

PEMODELAN PENGUJIAN TARIK UNTUK MENGANALISIS SIFAT MEKANIK MATERIAL

Robert Denti Salindeho¹⁾, Jan Soukota²⁾, Rudy Poeng³⁾
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

ABSTRACT

One of the tests used to determine the mechanical properties of the metal are tensile test. The results obtained from tensile testing is the yield strength of the material. In the tensile test, applying load and extension of the material are manually analyzed.

The research objective is to develop software and perform simulation of tensile testing test based on applying load and extension.

Simulation results can determine the of technical strength and true strength of material the base on the results of tensile testing specimens of copper shafts circular cross section and angle shape cross section of construction steel specimen.

Keywords: Software Modeling, Testing Test, Strength of Materials

ABSTRAK

Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik logam adalah uji tarik. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Dalam pelaksanaan pengujian tarik, diperoleh data beban dan perpanjangan yang terjadi pada material selama proses pengujian. Untuk menganalisis kekuatan material dari data hasil pengujian umumnya dilakukan dengan menggunakan alat hitung (kalkulator) sehingga terjadi banyak pengulangan kalkulasi untuk memperoleh kekuatan material. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan pengembangan suatu perangkat lunak untuk menganalisis kekuatan hasil dari pengujian tarik pada suatu material.

Tujuan penelitian adalah memodelkan aplikasi dari obyek pengujian tarik, membuat/mengembangkan perangkat lunak dan melakukan simulasi kekuatan material. Sedangkan metode penelitian yang digunakan pengumpulan data, analisis data dan perancangan/implementasi.

Hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pengujian tarik yang dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman *smalltalk*, dapat menentukan kekuatan material teknis dan kekuatan material sejati berdasarkan data pembebanan dan perpanjangan hasil pengujian tarik benda uji tembaga poros penampang lingkaran maupun benda uji besi siku penampang segi empat.

Kata kunci : Pemodelan, Pengujian Tarik, Kekuatan Material, Perangkat Lunak

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik logam adalah uji tarik. Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Karena dengan pengujian tarik dapat diukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan.

Pemodelan berorientasi obyek merupakan bahasa pemodelan yang paling banyak digunakan pada pembuatan perangkat lunak. Model ini memanfaatkan obyek, dimana obyek-obyek di dunia nyata dimodelkan sebagai suatu konsep yang diimplementasikan dalam bentuk perangkat lunak. Bahasa pemograman orientasi sebagai implementasi dari pemodelan berorientasi obyek adalah bahasa pemograman berorientasi obyek, salah satunya saat ini dikenal bahasa pemograman berorientasi obyek *Smalltalk*.

Dalam pelaksanaan pengujian tarik, diperoleh data beban dan perpanjangan yang terjadi pada material selama proses pengujian. Untuk menganalisis kekuatan material dari data hasil pengujian

umumnya dilakukan dengan menggunakan alat hitung (kalkulator) sehingga terjadi banyak pengulangan kalkulasi untuk memperoleh kekuatan material, Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan pengembangan suatu perangkat lunak untuk menganalisis kekuatan hasil dari pengujian tarik pada suatu material.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang diangkat dalam penelitian bagaimana data dari hasil pengujian tarik pada material dapat dianalisis kekuatan material secara teknis dan sejati dengan menggunakan perangkat lunak.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari penulisan ini adalah:

1. Memodelkan aplikasi dari obyek pengujian tarik.
2. Membuat/mengembangkan perangkat lunak dari hasil pemodelan.
3. Melakukan simulasi kekuatan material dengan menggunakan perangkat lunak yang dibuat.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan penelitian ini, dilakukan pembatasan terhadap masalah-masalah yang harus diselesaikan, adalah:

1. Data hasil pengujian tarik yang dijadikan obyek dibatasi pada hasil pengujian tarik berpenampang lingkaran dan berpenampang segi empat yang telah dilakukan oleh mahasiswa.
2. Pemodelan yang dilakukan dengan cara UML (*Unified Modeling Language*).

3. Perangkat lunak yang dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *Smalltalk*.
4. Hasil analisis dengan menggunakan pemodelan perangkat lunak yang dikembangkan, hanya memperoleh kekuatan material secara teknis dan sejati.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui pengujian tarik.
2. Memberi wawasan yang luas mengenai teknologi informasi.
3. Memahami pemodelan dan pembuatan perangkat lunak.
4. Diharapkan dapat membantu penyelesaian masalah pengujian tarik dalam menganalisis kekuatan material.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Uji Tarik

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpanjangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus. Tetapi jika

gaya tarik sudut berhimpit maka yang terjadi adalah gaya lentur.

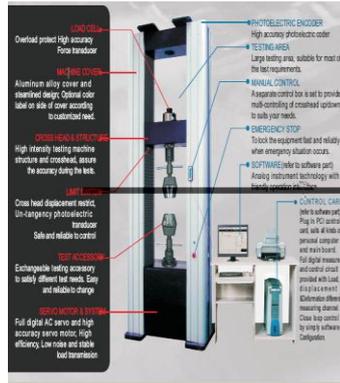
Hasil uji tarik tersebut mencatat fenomena hubungan antara tegangan-regangan yang terjadi selama proses uji tarik dilakukan. Mesin uji tarik sering diperlukan dalam kegiatan *engineering* untuk mengetahui sifat-sifat mekanik suatu material. Mesin uji tarik terdiri dari beberapa bagian pendukung utama, diantaranya :kerangka, mekanisme pencekam spesimen, sistem penarik dan mekanisme, serta sistem pengukur.

Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontiniu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. seperti terlihat pada Gambar 2.1. ([http:// belajar metalurgi.blogspot.com](http://belajar.metalurgi.blogspot.com))

2.2 Tegangan-Regangan Teknis

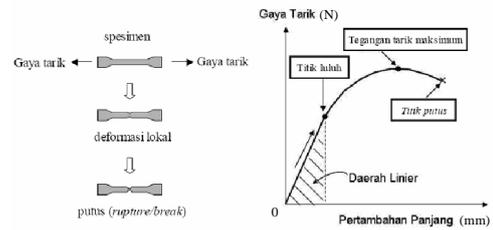
Sifat-sifat mekanik material yang dikuantifikasikan salah satunya dengan kuat tarik dapat diperoleh dengan pengujian tarik. Pada pengujian tarik uniaksial atau uji satu arah, benda uji diberi beban atau gaya tarik pada satu arah dan gaya yang diberikan bertambah besar secara kontiniu. Pada saat bersamaan benda uji akan bertambah panjang dengan bertambah gaya yang diberikan.

Berdasarkan hasil pengujian tarik yaitu berupa data gaya dan perpanjangan, maka dapat dianalisis untuk menentukan tegangan dan regangan secara teknis, yaitu persamaannya:



Gambar 2.1 Alat uji tarik
(<http://www.scribd.com>)

Profil ini sangat diperlukan dalam desain yang memakai bahan tersebut.



Gambar 2.2 Gambar singkat uji tarik
(fhianunikoe.blogspot.com)

- Tegangan Teknis**
 Tegangan yang didapatkan dari kurva tegangan teoritik adalah tegangan yang membujur rata-rata dari pengujian tarik. Tegangan tersebut diperoleh dengan cara membagi beban dengan luas awal penampang lintang benda uji itu. (fhianunikoe.blogspot.com)

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana,

P = gaya yang diberikan pada benda uji (N)

A_0 = luas penampang awal benda uji (mm²)

- Regangan Teknis**
 Regangan yang didapatkan adalah regangan linear rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi perpanjangan (*gage length*) benda uji, dengan panjang awal. (fhianunikoe.blogspot.com)

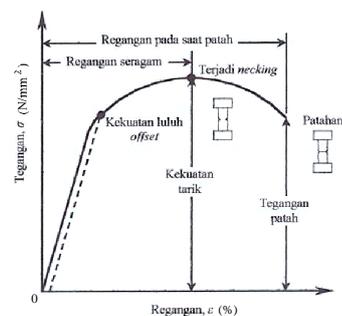
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0} \dots \dots \dots (2.2)$$

Jila terus menarik suatu benda uji sampai putus, akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap yang berupa kurva seperti digambarkan pada Gambar 2.2. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang.

Memudahkan pembahasan, Gambar 2.1 dimodifikasi dari hubungan antara gaya tarikan dan pertambahan panjang menjadi hubungan antara tegangan mekanik dan regangan (*stress vs strain*), seperti diperlihatkan pada gambar 2.3.

2.3 Tegangan-Regangan Sejati

Tegangan-regangan teknik tidak memberikan indikasi karekteristik deformasi yang sesungguhnya, karena kurva tersebut semuanya berdasarkan pada dimensi awal benda uji, sedangkan selama pengujian terjadi perubahan dimensi. Pada tarik untuk logam liat, akan terjadi penyempitan setempat pada saat beban mencapai harga maksimum. Karena pada tahap ini luas penampang lintang benda uji turun secara cepat, maka beban yang dibutuhkan untuk melanjutkan deformasi akan segera mengecil.



Gambar 2.3 Kurva tegangan-regangan teknis
(fhianunikoe.blogspot.com)

Tegangan-regangan teknik juga menurun setelah melewati beban maksimum. Keadaan sebenarnya menunjukkan, logam masih mengalami pengerasan regangan sampai patah sehingga tegangan yang dibutuhkan untuk melanjutkan deformasi juga bertambah besar. Tegangan yang sesungguhnya adalah beban pada saat manapun dibagi dengan luas penampang lintang benda uji, A_0 dimana beban itu bekerja.

Tegangan-regangan rekayasa didasarkan atas dimensi awal (luas area dan panjang) dari benda uji, sementara untuk mendapatkan tegangan-regangan sejati diperlukan luas area dan panjang aktual pada saat pembebanan setiap saat terukur. Perbedaan kedua kurva tidaklah terlampau besar pada regangan yang kecil, tetapi menjadi signifikan pada rentang terjadinya pengerasan regangan, yaitu setelah titik luluh terlampaui. Secara khusus perbedaan menjadi demikian besar di dalam daerah *necking* (pengecilan penampang). Pada tegangan-regangan rekayasa, dapat diketahui bahwa benda uji secara aktual mampu menahan turunnya beban karena luas area awal A_0 bernilai konstan pada saat penghitungan tegangan $\sigma = P / A_0$. Sementara pada kurva tegangan-regangan sejati luas area aktual adalah selalu turun hingga terjadinya perpatahan dan benda uji mampu menahan peningkatan tegangan karena $\sigma' = P / A_i$.

(fhianunikoe.blogspot.com)

Hubungan tegangan-regangan sejati dan tegangan-regangan teknis, yaitu dengan persamaan sebagai berikut: (fhianunikoe.blogspot.com)

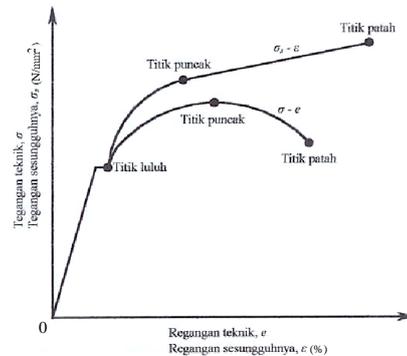
$$\sigma' = \sigma(1 + \varepsilon), \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots (2.3)$$

$$\varepsilon' = \ln(1 + \varepsilon), \text{ (\%)} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

σ' = tegangan sejati (N/mm²)

ε' = regangan sejati (%)



Gambar 2.4 Perbandingan antara kurva tegangan regangan teknik Dengan kurva tegangan regangan sejati (fhianunikoe.blogspot.com)

2.4 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik atau kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) adalah nilai yang paling sering dituliskan sebagai hasil suatu uji tarik, tetapi padakenyataannya nilai tersebut kurang bersifat mendasar dalam kaitannya dengan kekuatan material. Untuk logam ulet, kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum, dimana logam dapat menahan beban sesumbu untuk keadaan yang sangatterbatas. Pada tegangan yang lebih komplek, kaitan nilai tersebut dengan kekuatan logam kecil sekali kegunaannya. Kecenderungan yang banyak ditemui adalah, mendasarkan rancangan statis logam ulet pada kekuatan luluhnya. Tetapi karena jauh lebih praktis menggunakan kekuatan tarik untuk menentukan kekuatan bahan, maka metode ini lebih banyak dipakai.

Kekuatan tarik adalah besarnya beban maksimum dibagi dengan luas penampang lintang awal benda uji.

([http:// belajar metalurgi.blogspot.com](http://belajar.metalurgi.blogspot.com))

$$\sigma_u = \frac{P_{maks}}{A_o}, \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.5)$$

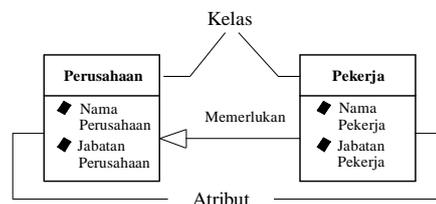
Korelasi emperis yang diperluas antar kekuatan tarik dengan sifat mekanik lainnya seperti kekerasan dan kekuatan lelah, sering dipergunakan. Hubungan tersebut hanya terbatas pada hasil penelitian beberapa jenis material.

2.5 Pemodelan UML (Unified Modeling Language) dan Visual Works Smalltalk

Sistem informasi berbasis komputer telah mempengaruhi peningkatan pasar perangkat lunak, sekaligus juga menjadi tantangan bagi dunia rekayasa perangkat lunak untuk memiliki teknik rekayasa yang dapat meningkatkan kualitas serta mengurangi biaya dan waktu. UML sebagai bahasa standar pemodelan visual dalam rekayasa perangkat lunak. Penggunaan UML berdampak pada peningkatan produktivitas dan kualitas, serta mengurangi biaya dan waktu. Kerumitan dala segi arsitektural system perangkat lunak yang akan dibuat dapat diatasi dengan menggunakan UML.

UML (Unified Modeling Language) didfinisikan sebagai pemodelan umum yang digunakan untuk menspesikasikan, memvisualisasikan, membangun dan mendokumentasikan data-data dan isi daei suatu sistem perangkat lunak. Tujuan UML adalah menjadikan bahasa ini menjadi bahasa standar yang diakui sebagai media komunikasi untuk merancang, mendefinisikan, menkonfigurasi, mendokumentasi dan mempermudah pengembangan lebih lanjut dari sistem perangkat lunak. Pada gambar

2.5 menunjukkan salah satu pemodelan dengan cara UML. Terlihat bahwa hubungan anatar kelas dari obyek dengan hubungan asosiasi yang terdiri dari kelas dari obyek perusahaan dan pekerja. Pengertian dari pemodelan ini bahwa kelas perusahaan dengan atribut nama perusahaan dan jabatan perusahaan memerlukan kelas pekerja dengan atribut nama pekerja dan jabatan pekerja.



Gambar 2.5 Kelas dan Hubungannya

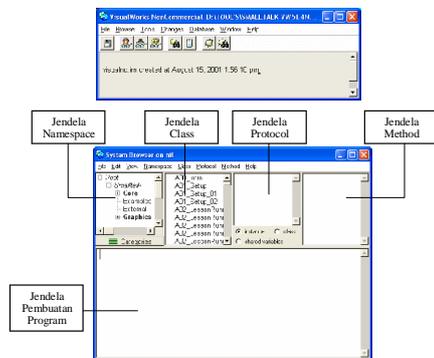
Smalltalk bisa dilihat dari beberapa pandangan. Perbedaan dengan bahasa pemograman lainnya, Smalltalk bisa dikatakan sebagai suatu bahasa program atau bisa juga tidak. Tapi sebenarnya Smalltalk lebih dari sebuah bahasa. Berikut ini yaitu beberapa pengertian Smalltalk: (Hunt J., JayDee Technology Ltd)

1. suatu bahasa pemograman berorientasi obyek.
2. suatu lingkungan pemograman.
3. suatu hasil pengembangan lingkungan pemograman.

Pada kenyataannya Smalltalk yaitu sebuah program Virtual (maya) karena pada saat menyimpan suatu obyek. Obyek tersebut tersimpan dalam bentuk image. Meskipun begitu bahasa pemogramannya berbeda dari bahasa pemograman lain, inilah yang membuat Smalltalk berbeda dari program lain.

Obyek image tersebut tidak hanya menyimpan kode bahasanya tapi juga lingkungan yang dipakai saat itu. Dan menjadikan image tersebut

compatible dengan OS (*operating system*) yang digunakan. Inilah yang membuat perbedaan besar dengan bahasa pemrograman lain. (Hunt J., JayDee Technology Ltd)



Gambar 2.6 Tampilan awal Pembuatan Perangkat Lunak dengan *Smalltalk*

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (Unsrat). Dan waktu pelaksanaan mulai 25 Februari sampai 25 Mei 2013.

3.2 Bahan dan Peralatan

Kebutuhan bahan dan peralatan dalam tugas akhir ini adalah:

- Satu unit *Personal Computer (PC)*.
- Bahasa pemrograman *Smalltalk*.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dapat dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur, maka pelaksanaannya dengan prosedur penelitian seperti pada gambar 3.1. Penjelasan prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Persiapan

Pada tahap ini sebagai proses untuk melakukan persiapan yaitu

mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan penelitian ini.

2. Pemodelan

Sebagai input dalam penelitian ini, dimana pengujian tarik dijadikan obyek pemodelan untuk mempermudah pembuatan/pengembangan perangkat lunak.

3. Pembuatan Perangkat Lunak

Proses pembuatan perangkat lunak dari model pengujian tarik yang telah dibuat.

4. *Running*

Sebagai pilihan, apabila program dalam proses pembuatan perangkat lunak tidak dapat dijalankan maka kembali pada pemodelan, dan apabila dapat dijalankan dilanjutkan dengan pengisian data hasil pengujian tarik.

5. Data Hasil Pengujian Tarik

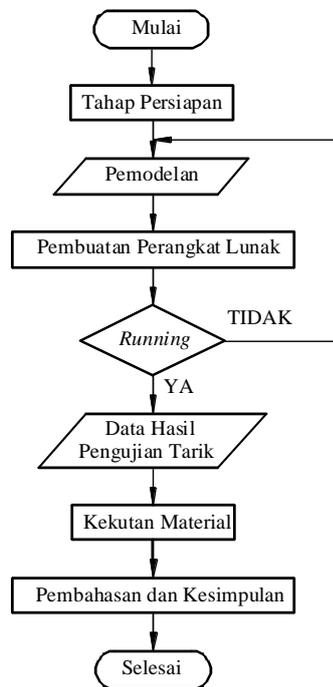
Salah satu data hasil pengujian tarik yang telah dilakukan pratikan sebagai data input pada perangkat lunak yang dibuat.

6. Kekuatan Material

Bersasarkan data hasil pengujian tarik diinput pada perangkat lunak akan diperoleh hasil kekuatan material tersebut.

7. Pembahasan dan Kesimpulan

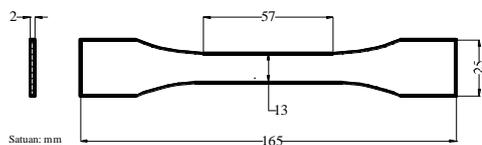
Dilakukan proses pembahasan dan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.



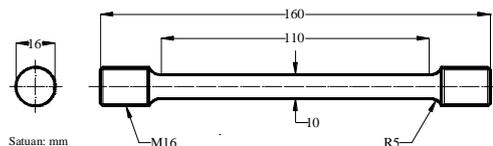
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

3.4.1 Benda Uji Pengujian Tarik

Benda uji dari hasil pengujian tarik yang dijadikan obyek dalam penelitian ini, yaitu bentuk penampang segi empat dan penampang bulat. Lebih jelasnya bentuk penampang uji ini dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2.



Gambar 3.2 Benda uji penampang segi empat

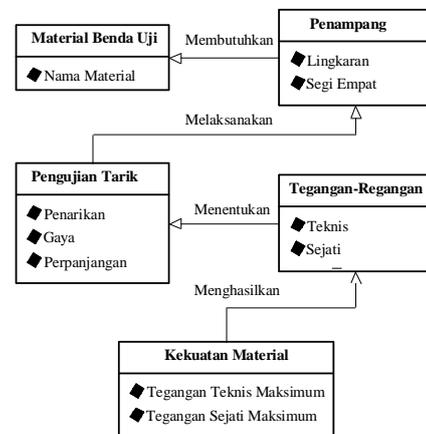


Gambar 3.3 Benda uji penampang bulat

3.4.2 Pemodelan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada pengujian tarik, pemodelan dapat dilakukan untuk mempermudah, memperjelas masalah-masalah yang harus diatasi pembuatan perangkat lunak dan menyamakan persepsi antara pembuat perangkat lunak dengan penggunaannya sehingga ketidaksesuaian antara keduanya terjadi setelah perangkat lunak dibuat.

Pemodelan dapat dilakukan untuk menggambarkan/menerangkan sistem kelas perencanaan proses produksi kerja pelat. Kelas-kelas ini memiliki atribut dan fungsi/metode yang diperlukan. Tujuan dari pemodelan ini untuk membuat model dari obyek yang diperlukan perencanaan proses produksi kerja pelat dengan cara *UML (Unified Modeling Language)*. Pemodelan yang dilakukan, seperti diperlihatkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pemodelan struktur kelas obyek pengujian tarik

Dari gambar 3.3 menjelaskan struktur kelas obyek pengujian tarik, yaitu sebagai berikut:

1. Kelas Material Benda Uji
Kelas material benda uji merupakan kelas yang membutuhkan penampang dilakukan pengujian tarik. Obyek

dari kelas ini mempunyai atribut nama material.

2. Kelas Penampang

Kelas penampang yang dibutuhkan meterial benda uji untuk dilaksanakan pengujian tarik. Secara umum obyek dari kelas ini mempunyai atribut lingkaran dan segi empat.

3. Kelas Pengujian Tarik

Kelas ini merupakan kelas yang melaksanakan pengujian tarik untuk mendapatkan tegangan dan regangan. Obyek dari kelas ini mempunyai atribut penarikan, gaya dan perpanjangan.

4. Kelas Tegangan-Regangan

Kelas ini tegangan-regangan yang ditentukan pengujian tarik untuk menghasilkan kekuatan material. Obyek dari kelas ini mempunyai atribut teknis dan sejati.

5. Kekuatan Material

Kelas ini merupakan kelas yang dihasilkan oleh tegangan-regangan. Obyek dari kelas ini mempunyai atribut tegangan teknis maksimum dan tegangan sejati maksimum.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

4.1.1 Pengujian Tarik

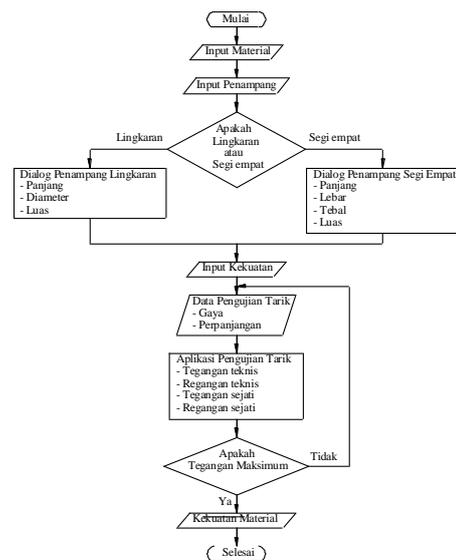
Dari pegujian tarik yang telah dilakukan. Hasil pengamatan yang didapatkan yaitu:

1. Sebelum dilakukan pengujian tarik benda uji harus dibuat standar.
2. Penampang uji yang diamati yaitu berbentuk lingkaran dan segi empat.
3. Hasil pengujian yang dilakukan diperoleh gaya yang diberikan

pada benda uji dan perpanjangan benda uji.

4.12 Diagram Alir Program

Diagram alir program merupakan tahapan cara penggunaan perangkat lunak untuk menentukan kekutan material dari pengujian tarik. Penjelasan diagram alir program ini seperti ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram alir program

4.2 Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan pemodelan pada bab III, maka dapat dibuat/dikembangkan perangkat lunak untuk menentukan kekuatan material.

4.2.1 Perangkat Lunak Pengujian Tarik

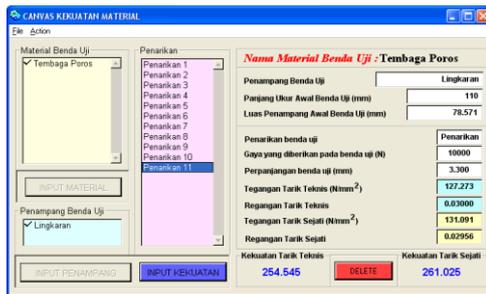
Tampilan awal *application model* hasil pemodelan pengujian tarik, seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tampilan awal perangkat lunak pengujian tarik

4.2.2 Simulasi Benda Uji Penampang Lingkaran

Pengujian Tarik setelah pengisian data hasil pengujian tarik untuk benda uji tembaga poros penampang lingkaran ditampilkan seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tampilan perangkat lunak pengujian tarik setelah pengisian data benda uji tembaga poros penampang lingkaran

4.2.3 Simulasi Benda Uji Penampang Segi Empat

Pengujian Tarik setelah pengisian data hasil pengujian tarik untuk benda uji tembaga poros penampang lingkaran ditampilkan seperti pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tampilan perangkat lunak pengujian tarik setelah pengisian data benda uji besi siku penampang segi empat

4.3 Pembahasan

Dari hasil pengolahan data yang dilakukan dapat memberikan pembahasan sebagai berikut:

1. Diagram alir program yang dilakukan berdasarkan

penggunaan tombol-tombol perintah yang dibuat dalam aplikasi perangkat lunak, sehingga terjadi modularitas program yang baik untuk mempermudah dalam penggunaannya.

2. Perangkat lunak pengujian tarik dengan melakukan simulasi benda uji tembaga poros penampang lingkaran dan benda uji besi siku penampang segi empat dapat menentukan kekuatan material. Hasil simulasi ini seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil simulasi perangkat lunak

Benda Uji		Kekuatan Tarik (N/mm ²)	
		Teknis	Sejati
Tembaga Poros	Lingkaran	254.545	261.025
	Besi Siku	Segi Empat	54.945 75.766

3. Hasil simulasi yang diperoleh pada tabel 4.1 dibandingkan dengan hasil perhitungan pengujian tarik yang dilakukan oleh mahasiswa Teknik Mesin Unsrat, dapat dikatakan tidak ada perbedaan. Dengan demikian pemodelan perangkat lunak pengujian tarik yang dikembangkan dapat digunakan untuk analisis kekuatan material hasil pengujian tarik.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pemodelan yang dilakukan dengan cara *UML (Unified Modeling Language)* yaitu membuat model dari obyek pengujian tarik yang menggambarkan / menerangkan bahwa data pembebanan dan perpanjangan hasil pengujian tarik dapat disimulasikan untuk menentukan kekuatan material.

- Model yang dibuat tersebut dapat membangun program aplikasi pengujian tarik sehingga modularitas program sangat baik dalam pengembangan/pembuatan perangkat lunak.
2. Perangkat lunak yang dibuat atau dikembangkan berdasarkan informasi yang didapat dari pemodelan pengujian tarik, sehingga didapatkan suatu aplikasi perangkat lunak yang dapat menentukan kekuatan material secara teknis maupun kekuatan material secara sejati.
 3. Hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pengujian tarik yang dikembangkan, diperoleh kekuatan material teknis dan kekuatan material sejati berdasarkan data pembebanan dan perpanjangan hasil pengujian tarik benda uji tembaga poros penampang lingkaran maupun benda uji besi siku penampang lingkaran.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pemodelan pengembangan perangkat lunak jenis pengujian lainnya agar mampu melakukan simulasi sifat mekanik dari material.
2. Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut dalam pembuatan perangkat lunak ini, untuk menghasilkan kurva dari hasil pengujian dan sistem *database*.

Martawirya, Yatna Yuwana. 2002. Modul Teknik Pemograman Berorientasi Obyek, Laboratorium Teknik Produksi Mesin ITB.

Poeng, R. 2004. Pengembangan Perangkat Lunak Perencanaan Produksi untuk Produk Kerja Pelat, Tesis, ITB.

Rochim, Taufiq. 2002. *Sistem Informasi*, Laboratorium Teknik Produksi Mesin ITB Bandung.

Suhendar, A dan Gunadi, H. 2002. *Visual Modeling Menggunakan UML dan Rational Rose*, Informatika Bandung.

Supit, G.R. 2012, Laporan Praktikum Pengujian Tarik Tembaga Poros Penampang Lingkaran, Laboratorium Teknik Mesin Unsrat.

Walewangko, R. 2013, Pengujian Tarik Besi Siku Penampang Segi Empat, Laboratorium Teknik Mesin Unsrat.

<http://www.scribd.com/doc/50849094/BAB-2>

<http://belajarmetalurgi.blogspot.com/2011/02/pendahuluan-dalam-kehidupan-sehari-hari.html>.

DAFTAR PUSTAKA

Hunt, John. *Smalltalk and Object Orientation*. JayDee Technology Ltd, : *An Introduction*, Hartham Park Corsham, Wiltshire , SN13 0RP United Kingdom.