

# Pengembangan Aplikasi Perencanaan Elemen Struktur Baja Berbasis Android Berdasarkan SNI 03-1729-2002 dan SNI 03-1729-2015 Pada Batang Tarik

Ronny Purba<sup>1\*</sup>, Muh Rizki Afandi<sup>2</sup>,  
Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung  
Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No. 26, Labuhan Ratu, Kedaton, 35142, Bandar Lampung,  
Indonesia  
E-mail:  
[ronnypurba@ubl.ac.id](mailto:ronnypurba@ubl.ac.id)  
[m.rizki.17311124@student.ubl.ac.id](mailto:m.rizki.17311124@student.ubl.ac.id)

## ABSTRAK

Baja salah satu material yang paling sering digunakan pada bangunan saat ini dinilai mampu menahan beban dengan baik dan aman. Sedangkan metode perhitungan yang dipakai dalam perencanaan khususnya struktur baja saat ini masih menggunakan sistem hitung manual atau *microsoft excel*. Semakin pesatnya perkembangan teknologi kearah serba digital saat ini, membuat manusia memiliki gaya hidup yang tidak bisa dilepaskan dari perangkat serba digital dan menjadikan kita sebagai manusia dengan mobilitas tinggi yang membutuhkan sesuatu yang serba cepat dan praktis, tidak terkecuali dalam hal hitung-menghitung yang cepat dan efisien. Oleh karena itu, pesatnya perkembangan teknologi sekarang. Membuat penulis mengkaji dan mengembangkan sebuah aplikasi berbasis android pada perencanaan elemen struktur baja, agar kelak dunia konstruksi khususnya perencanaan elemen struktur baja dapat mengimbangi kemajuan teknologi mendatang. Sehingga aplikasi ini nantinya dapat berguna dan membantu para mahasiswa-mahasiswi dan pekerja konstruksi khususnya baja. Tapi sebelum mulai mengembangkan aplikasi tersebut, penulis terlebih dahulu melakukan perhitungan kekuatan batang tarik secara manual atau *microsoft excel*. Dalam perhitungan secara manual tersebut, nantinya akan menghasilkan nilai kuat tarik rencana. kemudian akan dibandingkan dengan nilai beban ultimate untuk menentukan batang tarik tersebut apakah mampu menahan dari beban ultimate yang diterima. Setelah selesai melakukan perhitungan secara manual, selanjutnya dilakukan proses desain aplikasi dan *encoding* aplikasi.

**Kata Kunci** : *Batang Tarik, Kemajuan Teknologi, Struktur Baja, Beban ultimate.*

## ABSTRACT

*Steel, one of the most frequently used materials in buildings today, is considered to be able to withstand loads properly and safely. While the calculation method used in planning, especially steel structures, is currently still using a manual calculation system or Microsoft Excel. The rapid development of technology towards digital at this time, makes humans have a lifestyle that cannot be separated from digital devices and makes us humans with high mobility who need something fast and practical, not least in terms of fast and easy calculations. efficient. Therefore, the rapid development of technology now. Makes the author examine and develop an android-based application on the planning of steel structural elements, so that in the future the world of construction, especially the planning of steel structural elements, can keep pace with future technological advances. So that this application can later be useful and help students and construction workers, especially steel. But before starting to develop the application, the author first calculates the tensile strength of the rod manually or in Microsoft Excel. In the manual calculation, it will produce the value of the tensile strength of the plan. Then it will be compared with the ultimate load value to determine whether the tensile rod is able to withstand the ultimate load received. After*

*completing manual calculations, the next step is the application design process and application coding.*

**Keywords:** *Tensile Rods, Technological Advancement, Steel Structure, Ultimate Load.*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Perencanaan desain sebelum memulai proses pembangunan sangatlah penting, terutama pada jenis material baja. Karena, baik konstruksi bertingkat maupun rumah tinggal tentunya proses untuk merencanakan, mendesain dan membangunnya, yang diperlukan waktu dan usaha serta biaya yang cukup besar. Sebelumnya, dalam dunia konstruksi dan pembangunan masyarakat hanya mengandalkan material kayu sebagai material pokok dalam membuat suatu struktur, contoh rumah tinggal.

DEPS merupakan aplikasi yang mampu melakukan perhitungan terhadap kekuatan batang tarik, batang tekan, balok lentur, dan juga sambungan baut. Dalam kondisinya saat ini, aplikasi tersebut belum memiliki fungsi yang cukup lengkap dan dapat dikatakan relative kurang *user friendly* karena pengguna harus lebih berusaha untuk mengoperasikannya.

Dalam hal ini penulis akan mengkaji dan mengembangkan kembali Aplikasi DEPS versi 1.0. sebagai aplikasi/software perhitungan desain elemen struktur baja yang *user friendly* untuk para pengguna baik di dunia konstruksi maupun pendidikan khususnya bagi Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung. Dengan adanya pengkajian dan pengembangan kembali aplikasi ini, diharapkan aplikasi DEPS versi 2.0. nanti dapat mempermudah proses perhitungan desain elemen struktur baja dengan kinerja yang relatif cepat dan otomatis serta aplikasi ini nanti mudah dipahami dan digunakan atau bisa dikatakan *user friendly* terhadap pengguna.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu (1) Bertujuan untuk mempermudah pengecekan kekuatan profil baja khususnya batang tarik pada saat dilapangan; (2) Merubah tampilan dan tata letak aplikasi DEPS versi 1.0. menjadi lebih baik dan *user friendly*; (3) Dengan aplikasi yang telah dikaji dan dikembangkan ini dapat membantu mahasiswa-mahasiswi dalam mempelajari matakuliah struktur baja.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Perencanaan Struktur Baja**

Suatu struktur disebut aman jika semua kombinasi beban-beban yang bekerja pada Struktur tidak menyebabkan struktur runtuh (*failure*), terguling, bergeser atau berdeformasi secara berlebihan sehingga menimbulkan perasaan tidak nyaman pada pengguna. Secara umum ada beberapa elemen penyusun struktur baja yang dikelompokkan kedalam 3 bagian yaitu : batang tarik, batang tekan, balok kolom, balok lentur, dan komposit. Dalam penelitian ini penulis hanya akan membahas mengenai elemen batang tarik dalam struktur baja untuk perencana.

### **Beban**

Hal penting yang dihadapi perancang teknik adalah memperhitungkan dengan tepat beban yang bekerja pada struktur, Beban dibagi menjadi dua yaitu beban mati dan beban hidup. Bukan hanya beban mati dan beban hidup, perancang teknik harus menentukan kombinasi beban lainnya, seperti memperhitungkan beban angin, beban atap, beban hujan dan beban gempa yang dianggap bekerja pada waktu yang bersamaan. Berdasarkan peraturan baja pada

buku SNI SNI 03-1729-2002 dan SNI SNI 03-1729-2015 ada lima persamaan yang digunakan untuk mencari nilai Beban Ultimate (Nu) atau Beban Ultimate (Pu) pada struktur baja yang bekerja. Adapun rumusan yang dipakai untuk mencari nilai Nu adalah sebagai berikut :

1. SNI 03-1729-2002

a)  $U = 1,4 D$  (2.1)

b)  $U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (La \text{ atau } H)$  (2.2)

c)  $U = 1,2 D + 1,6 (La \text{ atau } H) + (\gamma_L L \text{ atau } 0,8 W)$  (2.3)

d)  $U = 1,2 D + 1,3 W + \gamma_L L + 0,5 (La \text{ atau } H)$  (2.4)

e)  $U = 1,2 D \pm (1,3 W \text{ atau } 1,0 E)$  (2.5)

2. SNI 03-1729-2015

a)  $U = 1,4 D$  (2.1)

b)  $U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$  (2.2)

c)  $U = 1,2 D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (\gamma_L L \text{ atau } 0,5 W)$  (2.3)

d)  $U = 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$  (2.4)

e)  $U = 1,2 D \pm (1,0 E + L)$  (2.5)

Setelah mencari nilai Nu/Pu dari kelima rumusan diatas diambil Beban Ultimate (Nu) terbesar untuk digunakan dalam perhitungan.

**Kuat Tarik Rencana**

Kuat Tarik rencana pada SNI 1729-2015 dengan SNI 1729-2002 masih sama cuman berbeda penyebutan rumus dan perletakan rumus. Kuat tarik rencana sebuah batang tarik untuk struktur baja adalah suatu kuat tarik nominal yang telah direduksi oleh faktor reduksi kekuatan yaitu  $\phi$ . Tabel 2.2 dibawah ini adalah perbandingan antara SNI 1729-2015 dengan SNI 1729-2002 .

Gambar 1 Perbandingan Kuat Tarik Rencana

KETERANGAN	SNI 1729-2015	SNI 1729-2002
Kuat Tarik Rencana	$\phi tPn$	$\phi Nn$
Kondisi Leleh	$\phi tPn = 0.90FyAg$	$\phi Nn = 0.90AgFy$
Kondisi Fraktur	$\phi tPn = 0.75FuAe$	$\phi Nn = 0.75AeFu$

Dimana :

Fy adalah Tegangan Leleh Baja

- Ag adalah Luas Penampang Kotor  
0,75 adalah faktor reduksi untuk batang tarik  
0,90 adalah faktor reduksi untuk batang tarik  
Fu adalah tarik putus baja  
Ae adalah luas penampang efektif  
Rn adalah nilai pada blok geser

Dari kedua perbandingan kuat tarik rencana tersebut, pertimbangkan juga nilai pada blok geser, dengan rumus :

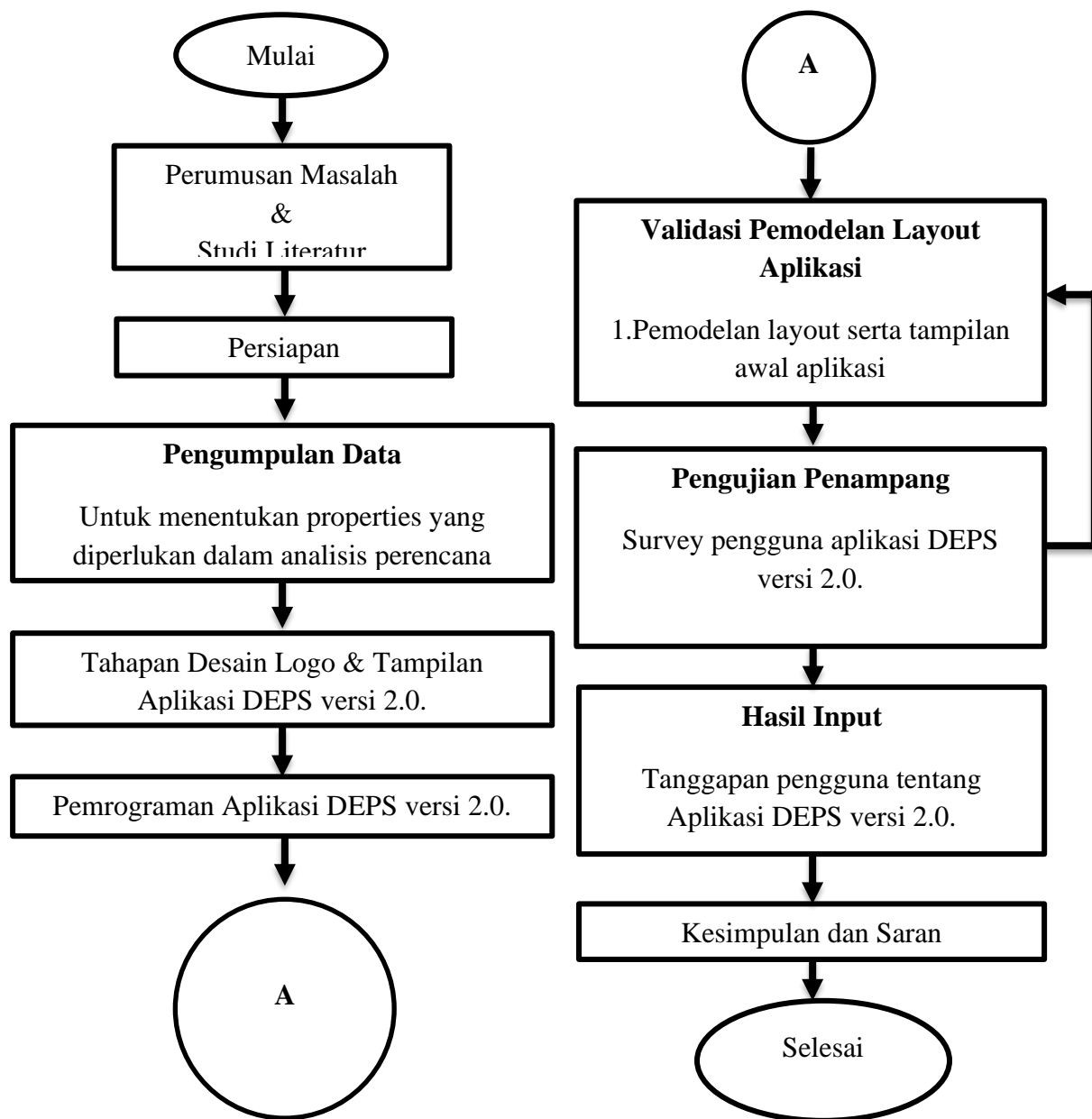
$$\phi R_n = 0,75 \times R_n$$

Selanjutnya pilihlah kuat rencana paling kecil diantara keduanya  $\phi t P_n = \min(0,90 F_y A_g, 0,75 F_u A_e)$  untuk SNI 1729-2015 sedangkan  $\phi N_n = \min(0,90 A_g F_y, 0,75 A_e F_u)$  untuk SNI 1729-2002 lalu bandingkan dengan nilai blok geser, pilih nilai paling minimum diantara ketiganya.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil di Universitas Bandar Lampung, Lampung, Indonesia. Karena penelitian ini berkaitan dengan dunia teknologi, penulis juga bekerjasama dengan seorang IT Programmer Universitas Bandar Lampung. Sebelum memulai proses pemrograman aplikasi DEPS versi 2.0. penulis mencari dan mengumpulkan data dari literatur-literatur yang ada. Beberapa literatur yang digunakan diantaranya adalah dari buku yang berkaitan dengan struktur baja, serta bersumber dari internet. Setelah semua informasi didapat, kemudian mensurvey aplikasi DEPS versi 1.0. agar tau kekurangan serta kelebihan, lalu penulis mempersiapkan rumus yang akan digunakan terutama rumus batang tarik dengan SNI 03-1729-2002 dan SNI 03-1729-2015. Setelah rumus sudah ada, lalu uji coba rumus yang telah dibuat apakah sudah benar atau tidak, Jika sudah benar penulis kemudian mendesain ulang aplikasi DEPS versi 1.0. mulai dari mendesain logo, tampilan, sampai bentuk aplikasi pun didesain atau dikembangkan ulang agar menjadi aplikasi yang *user friendly*. Dalam tahapan ini, desain tampilan disesuaikan dengan rumus yang telah dibuat, agar validasi keduanya mudah dan berjalan lancar.

Rencana penelitian ini disusun melalui bagan alir yang disajikan pada Gambar 1.



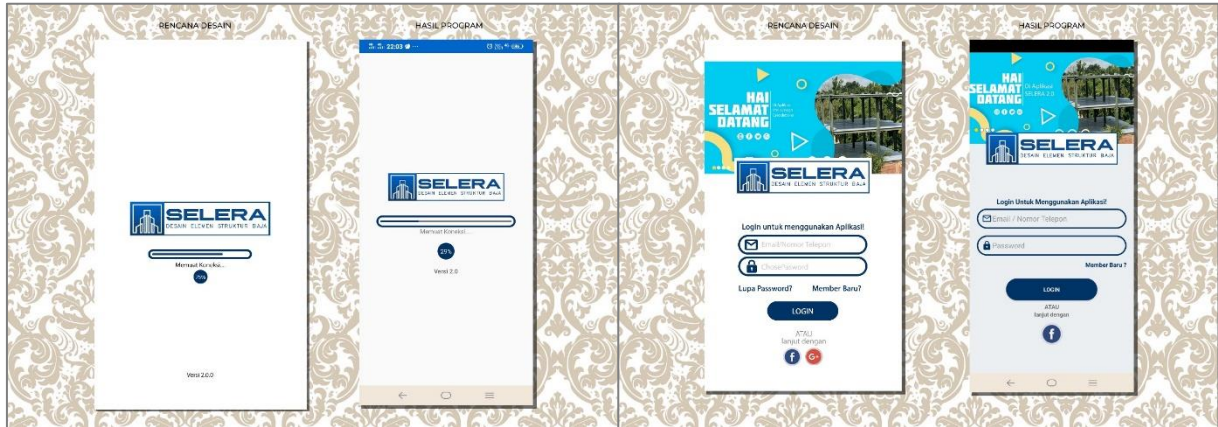
Gambar 1 Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Validasi Pemodelan Layout Serta Tampilan

Melakukan pemodelan layout tampilan aplikasi yang dilakukan oleh peneliti menggunakan aplikasi adobe photoshop cc 2015 dan adobe illustrator cc 2015 dengan layout aplikasi yang dibuat oleh Tim IT Programmer UBL sebagai berikut :

Gambar 4.13. dibawah ini merupakan tampilan loading aplikasi SELERA versi 2.0. dengan tampilan rencana aplikasi



(a)

(b)



(c)

(d)



(e)

(f)



(g)

(h)



(i)

(j)



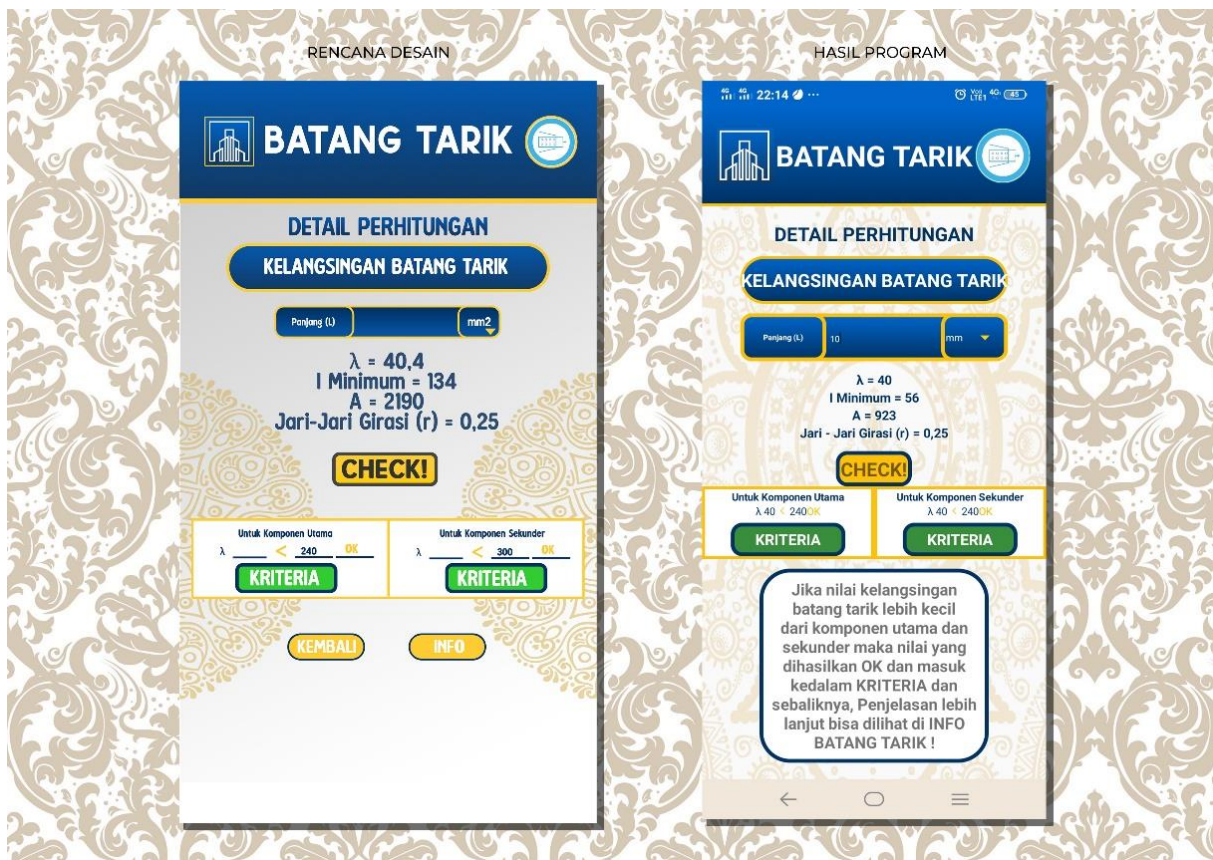
(k)

(l)



(m)

(n)



(o)

Gambar 2 Tampilan-Tampilan Desain Rencana dan Desain Dadi : (a) Tampilan Loading; (b) Tampilan Daftar; (c) Pilihan Materi; (d) Pengaturan; (e) Pilihan SNI; (f) Perhitungan Batang Tarik; (g) Dapur; (h) Kombinasi; (i) Kuat Leleh; (j) Kuat Fraktur; (k) Lubang Segaris; (l) Blok Geser; (m) Kuat Tarik Tominal; (n) Kuat Tarik Rencana; (o) Kelangsingan Batang Tarik;



## Validasi Analisis Perencanaan Desain

Melakukan validasi serta perbandingan perhitungan manual dengan hasil excel dan *output* dari aplikasi tersebut.

Hitunglah tahanan rencana komponen struktur tarik, yang terbuat dari profil L .80.80.6. Mutu baja siku menggunakan baja BJ41. Diameter baut 19 mm. periksa kemungkinan kegagalan blok geser.

### 1. Perhitungan Manual

Didapat hasil perhitungan manual, Gambar 4. dibawah ini adalah perhitungan manual dengan SNI 03-1729-2015 oleh belajar struktur di UBL.

**Keruntuhan Blok Geser**

$$R_n = 0.6 f_u A_{nv} + U_{bs} f_u A_{nt} \leq 0.6 f_y A_{gv} + U_{bs} f_u A_{nt}$$

$A_{nv} = A_{gv} - nDt = (120 - 3.5)(80 - 2)(6) = 279 \text{ mm}^2$   
 $A_{nt} = A_{gt} - nDt = (120 - 1)(80)(6) = 117 \text{ mm}^2$   
 $A_{gv} = A_g - nDt = (120 - 1)(80)(6) = 923 \text{ mm}^2$   
 $A_g = 923 \text{ mm}^2$

$R_n = 0.6(410)(279) + (1.0)(410)(117) = 116.6 \text{ kN}$   
 $\phi R_n = 0.75 \times 116.6 = 87.45 \text{ kN}$  (Terjadi BG)

$0.6 f_y A_{gv} + U_{bs} f_u A_{nt} = 0.6(250)(923) + (1.0)(410)(117) = 155.97 \text{ kN}$

**Kondisi Leleh:**  $\phi_t P_n = 0.9 f_y A_g = 923$   
**Kondisi Fraktur:**  $\phi_t P_n = 0.75 f_u A_e = 196.1 \text{ kN}$  (0.8  $A_n$ )

$P_u = 207.7 \text{ kN}$

Tidak ada koneksi internet

Gambar 4. Perhitungan Manual Belajar Struktur di UBL (Purba, 2020)

### 2. Perhitungan Excell

Didapat hasil perhitungan excel, Gambar 5. dibawah ini adalah perhitungan excel pada SNI 03-1729-2015.

**L 80x80x6**

**Mutu Baja**  
BJ 41

BEBAN MATI (D)	=	25	kn
BEBAN HIDUP (L)	=	40	kn
BEBAN ATAP (Lr)	=	0	kn
BEBAN HUJAN (H)	=	0	kn
BEBAN ANGIN (W)	=	20	kn
BEBAN GEMPA (E)	=	0	kn

**Diameter Baut**  
19 mm

**CHECK!**

$\phi P_n = 87.45 \text{ kn} < P_u = 99 \text{ kn}$   
**TIDAK KUAT**

$\phi P_n = 87.45 \text{ kn} : P_u = 99 \text{ kn} = 1.07$   
**KURANG EFISIEN**

Zigzag (BLOK GESER TDK USAH)

Gambar 5. Perhitungan Excel Soal

Faktor Tahanan Dan Faktor Kombinasi Beban					
D	=	25	kN	Beban Mati	$g_L = 1$
L	=	40	kN	Beban Hidup	
Lr	=	0	kN	Beban Atap	
H	=	0	kN	Hujan	
W	=	20	kN	Angin	
E	=	0	kN	Gempa	
U	=	1,4D	35	kN	(2.1)
U	=	$1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$	94	kN	(2.2)
U	=	$1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$	94	kN	(2.3)
U	=	$1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R) + (0,5 L \text{ atau } 0,5 w)$	40,0	kN	(2.4)
U	=	$1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R) + (0,5 L \text{ atau } 0,5 w)$	50,0	kN	(2.5)
U	=	$1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R) + (0,5 L \text{ atau } 0,5 w)$	50,0	kN	(2.6)
U	=	$1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R) + (0,5 L \text{ atau } 0,5 w)$	40,0	kN	(2.7)
U	=	$1,2D + 1,0(W) + L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$	90	kN	(2.8)
U	=	$1,2D + 1,0(W) + L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$	90	kN	(2.9)
U	=	$1,2D + 1,0(E) + (L)$	70	kN	(2.10)
U	=	$1,2D - 1,0(E) + (L)$	70	kN	(2.11)
U	=	$0,9D + (1,0W)$	42,5	kN	(2.12)
U	=	$0,9D + (1,0E)$	22,5	kN	(2.13)
Pu	=	94	kN		

Gambar 6. Perhitungan Excel Ultimate

Kondisi Leleh						
$\phi N_n$	=	0,9	*	Ag	*	Fy
	=	0,9	*	923	*	250
	=	207,675	N			
	=	207,675	kN			
	=	20,7675	Ton			
Kondisi Fraktur						
An	=	Ag	-	n	*	D
	=	923	-	1	*	21
	=	797	mm <sup>2</sup>			t
U	=	0,8	berubah ketika mem ilih konfigurasi			
Ae	=	U	*	An	*	
	=	0,8	*	797	*	
	=	637,6				
$\phi t P_n$	=	0,75	*	Ae	*	Fu
	=	0,75	*	637,6	*	410
	=	196,062	N			
	=	196,062	kN			
	=	19,6062	Ton			
				Digunakan		

Gambar 7. Perhitungan Excel Leleh dan Fraktur

REDUKSI KEKUATAN BLOK GESER			
$\phi R_n$	=	0,75 x	Rn
	=	0,75 x	116,804
	=	87,45 kN	
$\phi R_n$	<	Kondisi Leleh	
87,45 kN	<	207,675 kN	
TERJADI BLOK GESER			

Gambar 8. Perhitungan Excel Blok Geser

## 1. Perhitungan Aplikasi SELERA

Didapat hasil perhitungan aplikasi SELERA, Gambar 9. dibawah ini adalah hasil perhitungan yang didapat dengan SNI 03-1729-2015.

The screenshot displays the SELERA application interface for a Tension Rod (Batang Tarik) calculation. The interface is divided into three main sections:

- Input Parameters (Left Panel):** Shows the rod size (80 x 80 x 6), material (Mutu Baja: BJ 34, BJ 37, BJ 41, BJ 50, BJ 55), dead load (Beban Mati (DL): 25 kN), live load (Beban Hidup (LL): 40 kN), diameter of bolt (Diameter Baut: 19 mm), and a "CHECK!" button. The result shows "Tidak Kuat" (Not Strong) and "Kurang Efisien" (Less Efficient).
- Calculation Steps (Middle Panel):** Shows the calculation for the net cross-sectional area ( $A_n = 797 \text{ mm}^2$ ) and the gross cross-sectional area ( $A_e = 638$ ).
- Final Results (Right Panel):** Shows the shear resistance ( $R_n = 108000.0$ ), shear resistance from elements ( $R_n = 68634.0$ ), shear block strength ( $R_n = 116604.0$ ), and the final result: "TERJADI BLOK GESER" (Slip occurs).

Gambar 9. Perhitungan Aplikasi SELERA

Jadi, dapat disimpulkan bahwa validasi berjalan sesuai dengan rumus yang telah disediakan penulis, dan hasil akhir aplikasi sama dengan hasil akhir perhitungan manual dan excel. Dari soal diatas dapat disimpulkan bahwa Terjadi Blok Geser untuk ketiga perhitungan.

## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan program aplikasi perhitungan dan perencanaan elemen struktur baja (SELERA) yang telah direncanakan sejak awal berhasil dibuat.
2. Hasil perhitungan dari program aplikasi perhitungan dan perencanaan elemen struktur baja (SELERA), khususnya perhitungan Batang Tarik, kurang-lebihnya sesuai dengan hasil perhitungan yang dilakukan secara manual ataupun excel.
3. Ada sedikit beberapa tampilan yang berbeda antara desain yang dibuat oleh peneliti dengan hasil yang dibuat oleh pihak programmer komputer UBL. Seperti buton dan warna yang di desain tidak sama dengan yang direncanakan.

## SARAN

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu diperhatikan lagi crash atau aplikasi close saat diakses
2. Untuk satuan aplikasi diharapkan dapat dipilih agar pengguna tidak perlu mengkonversi satuan terlebih dahulu
3. Menambah beberapa profil baja yang lain agar lebih banyak lagi profil yang bisa digunakan oleh pengguna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Garuda, P. . G. (2021). *PRODUCTION STEEL GUNUNG GARUDA*.
- Purba, R. H., Prastyo, Y. D., Verawati, N., Cucus, A., Riyanto, H., & Sugito. (2020b). *Efek Lubang Tak Segaris pada Luas Penampang Bersih (An) \_ Batang Tarik Struktur Baja \_ Light*. Belajar Struktur di UBL. <https://www.youtube.com/watch?v=MmVuWkzxlu0&list=PLyqAxxTFndyuEtc2IAAG0TOY-DJu-Pv&index=5>
- Purba, R. H., Prastyo, Y. D., Verawati, N., Cucus, A., Riyanto, H., & Sugito. (2020a). *Contoh Perhitungan Kuat Rencana Batang Tarik Struktur Baja \_ Leleh vs Fraktur*. Belajar Struktur di UBL. <https://www.youtube.com/watch?v=e5b6ga9gSK0&list=PLyqAxxTFndyuEtc2IAhAG0TOY-DJu-Pv&index=2>
- Purba, R. H., Prastyo, Y. D., Verawati, N., Cucus, A., Riyanto, H., & Sugito. (2021a). *Kuat Geser Baut Menurut SNI 1729-2015 \_ Sambungan Baut Struktur Baja \_ Lightboard*. Belajar Struktur di UBL. [https://www.youtube.com/watch?v=9\\_F9hb5nPo&list=PLyqAxxTFndyuO3pSTxSfLd9gw9VNuKU-8&index=3](https://www.youtube.com/watch?v=9_F9hb5nPo&list=PLyqAxxTFndyuO3pSTxSfLd9gw9VNuKU-8&index=3)
- Purba, R. H., Prastyo, Y. D., Verawati, N., Cucus, A., Riyanto, H., & Sugito. (2020c). *Konsep dan Pola Keruntuhan Blok Geser \_ Batang Tarik Struktur Baja \_ Lightboard*. Belajar Struktur di UBL. <https://www.youtube.com/watch?v=c-RTWTppgU&list=PLyqAxxTFndyuEtc2IAhAgG0TOY-DJu-Pv&index=9>
- Purba, R. H., Prastyo, Y. D., Verawati, N., Cucus, A., Riyanto, H., & Sugito. (2021c). *Metode Pengencangan Baut Mutu Tinggi \_ Sambungan Baut Struktur Baja \_ Lightboard*. B. [https://www.youtube.com/watch?v=q\\_CKH8wAs8Q&list=PLyqAxxTFndyuO3pSTxSfLd9gw9VNuKU-8&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=q_CKH8wAs8Q&list=PLyqAxxTFndyuO3pSTxSfLd9gw9VNuKU-8&index=2)
- Purba, R. H., Prastyo, Y. D., Verawati, N., Cucus, A., Riyanto, H., & Sugito. (2021d). *Pola Kegagalan Geser Sambungan Baut \_ Struktur Baja \_ Lightboard*. Belajar Struktur di UBL. <https://www.youtube.com/watch?v=5iZicsoNWQ&list=PLyqAxxTFndyuO3pSTxSfLd9gw9VNuKU-8&index=2>
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. “Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.” : 1–289.
- Stefan. 2020. “Manfaat dan Kelebihan Konstruksi Baja untuk Bangunan.”
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. “Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.” : 1–289.