PERHITUNGAN STATIKA BANGUNAN

Nama: _____ Kelas : _____

LKPD | Lembar Kerja Peserta Didik

Materi Gaya Batang Pada Konstruksi Bangunan



Penulis :

Rani Sartika Aritonang
Dr. Sutrisno, S.T., M.T.
Dr. Zulkifli Matondang, M.Si
Dr. Ir. Kemala Jeumpa, M.T.
Dr. Rachmat Mulyana, M.Si

X

SMK BISA-HEBAT
SIAP KERJA • SANTUN • MANDIRI • KREATIF

LIVEWORKSHEETS

PETUNJUK BELAJAR

Baca dan pahami petunjuk belajar berikut ini agar dapat menggunakan E-LKPD dengan baik dan benar!

1. **Isi identitas diri kalian (seperti nama dan kelas) pada halaman pertama E-LKPD ini!**

2. **Yuk, Perhatikan baik-baik video, gambar, bacaan serta aktivitas yang disajikan dalam E-LKPD**

3. **Kerjakan soal dengan teliti dan jujur**

4. **Jika ada yang belum dipahami, silahkan tanyakan kepada guru**

5. **Jika telah selesai mengerjakan, kalian bisa mengumpulkan hasil E-LKPD yang sudah lengkap dengan klik tombol "finish" di akhir ya.**



LIVEWORKSHEETS

FASE
E

CAPAIAN DAN TUJUAN PEMBELAJARAN

ELEMEN	CAPAIAN PEMBELAJARAN
Perhitungan Statika Bangunan	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami perhitungan gaya batang pada rangka sederhana sebagai dasar perhitungan pekerjaan konstruksi bangunan.
	TUJUAN PEMBELAJARAN
	• Mampu mendefinisikan apa itu rangka batang • Mampu mengidentifikasi komponen rangka batang, seperti : batang, titik buhul, tumpuan (sendi & roll), beban, dan reaksi. • Mampu memahami tahapan pada metode keseimbangan titik buhul • Mampu menyelesaikan perhitungan gaya batang pada rangka batang dengan metode keseimbangan titik buhul

PROFIL PELAJAR PANCASILA

- Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME dan berakhlak mulia
- Mandiri
- Bernalar Kritis, dan
- Kreatif

Kata Kunci :

Gaya Batang, Rangka Sederhana, Keseimbangan Titik Buhul

LIVEWORKSHEETS



Apa itu Rangka Batang?

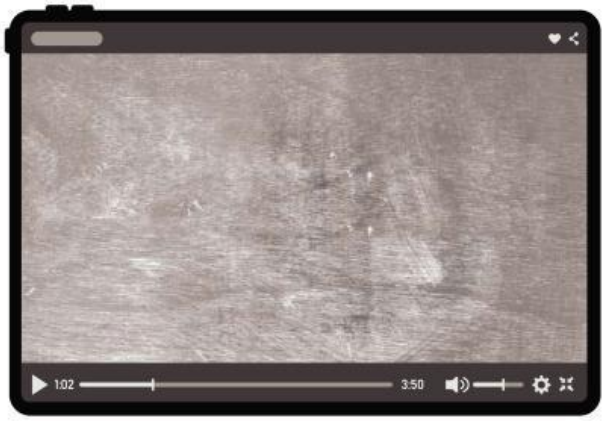
KONSTRUKSI RANGKA BATANG

Rangka batang adalah suatu bagian yang terdiri atas sejumlah batang yang disambung satu dengan yang lain pada kedua ujungnya, sehingga membentuk struktur yang kokoh. Ini digunakan pada struktur yang membutuhkan kekuatan namun tetap ringan, seperti rangka atap bangunan, jembatan rangka, menara, serta atap stadion atau gedung besar.

Pada umumnya konstruksi rangka batang berbentuk segitiga, ini dikarenakan:

1. Bentuk segitiga merupakan bentuk yang paling menyatu dibandingkan bentuk lain.
2. Perubahan tempat akibat gaya luar menjadi lebih kecil dalam bentuk segitiga dibandingkan dengan bentuk lain.
3. Bentuk segitiga merupakan bentuk yang paling stabil (statis) dibandingkan bentuk lain.
4. Bentuk segitiga tidak menimbulkan tegangan di dalam batang walaupun ada kesalahan ukuran dalam pelaksanaannya.

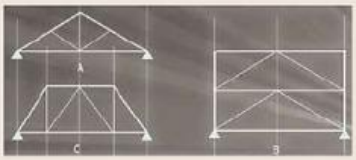
Nah, agar lebih jelas, yuk tonton video ini yang nunjukin apa sih rangka batang itu? mengapa umumnya berbentuk segitiga?



MACAM-MACAM KONSTRUKSI RANGKA BATANG

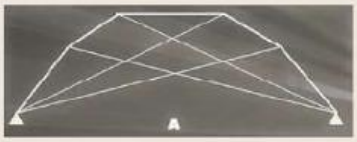
- Konstruksi Rangka Batang Tunggal

jika tiap-tiap batang atau tiap-tiap segitiga susunannya mempunyai kedudukan yang setara, atau konstruksi terdiri dari satu kesatuan yang sama



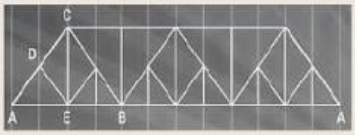
- Konstruksi Rangka Batang Ganda

jika tiap-tiap batang atau tiap-tiap segitiga disusun secara setingkat kedudukannya. akan tetapi susunan konstruksi terdiri atas dua buah kesatuan konstruksi yang setara



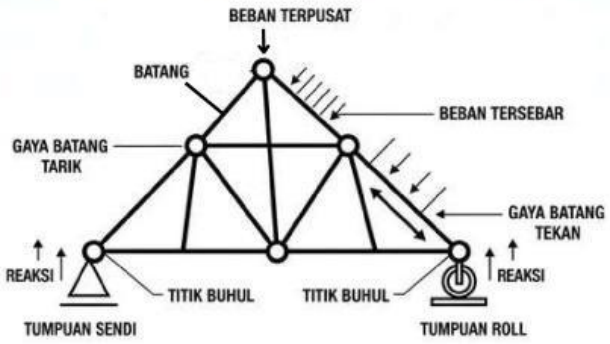
- Konstruksi Rangka Batang Tersusun

jika tiap-tiap batang atau tiap-tiap segitiga penyusun konstruksi berbeda tingkatannya, dengan kata lain, susunan konstruksinya terdiri atas konstruksi anak dan konstruksi induk.



LIVEWORKSHEETS

Rangka batang memiliki komponen penyusun, yaitu batang, titik buhul, tumpuan (sendi & roll), dan beban. Agar lebih memahami setiap bagiannya, perhatikan gambar rangka batang di bawah ini



Gambar Komponen Rangka Batang

Stabilitas Rangka Batang

Sebelum menghitung reaksi-reaksi pada perletakan, kalian perlu memeriksa stabilitas rangka batang. Struktur ada yang statis tertentu dan statis tak tentu. Syarat struktur statis tertentu adalah jumlah gaya pada tumpuan struktur adalah 3. Tumpuan sendi mempunyai dua gaya, yaitu gaya horizontal dan vertikal (maksudnya yang sejajar dan tegak lurus), sedangkan tumpuan rol memiliki satu gaya, yaitu gaya vertikal.

Struktur statis tertentu harus memenuhi 3 syarat keseimbangan: $\Sigma H = 0$, $\Sigma V = 0$, $\Sigma M = 0$. Selain itu, persyaratan yang harus dipenuhi untuk kestabilan rangka batang yaitu:

$$S = 2j - r$$

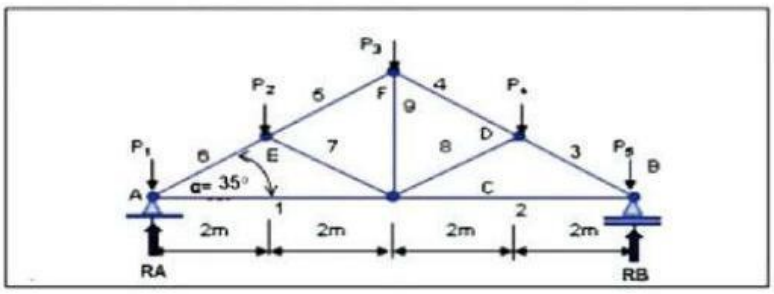
Di mana :

S = Jumlah batang pada suatu rangka batang

J = Jumlah titik simpul pada suatu rangka batang

r = reaksi tumpuan (pada umumnya 3 yaitu : RAv, RAh, RBv)

Jika S = 2j - r, maka rangka batang statis tertentu
Jika S > 2j - r, maka rangka batang statis tak tentu



S = 2j - r
9 = 2 . 6 - 3
9 = 9 ... ok
(Rangka batang statis tertentu)

Berdasarkan gambar diatas, kalian dapat menemukan jumlah batang dan jumlah titik simpul pada konstruksi rangka batang tersebut. Gambar diatas menunjukkan bahwa jumlah batang (S) sebanyak 9 batang dan terdapat 6 titik simpul (J) .

LIVEWORKSHEETS

Menghitung Gaya Batang Rangka Sederhana

METODE KESEIMBANGAN TITIK SIMPUL (TITIK BUHUL)

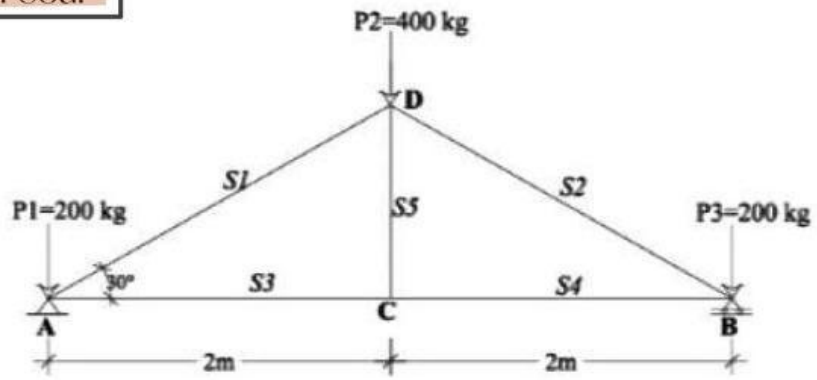
Keseimbangan titik buhul merupakan metode hitungan yang menggunakan syarat keseimbangan bahwa jumlah gaya horizontal dan vertikal pada tiap titik simpul harus nol. Konstruksi rangka seluruhnya dalam keadaan seimbang, maka tiap simpul juga dalam keadaan seimbang. Artinya ΣV = O (secara vertikal) dan ΣH=O (secara horizontal). Prinsip itulah yang menjadi dasar metode keseimbangan titik buhul.

Adapun syarat dan tahapan yang harus dilakukan, untuk menghitung gaya batang pada struktur rangka batang dengan metode keseimbangan titik buhul adalah sebagai berikut.

1. Melakukan penamaan pada masing-masing batang dan titik buhul yang terdapat pada rangka batang.
2. Menganalisis kestabilan rangka batang menggunakan persamaan (S = 2j - r)
3. Menghitung reaksi (RAv dan RBv) pada perletakan yang terjadi akibat beban
4. Menggunakan kesetimbangan vertikal dan horizontal (ΣV = 0 dan ΣH = 0)
5. Penggunaan sin dan cos : (sin digunakan pada gaya diagonal/vertikal) dan (cos digunakan pada gaya horizontal)
6. Semua batang yang belum diketahui diasumsikan dengan batang tarik (+), artinya menjauhi titik
7. Gaya batang tarik (+) jika meninggalkan titik buhul
8. Gaya batang tekan (-) jika menuju titik buhul
9. Analisis gaya batang dimulai pada titik buhul yang maksimum dua buah gaya yang belum diketahui
10. Gambarkan gaya-gaya batang pada setiap titik buhul yang akan ditinjau
11. Buatlah tabel reaksi dan gaya hasil perhitungannya

Untuk memperkuat pemahaman dari materi di atas, berikut disajikan contoh soal serta penyelesaiannya!

CONSO!
Contoh Soal



Hitunglah besaran gaya batang yang timbul pada S1, S2, S3, S4 dan S5!

LIVEWORKSHEETS

Penyelesaian

Setelah melakukan penamaan pada buhul dan batang, langkah selanjutnya yaitu menganalisis stabilitas rangka batangnya

- **Menganalisis stabilitas rangka batang**

  $S = 2j - r$
  $5 = 2 \cdot 4 - 3$
  $5 = 8 - 3$
  $5 = 5$ ... (ok) artinya rangka batang stabil

- **Mencari reaksi (RAv dan RBv) pada perletakan**

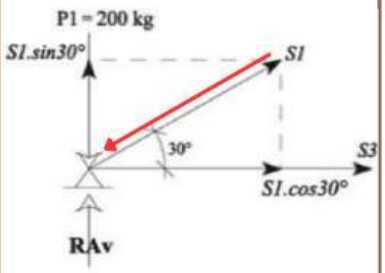
Setelah pengecekan stabilitas, dilanjutkan dengan mencari reaksi perletakannya. Karena konstruksinya simetris, maka : RAv = RBv

$RAv = RBv = 1/2 (P1 + P2 + P3)$

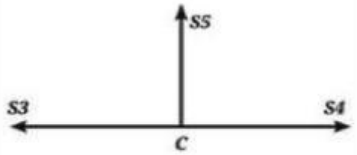
$RAv = RBv = 1/2 (200 + 400 + 200) = 400$ kg ↑ (ke atas)

- **Menghitung gaya-gaya batang**

Perhitungan dapat dimulai dari titik A atau B karena pada kedua titik ini hanya terdapat 2 batang yang belum diketahui. Di titik A terdapat batang 1 & 3 dan titik B terdapat batang 2 & 4.

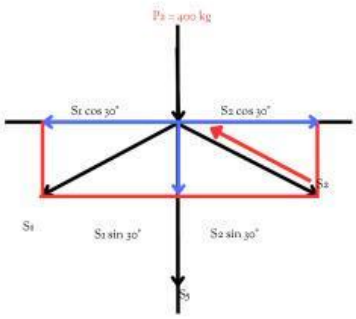
Titik Buhul A:  Karena batang S1 dan S3 belum diketahui, maka di asumsikan sebagai batang tarik	$\Sigma V = 0$ $S1 \cdot \sin 30^\circ + RAv - P1 = 0$ $S1 \cdot 1/2 + 400kg - 200kg = 0$ $S1 \cdot 1/2 + 200kg = 0$ $S1 = \frac{-200kg}{1/2}$ $S1 = -400kg$ (tanda negatif pada S1 menunjukkan bahwa S1 sebagai batang tekan)	$\Sigma H = 0$ $S3 + S1 \cdot \cos 30^\circ = 0$ $S3 + (-400)\ kg \cdot 0,866 = 0$ $S3 - 346,41\ kg = 0$ $S3 = +346,41$ kg (tanda positif pada S3 menunjukkan bahwa S3 sebagai batang tarik)

NB: Batang merah di atas adalah arah benar setelah perhitungan

Titik Buhul C:  	$\Sigma V = 0$ $S5 - 0 = 0$ $S5 = 0$ kg (gaya aksial searah sumbu batang)	$\Sigma H = 0$ $S4 - S3 = 0$ $S4 - 346,41\ kg = 0$ $S4 = 346,41$ kg (tanda positif pada S4 ini menunjukkan bahwa S4 sebagai batang tarik). Karena simetris maka S4 = S3 = 346,41 kg

LIVEWORKSHEETS

Penyelesaian

Titik Buhul D:  	$\Sigma V = 0$ $P_2 + S_5 + S_1 \sin 30^\circ + S_2 \sin 30^\circ = 0$ $400 + 0 + (-400 \cdot 0{,}5) + S_2 \cdot 0{,}5 = 0$ $S_2 = -200/0.5$ $S_2 = -400$ kg (tanda negatif pada S_2 menunjukkan bahwa S_2 sebagai batang tekan)	$\Sigma H = 0$ $-S_1 \cos 30^\circ + S_2 \cos 30^\circ = 0$ $-(-400 \cdot 0{,}866) + (S_2 \cdot 0{,}866) = 0$ $S_2 = -346{,}4 / 0{,}866$ $S_2 = -400$ kg (tanda negatif pada S_2 ini menunjukkan bahwa S_2 sebagai batang tekan)

Oleh karena konstruksi simetris, maka $S_2 = S_1 = -400$ kg. Diperoleh gaya batang seperti pada tabel berikut ini!

Nomor Batang	Gaya Batang (kg)	
	Tarik (+)	Tekan (-)
S_1		400 kg
S_2		400 kg
S_3	346,41 kg	
S_4	346,41 kg	
S_5	0	

Berikut ini adalah video pembelajaran yang menyajikan contoh soal berbeda. Silakan tonton dengan seksama untuk memperkaya pemahaman dan melihat variasi metode penyelesaian soal.





LIVEWORKSHEETS

Nah, setelah mempelajari materinya, yuk kita coba latihan soal berikut untuk melihat seberapa paham kamu!

Pilihan Ganda (Pilih jawaban yang paling tepat)

1 Umumnya, rangka batang diaplikasikan pada konstruksi untuk, kecuali...
   a. Pondasi tiang pancang
   b. Rangka jembatan
   c. Menara
   d. Atap Stadion
2 Bentuk geometris yang paling stabil dan menjadi dasar utama pembentukan pola rangka batang adalah...
   a. Segitiga
   b. Garis Lurus
   c. Garis lengkung
   d. Lingkaran
3 Yang merupakan komponen penyusun rangka batang adalah, kecuali...
   a. Batang
   b. Titik buhul
   c. Dinding
   d. Tumpuan sendi
4 Jika sebuah batang menahan gaya tekan, artinya arahnya...
   a. Meninggalkan titik buhul
   b. Menuju titik buhul
   c. Langsung ke tumpuan
   d. Sejajar garis horizontal
5 Jika sebuah batang menahan gaya tarik, artinya arahnya...
   a. Meninggalkan titik buhul
   b. Menuju titik buhul
   c. Langsung ke tumpuan
   d. Sejajar garis horizontal
6 Rumus untuk menganalisis stabilitas rangka batang adalah...
   a. $S = 2j : r$
   b. $S = 2j \times r$
   c. $S = 2j + r$
   d. $S = 2j - r$

LIVEWORKSHEETS

7 Dalam rumus stabilitas rangka batang S = 2j - r, huruf J menyatakan...
a. Jumlah gaya dalam batang
b. Jumlah batang pada rangka batang
c. Jumlah titik buhul pada rangka batang
d. Jumlah reaksi tumpuan

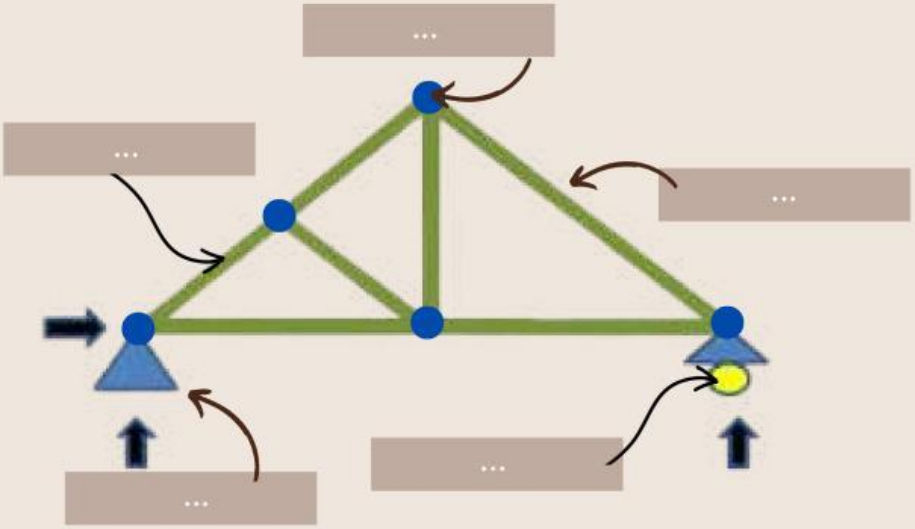
8 Terdapat suatu rangka batang yang memiliki 13 batang, 8 titik simpul, dan 3 reaksi tumpuan. Berdasarkan data tersebut, maka rangka batang tersebut adalah...
a. Stabil
b. Tidak stabil
c. Hiperstatik (kelebihan batang)
d. Tidak dapat ditentukan

9 Tahapan awal sebelum menghitung gaya batang dengan metode keseimbangan titik buhul adalah...
a. Menghitung luas rangka
b. Mengidentifikasi bentuk segitiga rangka
c. Menghitung momen di setiap batang
d. Menentukan reaksi perletakan

10 Dalam metode keseimbangan titik buhul, langkah awal yang benar untuk memulai perhitungan gaya batang adalah...
a. Memilih titik buhul yang memiliki semua batang belum diketahui
b. Memilih titik buhul yang memiliki maksimal dua batang yang belum diketahui
c. Memulai dari titik buhul yang tidak memiliki beban
d. Memulai dari titik buhul yang memiliki jumlah batang terbanyak

Drag & Drop

(Cocokkan nama komponen dengan bagian rangka batang pada gambar!)



Titik Buhul

Batang

Batang

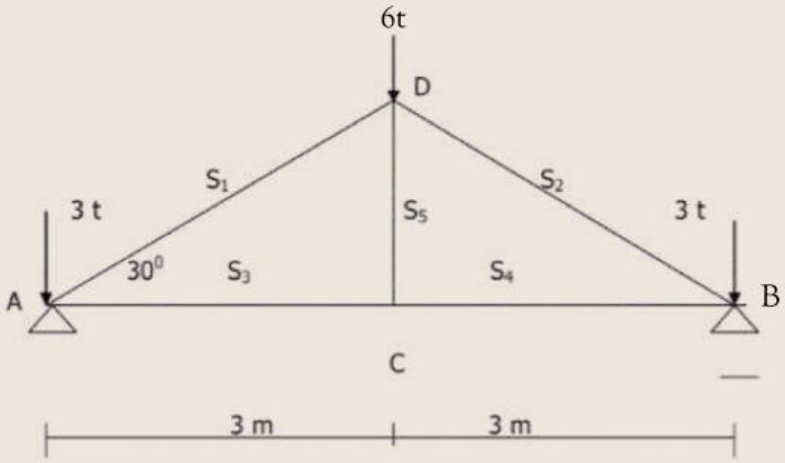
Tumpuan Roll

Tumpuan Sendi

LIVEWORKSHEETS

Isian

Selesaikanlah perhitungan berikut dengan benar dan tepat!



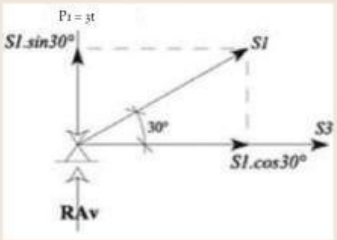
Hitunglah besaran gaya batang yang timbul pada S1, S2, S3, S4 dan S5!

Reaksi Perletakan:
RAv : 6 ton
RBv : 6 ton

Penyelesaian :

Stabilitas Rangka Batang : S = 2j-3
5 = 2.4 - 3
5 = 8 - 3
5 = 5

- Titik Buhul A

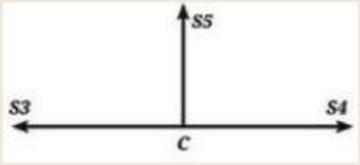


ΣV = 0
S 1 . sin 30° + RAv - P1 = 0
S 1 . 0,5 + 6 - .....= 0
S 1 . 0,5 + ... = 0
S1 = ...
0,5
S1 = ... ton

ΣH = 0
S3 +S 1 . cos 30° = 0
S3 + (.....). 0, 866 = 0
S3 - ..... = 0
S3 = ... ton

karena konstruksi simetris, maka S1 = S2 = ... ton

- Titik Buhul C

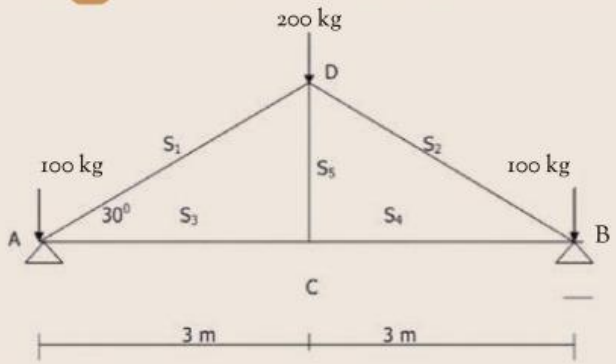


ΣV = 0
S5 - 0 = 0
S5 = 0 ton (gaya aksial searah sumbu batang)
ΣH = 0
S4 - S3 = 0
S4 - ..... = 0
S4 = ... ton

LIVEWORKSHEETS

Isian

Selesaikanlah perhitungan berikut dengan benar dan tepat! Isi titik-titik dan kotak kosong ▢ (simbol operasi hitung) yang sudah di sediakan!



Hitunglah besaran gaya batang yang timbul pada S1, S2, S3, S4 dan S5!

Reaksi Perletakan:

RAv : ..... kg

RBv : ..... kg

Penyelesaian :

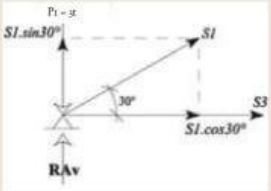
Stabilitas Rangka Batang : S = 2j-3

... = 2. ..... - 3

... = ... - 3

... = ...

- Titik Buhul A



ΣV = 0

.... ▢ .... ▢ .... ▢ .... = 0

.... ▢ .... ▢ .... ▢ .... = 0

.... ▢ .... ▢ .... = 0

.... = ...

.....

.... = ... kg

ΣH = 0

.... ▢ .... ▢ .... = 0

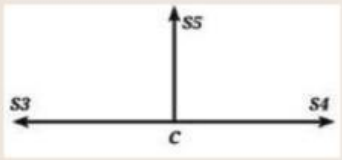
.... ▢ .... ▢ .... = 0

.... ▢ .... = 0

.... = ... kg

karena konstruksi simetris, maka S1 = S2 = ... kg

- Titik Buhul C



ΣV = 0

S5 - 0 = 0

S5 = 0 kg (gaya aksial searah sumbu batang)

ΣH = 0

.... ▢ .... = 0

.... ▢ .... = 0

.... = ... kg

LIVEWORKSHEETS



Refleksi Diri

PERHITUNGAN STATIKA BANGUNAN

Ayo ceritakan bagaimana pengalaman belajarmu hari ini. Apa saja yang sudah kamu kuasai, dan bagian mana yang masih membingungkan?



LIVEWORKSHEETS

DAFTAR PUSTAKA

Haryati, S. (2021). *Modul Ajar Dasar-Dasar Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan*. Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan.

Winarko, & Suwarsono. (2022). *Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan*. Cetakan Pertama. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Wilga Claryan. 2024. *Mengenal Konstruksi Rangka Batang*. YouTube. https://youtu.be/QIojDf5ixgM?si=3HLC4lPUjghctBDa

Slamet Mulyanto. 2021. Menghitung *Gaya Batang dengan Keseimbangan Titik Buhul*. YouTube. https://youtu.be/znBlMYETaUQ?si=K7V4wDLp3SYBiRms

Rina. 2021. Metode *Titik Buhul*. YouTube. https://youtu.be/Z5ptRw5gzVc?si=07jXI_xbCWH5reKG

LIVEWORKSHEETS