

**MEREKA BENTUK RASUK UNTUK MENGANALISIS SIFAT KETEGANGAN  
TEKANAN DENGAN MENGGUNAKAN TOLOK TERIKAN UNTUK RASUK  
BERLAINAN BAHAN.**

**MOHD FAIZUDDIN BIN MOHAMED**

**UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA**

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini memadai dari segi konsep dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur dan Bahan)”

Tandatangan : .....

Nama Penyelia : EN.MOHD BASRI BIN ALI

Tarikh : MEI 2008

MEREKA BENTUK RASUK UNTUK MENGANALISIS SIFAT KETEGANGAN  
TEKANAN DENGAN MENGGUNAKAN TOLOK TERIKAN UNTUK RASUK  
BERLAINAN BAHAN.

MOHD FAIZUDDIN BIN MOHAMED

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal sebagai memenuhi  
sebahagian daripada syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan  
Mekanikal (Struktur & Bahan)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2008

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya”

Tandatangan : .....

Nama Penulis : MOHD FAIZUDDIN BIN MOHAMED

Tarikh : MEI 2008

## PENGHARGAAN

Bersyukur kehadiran Ilahi kerana dengan limpah dan kurnia-Nya dapatlah saya menyiapkan kajian saya ini dengan sempurna. Saya juga bersyukur kerana sepanjang saya menuntut ilmu di Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) dipermudahkan oleh-Nya untuk menerima ilmu yang diajari.

Dikesempatan ini saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada penyelia En.Mohd Basri Ali kerana bantuan, sokongan dan juga kesabaran beliau dalam menyelia kajian saya ini selama lebih kurang setahun. Dari itu saya berasa berbangga kerana menjadi salah seorang pelajar dibawah seliaan beliau. Ini kerana, tanpa ilmu yang beliau miliki itu tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini dengan sempurna.

Saya juga ingin mengucapkan berjuta-juta terima kasih kepada juruteknik yang berpengalaman iaitu Encik Rashdan diatas pertolongan yang telah diberikan semasa kajian dilakukan. Tanpa pertolongan tersebut tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini.

Tidak lupa juga kepada kawan-kawan dan teman istimewa yang mana telah banyak memberi pertolongan dan dorongan dalam menyiapkan tesis ini terutama sekali Fatma Alifah bt Mohd Jaaffar. Akhir sekali, ucapan terima kasih yang tidak terhingga saya ucapkan kepada kedua ibu bapa tercinta kerana berkat doa mereka dapatlah tesis ini disiapkan. Jutaan terima kasih kepada semua.

## ABSTRAK

Kajian yang dilakukan adalah berkaitan dengan terikan yang terhasil apabila sejumlah daya dikenakan ke atas sebatang rasuk disokong mudah. Ujian ini dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai terikan yang terhasil pada rasuk yang berlainan bahan. Projek ini juga adalah untuk membuat perbandingan di antara nilai-nilai ujikaji dengan analisis menggunakan perisian NASTRAN & PATRAN. Pada peringkat permulaan , ujikaji dilakukan dimakmal. Peringkat yang kedua pula simulasi dilakukan menggunakan perisian NASTRAN & PATRAN. Perbandingan ini bertujuan untuk memastikan ralat bagi ujikaji yang dilakukan tidak terlalu besar dan ujikaji ini sesuai dilakukan oleh pelajar-pelajar akan datang untuk pembelajaran mereka.

## **ABSTRACT**

Study is about strain resultant when force batch imposed on a simply supported beam. These tests make is to get strain value resultant to beam that different material. This project also be for make comparison in among values experiment with the analysis use the software NASTRAN & PATRAN. In the initial stage, experiment make in the laboratory. And second level is simulation make by using the software NASTRAN & PATRAN. This comparison aims to ensure error for experiment make not too obvious and this experiment is suitable make by future students to learning design.

**ISI KANDUNGAN**

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>1</b>	<b>PENGENALAN</b>	
1.1	Pendahuluan	1
	1.1.1 Prinsip Tolok Terikan	2
	1.1.2 Apakah itu Terikan?	3
	1.1.3 Kegunaan Pengukuran secara Ketegangan	3
	1.1.4 Pemilihan Pengukuran Ketegangan	4
	1.1.5 Kelebihan Tolok Terikan.	4
	1.1.6 Kelemahan Tolok Terikan.	4
1.2	Objektif Kajian	5
1.3	Skop Kajian	5
1.4	Kepentingan Kajian	6
1.5	Masalah dan Cabaran	6



<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	
2.1	Sistem Rasuk	7
2.1.1	Pengenalan Momen Lenturan	9
2.1.2	Tanda Lazim Momen Lentur	10
2.1.3	Jenis Bebanan Pada Rasuk	11
2.1.4	Jenis Rasuk	14
2.2	Analisi Teori	17
2.3	Kaedah Unsur Terhingga (FEM)	19
2.3.1	Pengenalan	19
2.3.2	Ringkasan Sejarah	20
2.3.3	Nod dan Elemen	21
<b>3</b>	<b>PENYEDIAAN BAHAN UJIKAJI</b>	
3.1	Pemasangan Tolok Terikan Pada Spesimen	25
3.1.1	Prosedur pemasangan Tolok Terikan	25

3.2	Melekatkan tolok terikan	26
3.2.1	Rawatan Permukaan ( logam dan lain-lain)	26
3.2.2	Pemasangan tolok terikan bersama Pelekat CN	27
3.2.3	Pemasangan Tolok Terikan menggunakan pita dan pelekat CN	29
3.2.4	Pemeriksaan tolok terikan yang telah disambung.	32
3.2.5	Pemeriksaan Rintangan pada Alat Penyukat yang telah disambungkan.	34
3.3	Sambungan Wayar Utama	35
3.4	Pembungkusan. ( <i>Coating</i> )	36
3.4.1	Jenis-jenis dan Pemilihan bahan Pembungkusan.	36
3.4.2	Jenis-jenis <i>Coating</i> dan Aplikasinya.	37
3.4.3	Jenis Pembungkusan dan Kegunaannya.	37
3.4.4	Pemilihan Pembungkusan.	38

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>4</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	
4.1	Pengenalan	39
4.2	Carta Alir Kaedah Kajian	40
4.3	Peralatan dan Spesimen	41
4.3.1	Peralatan	41
4.3.2	Spesimen	41
4.3.3	Prosedur Menjalankan Ujikaji.	41
4.4	Kaedah Pengiraan	42
4.5	Kaedah Simulasi	44
<b>5</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	
5.1	Keputusan dan analisa	45
5.2	Analisis terhadap rasuk	47
5.2.1	Analisis terhadap rasuk keluli lembut	47
5.2.2	Analisis terhadap rasuk aluminium	50
5.2.3	Analisis terhadap rasuk tembaga	52

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>6</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	
6.1	Kesimpulan dan cadangan penambahbaikan	61
6.2	Cadangan penambahbaikan	62
	<b>RUJUKAN</b>	63

## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Pendahuluan**

Rasuk adalah sejenis struktur ringkas di mana pada bahagian hujung rasuk disokong secara mudah atau ditetapkan samada pada sebelah atau kedua-dua hujung rasuk. Rasuk memainkan peranan penting dalam bidang kejuruteraan dan biasa diaplikasikan di dalam sektor pembinaan terutamanya pembinaan bangunan dan jambatan. Kekuatan sesuatu rasuk untuk menampung bebanan bergantung kepada bahan binaan, bentuknya dan saiz yang diperlukan. Di dalam kejuruteraan perbagai aspek dinilai untuk menentukan tahap kekuatan sesebuah rasuk di samping mendapatkan rekaan yang menarik dan menjimatkan dari segi ekonominya. Sebagai contoh ialah jambatan. Ia merupakan satu struktur binaan yang memerlukan kekuatan untuk menampung bebanan besar seperti kenderaan yang melaluinya.

Terdapat pelbagai jenis sistem rasuk yang biasa ditemui dalam bidang kejuruteraan, antaranya adalah rasuk disokong mudah, rasuk julus, rasuk terbina dalam, rasuk juntaian dan rasuk berterusan. Setiap keadaan ini mempunyai kekuatan yang berlainan bersesuaian dengan setiap kegunaannya. Apabila menerima bebanan, setiap rasuk akan mengalami pesongan di mana rasuk tersebut akan melentur mengikut arah daya yang dikenakan. Setiap rasuk mempunyai satu tahap di mana ia akan melentur pada satu kedudukan yang maksimum apabila beban dikenakan.

Apabila sebatang rasuk melentur, terdapat tegasan-tegasan berlaku di dalamnya. Tegasan normal berlaku akibat momen lentur manakala daya ricih menyebabkan tegasan ricih berlaku. Tegasan normal yang berlaku disebut sebagai tegasan lentur. Dalam kajian ini tumpuan diberikan kepada tegasan jenis ini sahaja untuk melihat bahawa tegasan lentur tidak malar di atas sesuatu keratan tetapi mempunyai agihan tertentu. Yang penting ialah menentukan nilai tegasan lentur maksimum yang berlaku supaya dapat mereka bentuk rasuk yang paling ekonomi dan dapat menampung bebanan dengan selamat.

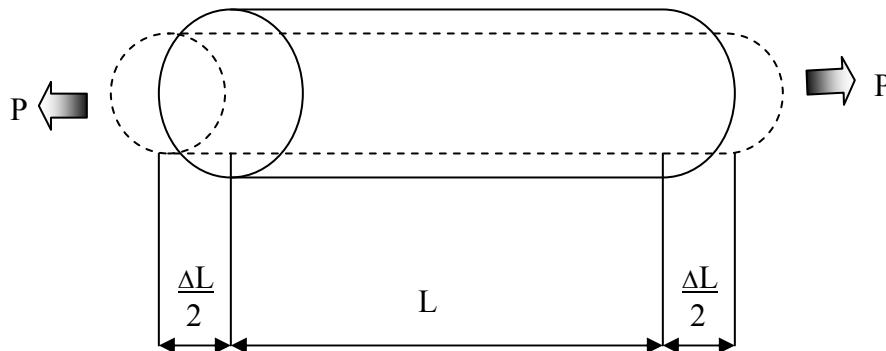
Dalam kajian ini untuk menentukan pesongan maksimum bagi sesuatu rasuk boleh dikenal pasti dengan menggunakan beberapa kaedah seperti pengiraan menggunakan teori, menjalankan eksperimen menggunakan radas momen lenturan dan simulasi menggunakan perisian Nastran Patran. Analisis- analisis ini dilakukan dengan menggunakan model yang menyerupai bentuk asal sesebuah struktur.

### **1.1.1 Prinsip Tolok Terikan**

Apabila terikan dihasilkan pada bahan yang diukur dan tolok terikan disertakan, ketegangan diberi dan diterima melalui alat penyukat kepada wayar rintangan atau kepingan didalam alat penyukat. Ketegangan ini mengubah dimensi wayar ataupun kepingan yang menyebabkan keselarasan dalam rintangan.

### 1.1.2 Apakah itu Terikan?

Apabila sesuatu bahan dimampatkan, daya digunakan untuk menghasilkan tekanan bagi bahan tersebut. Tekanan ini ditukarkan menghasilkan ketegangan mampatan yang mana mengubah bentuk bahan iaitu dengan  $L +$  (atau  $L - \Delta L$ ), dimana  $L$  ialah panjang asal bahan. Apabila ini terjadi, ketegangan ialah nisbah kepada  $L$ .



$\epsilon$ : Ketegangan

$L$ : Panjang asal bahan

$\Delta L$ : Perubahan yang disebabkan daya luar  $P$

$P$ : Daya Luar

< Persamaan 1.1>  $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$  ....

### 1.1.3 Kegunaan Pengukuran secara Ketegangan

- Untuk menentukan jumlah pengubahsuaian bentuk yang disebabkan oleh sesuatu ketegangan.
- Untuk menentukan tekanan yang disebabkan ketegangan dan darjah keselamatan bahan atau elemen struktur yang menggunakan bahan tersebut.
- Untuk menentukan secara tidak langsung pelbagai kuantiti fizikal dengan menukarkan mereka kepada ketegangan.

#### **1.1.4 Pemilihan Pengukuran Ketegangan**

Tolok terikan disediakan dengan banyak cirri-ciri yang sesuai, tetapi ia tidak terkecuali dari had-had yang ditetapkan.

Setiap tolok terikan mempunyai had dari segi suhu, tenaga yang lemah, jumlah ketegangan, dan factor-faktor sekitar. Setiap had-had ini perlu diperiksa sebelum tolok terikan boleh digunakan.

#### **1.1.5 Kelebihan Tolok Terikan.**

- Reka bentuk binaan yang mudah dan dimana jisim dan isipadunya yang kecil, jadi ia tidak mempengaruhi tekanan ke atas bahan uji kaji.
- Jarak yang singkat diantara titik-titik pengukuran bagi sesuatu pengujian.
- Frekuensi yang baik untuk mengesan perubahan yang laju semasa tekanan.
- Pengukuran yang seretak bagi titik-titik yang berasingan dan pengukuran bagi titik yang terpencil.
- Output elektrik yang memudahkan pemprosesan data.

#### **1.1.6 Kelemahan Tolok Terikan.**

- Kelemahan semasa perubahan suhu
- Rintangan yang rendah untuk kelembapan, keperluan kalis air ataupun mana-mana tindakan perlindungan yang lain.
- Memerlukan kemahiran daripada juruteknik yang berpengalaman.



## 1.2 Objektif Kajian

Antara objektif utama kajian ini adalah:

- 1.2.1 Untuk menentukan dan menganalisis sifat ketegangan tekanan terhadap rasuk yang berlainan bahan dan bentuk.
- 1.2.2 Untuk mempelajari dan memahami pelbagai jenis kegunaan tolok terikan didalam industri.
- 1.2.3 Untuk mendapatkan lenturan maksimum pada setiap jenis rasuk yang dikaji.
- 1.2.4 Untuk membuat perbandingan keputusan yang di perolehi daripada eksperimen, teori dan simulasi.

## 1.3 Skop Kajian

Skop kajian ini terbahagi kepada beberapa bahagian utama:

- 1.3.1 Menjalankan eksperimen dan membuat analisis.
  - Tiga jenis bahan yang digunakan untuk melakukan eksperimen iaitu Aluminium, Tembaga dan Keluli.
- 1.3.2 Membuat kajian berkaitan rasuk dan momen lenturan
  - Membuktikan formula-formula berdasarkan teori yang sedia ada dan membuat pengiraan berdasarkan formula.
- 1.3.3 Membuat analisis (FEA) dengan menggunakan perisian Nastran Patran
  - Mendapatkan pesongan maksimum berdasarkan keputusan yang diperolehi.
  - Mendapatkan animasi keadaan lenturan sebenar apabila rasuk dikenakan bebanan.

## **1.4 Kepentingan Kajian**

Antara kepentingan kajian yang dilaksanakan adalah seperti berikut :

- 1.4.1 Kajian ini juga dapat diaplikasikan kepada bidang-bidang yang berkaitan industri berat seperti struktur bangunan, jambatan dan sebagainya.
- 1.4.2 Boleh membuat pengiraan yang tepat mengenai kemampuan sesuatu rasuk apabila dikenakan bebanan.
- 1.4.3 Ia juga penting untuk menentukan kekuatan sesuatu reka bentuk struktur.

## **1.5 Masalah dan cabaran**

Semasa menjalankan kajian ini, terdapat beberapa masalah yang telah dihadapi diantaranya ialah:

- 1.5.1 Bahan-bahan yang digunakan untuk menyediakan set radas momen lenturan susah untuk didapati seperti tolok terikan yang perlu ditempah dari Jepun.
- 1.5.2 Kurang kemahiran untuk menggunakan perisian Nastran Patran semasa membuat analisis.

## BAB 2

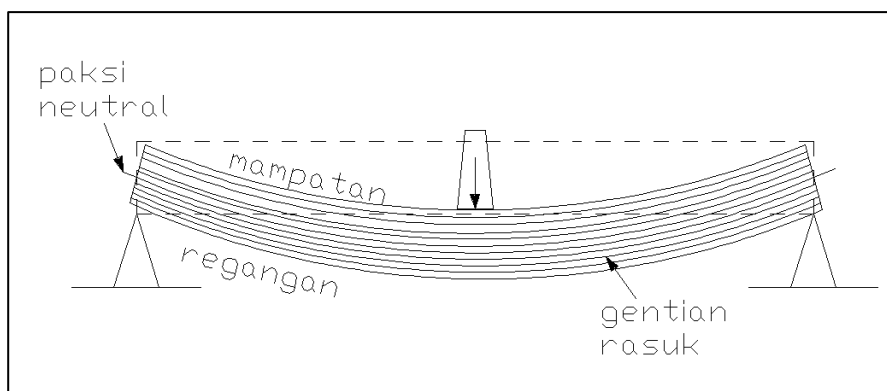
### KAJIAN ILMIAH

#### 2.1 Sistem Rasuk

Rasuk adalah salah satu struktur bangunan yang dibina melintang di antara dua tiang atau dua dinding sebagai penyokong. Namun kedudukan rasuk dalam binaan bangunan atau pembinaan bergantung pada keperluannya untuk menanggung beban yang akan dikenakan ke atasnya. Rasuk adalah anggota struktur yang berfungsi untuk memindahkan beban, dan hendaklah direka bentuk untuk menanggung beban ricih dan momen. Kedudukan rasuk pada bangunan adalah melintang di antara tiang dan merupakan anggota yang paling penting dalam anggota lenturan.

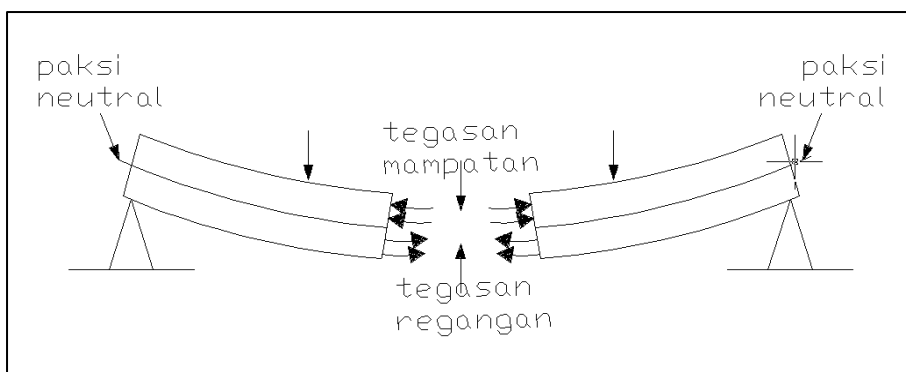
*(Higdon, Ohllsen, Stiles & Weese, 1960)*

Selain itu rasuk atau bahagian lenturan juga sering ditemui dalam struktur-struktur dan mesin-mesin. Analisis tegasan terhadapnya adalah merupakan satu aspek yang terpenting dalam mekanik bahan. Sesuatu rasuk kebiasaannya dikenakan beban secara melintang pada sebarang titik dan akan menyebabkan ia membengkok. Sebagai contoh, rasuk yang disokong secara mudah di mana rasuk akan terbengkok apabila daya bertindak ke atasnya seperti Rajah di bawah.



**Rajah 2.1** Rasuk mengalami daya mampatan dan regangan

(Sumber: Nash, 1999)



**Rajah 2.2** Paksi neutral bagi rasuk

(Sumber: Nash, 1999)

Sebelum mengkaji dengan lebih terperinci mengenai analisis rasuk, perkara penting yang perlu diketahui adalah mengenal pasti jenis-jenis rasuk yang biasa dijumpai. Rasuk biasanya disokong dengan berbagai-bagai cara. Rasuk disokong mudah akan menghasilkan tindak balas normal pada rasuk apabila daya luar dikenakan, tetapi momen tidak akan terhasil pada tindak balas tersebut. Dalam keadaan lain pula, jika salah satu atau kedua-dua hujung rasuk melebihi penyokong, ia akan dikategorikan sebagai rasuk mudah dan juntaian. Jika rasuk itu disokong di atas tiga atau lebih penyokong maka ia dikategorikan sebagai rasuk berterusan. Jika salah satu hujung rasuk

adalah terbina dalam satu tembok, maka ia dikategorikan sebagai rasuk julus yang mana hujung terbina dalam tidak boleh bergerak melintang atau berputar. Jika keadaan kedua-dua hujung rasuk terbina dalam, maka ia akan dikategorikan sebagai rasuk terbina dalam.

Rasuk julus dan rasuk disokong mudah mempunyai dua tindak balas iaitu tindak balas daya dan tindak balas momen. Ia boleh didapati daripada gambar rajah bebas rasuk tersebut berserta persamaan keseimbangan. Rasuk ini boleh ditentu secara statik apabila semua tindak balas boleh didapati daripada persamaan-persamaan keseimbangan. Rasuk berterusan dan yang lain-lain yang mempunyai lebih daripada dua tindak balas akan dikategorikan sebagai tidak boleh tentu secara statik. Ini kerana dalam keadaan ini rasuk tidak mempunyai persamaan-persamaan keseimbangan yang cukup untuk menentukan tindak balas-tindak balas yang terhasil.

### **2.1.1 Pengenalan Momen Lenturan**

Momen lentur di dalam kejuruteraan adalah merupakan contoh suatu daya yang terbina di dalam satu struktur apabila daya luaran bertindak ke atas struktur tersebut. Kegagalan lenturan akan berlaku apabila daya luaran yang dikenakan itu adalah lebih besar daripada tegasan alah sesuatu bahan. Tegasan lentur adalah berkadar terus dengan momen lentur. Kegagalan yang disebabkan daya ricih kemungkinan berlaku, tetapi terdapat satu perkaitan yang kukuh di antara momen lentur dan daya ricih, ini menyebabkan sifat-sifat kegagalan adalah berlainan.

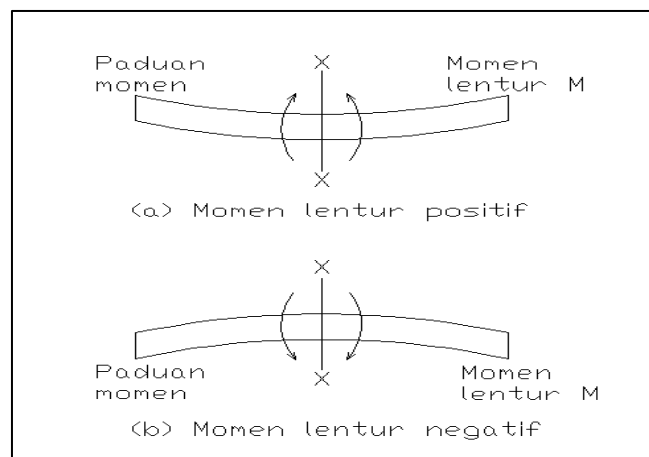
Momen lentur boleh ditakrif sebagai “jumlah daya yang bertindak pada sesuatu bahagian hingga membolehkan sesuatu struktur itu terpesong atau berpusing”. Daya-daya yang wujud pada setiap bahagian haruslah sama untuk mengekalkan satu keadaan keseimbangan. Momen-momen yang bertindak pada sesuatu unsur boleh dikira dengan cara mendarabkan daya vektor luaran dengan jarak vektor yang dikenakan. Apabila menganalisis sesuatu unsur secara menyeluruh, ia adalah wajar untuk mengira momen

pada kedua-dua bahagian hujung, di tengah-tengah dan di setiap daya yang dikenakan pada unsur tersebut. (Nabi Bax, 1988)

### 2.1.2 Tanda Lazim Momen Lentur

Daya yang bertindak di sebelah kiri atau kanan di keratan rasuk menghasilkan momen ke arah ikut jam atau kawan jam. Seperti daya ricih, tanda lazim bagi momen lentur juga perlu ditetapkan untuk memastikan tanda yang sama digunakan bagi sebelah kiri atau kanan keratan yang dipertimbangkan. Rajah 2.3 menunjukkan tanda lazim yang akan digunakan bagi momen lentur.

Nilai momen lentur adalah positif apabila paduan momen di sebelah kiri bertindak mengikut arah pusingan jam dan di sebelah kanan bertindak mengikut arah berlawanan pusingan jam. Manakala nilai momen lentur adalah negatif apabila paduan momen di sebelah kiri bertindak mengikut arah berlawanan pusingan jam dan di sebelah kanan bertindak mengikut arah pusingan jam. Keadaan ini akan menyebabkan momen lentur positif melenturkan rasuk manakala momen lentur negatif meledingkan rasuk. (Nabi Bax, 1988)



**Rajah 2.3** Tanda lazim untuk rasuk

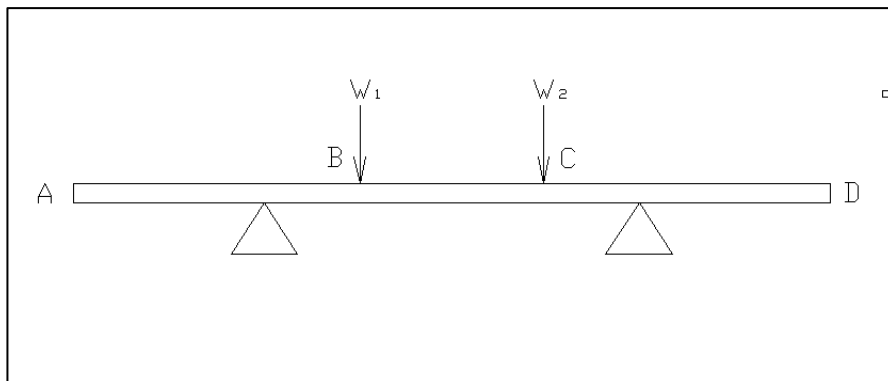
(Sumber: Nabi Bax, 1988)

### 2.1.3 Jenis Bebanan Pada Rasuk

Terdapat beberapa jenis beban yang dikenakan pada sesuatu rasuk. Biasanya beban yang disokong oleh rasuk adalah bergantung kepada jenis bebanan yang dikenakan sama ada bertindak secara terus atau terhasil daripada beberapa gabungan yang lain seperti momen.

#### (i) Beban Tertumpu

Beban ini bertindak ke atas satu kawasan yang terlalu kecil yang boleh dianggap ianya bertindak di satu titik seperti B dan C pada Rajah 2.4. berat rasuk boleh dianggap sebagai beban tertumpu yang bertindak di pusat graviti iaitu di titik pertengahan rasuk.

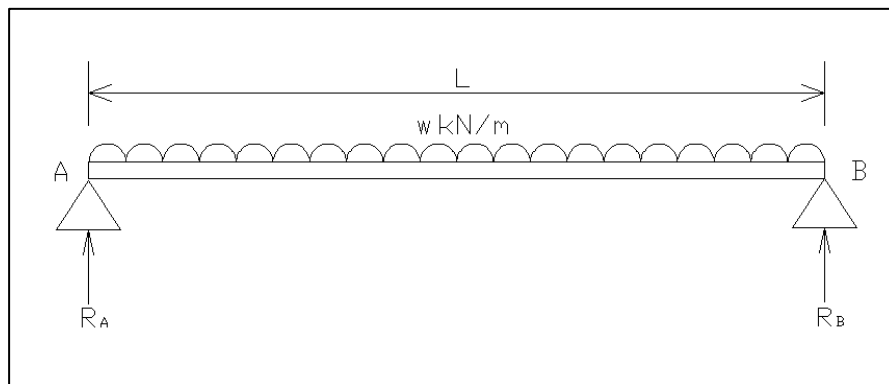


**Rajah 2.4** Beban tertumpu

(Sumber: Nabi Bax, 1988)

## (ii) Beban Teragih Seragam

Beban ini boleh dianggap bertindak ke atas keseluruhan atau sebahagian panjang rasuk dengan cara teragih seragam. Nilai beban ini diberi dalam bentuk kN/m. Contohnya jika  $W = 100\text{kN/m}$ , ini bermakna semeter rasuk akan membawa beban sebanyak 100kN. Jika  $L = 2\text{m}$ , jumlah beban yang dibawa ialah  $100 \times 2 = 200\text{kN}$ . Beban rasuk boleh dianggap sebagai beban teragih seragam. Bagi sebatang rasuk panjang 2m yang mempunyai berat 20kN, beban teragih seragam ialah  $20/2\text{kN/m}$ . Bagi tujuan mengira tindak balas, kita menggunakan nilai jumlah beban yang dibawa dan menganggapnya bertindak di pertengahan jarak yang membawa beban seragam ini. Contoh jenis beban ini ialah beban yang dipikul oleh bumbung atau atap, lantai bangunan dan beban yang disokong oleh tangki air.



**Rajah 2.5** Beban teragih seragam

(Sumber: Nabi Bax, 1988)