. Jurnal J-Ensitem Vol. 03, No.01 FT-Universitas Majalengka
- Hermansyah, Syahroni, ST, Anton Aryanto, M.Eng, 2014. Analisa kuat tarik Besi BJTP Ø 16 mm yang ada di pasaran Rokan Hulu (Study kasus besi BJTP Ø 16 mm besi SS, GS dan HHS). Universitas pengaraian.
- Riyanto Hery Nugroho, 2014. Analisis sifat mekanik kekuatan baja tulangan polos hasil proses perlakuan panas fasa ganda. Info Teknik Volume 15 No. 2 Desember 2014 (175-188) Politeknik Negeri Malang.