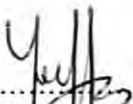


“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal Bendalir)”

Tandatangan


:.....

Nama Penyelia

: Dr. Mohd Yusoff Bin Sulaiman

Tarikh

: 1 Mei 2007

**FABRIKASI DAN MENGUJI PRESTASI MESIN HIDROLIK PEBENGGOK PAIP
MANUAL**

NURUL ADZHAR BIN MOHAMAD

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal Bendalir)

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

Mei 2007

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

Tandatangan : 

Nama Penulis : Nurul Adzhar Bin Mohamad

Tarikh : 1 Mei 2007

PRAKATA

Dengan lafaz “Dengan Nama ALLAH Yang Maha Pemurah Lagi Maha Penyayang” sebagai pembuka bicara bagi Laporan Projek Sarjana Muda ini. Segala puji-pujian dipanjatkan kepada Yang Maha Esa kerana dengan limpah dan kurnianya dapat saya menyiapkan laporan bagi projek ini.

Saya mengambil kesempatan ini mengucapkan ribuan terima kasih kepada insan-insan yang sentiasa berada di hati ini iaitu Ibubapa, adik beradik, para pensyarah serta rakan-rakan seperjuangan yang selalu memberikan sokongan kepada saya bagi menuntut ilmu ke tahap ini. Tidak lupa juga kepada para pensyarah dan para akademik yang banyak membantu saya selama ini. Dengan hati yang penuh kesyukuran ke hadirat Allah, semoga Allah merahmati semua, Amin

PENGHARGAAN

Di sini, saya ingin merakamkan ribuan terima kasih dan penghargaan kepada Dr. Yusof Bin Sulaiman, selaku penyelia saya yang telah banyak membantu dan memberi tunjuk ajar kepada saya dalam menyiapkan projek ini, juga sebagai penyelia di sepanjang proses penyelidikan projek ini.

Juga jutaan terima kasih kepada semua staf akademik dan bukan akademik Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, Universiti Teknikal Malaysia Melaka yang telah banyak memberi kerjasama dan sokongan sama ada secara langsung atau tidak langsung untuk memperkemas dan melancarkan perjalanan projek ini.

Tidak lupa juga, kepada kedai-kedai menjual barangan perkakasan kerana memberikan kerjasama dan sokongan anda semua untuk saya menyiapkan laporan ini. Disini saya mengucapkan ribuan terima kasih kerana kerjasama anda semua. Kerjasama ini amat penting bagi mencapai wawasan negara yang inginkan masyarakatnya maju serta makmur dengan nilai-nilai murni. Dengan ini, maka matlamat Universiti Teknikal Malaysia Melaka supaya melahirkan graduan-graduan dan para siswazah yang berkualiti akan tercapai kelak.

ABSTRAK

Mesin pembengkok paip sudah lama wujud semenjak tercipta paip itu sendiri. Mesin ini mengalami evolusi secara berperingkat kerana setiap penemuan bagi mengurangkan penggunaan tenaga kerja telah diaplikasikan dalam mesin ini. Bermula dari mesin yang manual daya terus (direct force) kepada penggunaan medium transmisi pemindahan daya seperti hidrolik dan kepada penggunaan kawalan secara elektronik. Projek saya ialah membina satu model mesin hidrolik pembengkok paip manual dimana proses 'reverse engineering' dilakukan dan melakukan pengujian terhadap keupayaan prestasinya. Berdasarkan kajian ilmiah yang telah dilakukan terdapat beberapa ciri penting yang perlu ada dalam model mesin ini. Bermula dengan teori pengiraan berdasar kejuruteraan dan penggunaan software bagi memudahkan pengiraan. Beberapa model rekaan pembengkok paip manual yang berada di pasaran ketika ini telah saya jadikan bagi panduan untuk projek ini. Mesin ini terbahagi kepada beberapa komponen-komponen utama dimana ia mempunyai kepentingannya sendiri. Kaedah penggunaan mesin ini adalah mudah namun haruslah menepati tahap keselamatan mesin tersebut. Bagi membuat model mesin ini, perancangan awal telah dilakukan iaitu lakaran awal lukisan kejuruteraan dan pemilihan material haruslah seimbang dengan kualiti material dan kos yang diperuntukkan bagi mesin ini. Disamping itu proses pembuatan yang dilakukan hendaklah tidak terlalu rumit.

ABSTRACT

The hydraulic pipe bender machine, have appear in many years while as the pipe was appear to. The evolution of this machine in step because the discovery for reduce the used power of have been application in this machine. From the manual machine where using the direct force to used the medium for transmission of the power like a hydraulic power and in this years the machine has been control by electronic control. For my project, I will be build the model for manual hydraulic pipe bender machine where I refer to terms of reverse engineering, then test performance that machine. Base on study learned where have been done before, the important characteristic of this model machine must be included. Firstly with the theory based on principal of engineering and using the software for calculation. Some of model of manual pipe bender where in the market now, use as a reference for this project. This machine divided to some components which all this component have important characteristic for this machine. This machine is easy to handle but the procedure to use this machine must be accepted the safety of that machine. For build this model machine, the first planning is important thing. First sketch and draft of drawing must be balance with the quality of selected material and the costs of bugjet for build this machine. The manufacturing process for build this machine must not complicated.

ISI KANDUNGAN

TAJUK	MUKASURAT
PRAKATA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SIMBOL	xiv
SENARAI LAMPIRAN	xvi
BAB PERKARA	
1 Pengenalan	1
1.1 Latar Belakang Projek	1
1.2 Objektif	2
1.3 Skop	2
2 Kajian Ilmiah	3
2.1 Pengenalan	3
2.2 Mesin Pebengkok	4
2.2.1 Punca Daya	5
2.2.2 Pengikatan Pada Paip Atau Tiub	5

2.2.4	Kesan Acuan	6
2.3	Jenis Kaedah Pembengkokan	7
2.3.1	Pembengkokkan Tiga Titik	7
2.3.2	Pembengkokkan Empat Titik	7
2.3.3	Perbezaan Antara Pembengkokkan Tiga Titik Dengan Pembengkokkan Empat Titik	8
2.4	Jenis-Jenis Mesin Pembengkokkan Dan Perbezaannya	8
2.5	Komponen Utama	11
2.5.1	Bingkai Pembengkok	12
2.5.2	Roda Dan Pin	12
2.5.3	Acuan	12
2.5.4	Bicu Hidrolik	14
2.6	Kaedah Operasi Mesin Hidrolik Pembengkok Paip Manual	13
2.7	Paip	14
2.7.1	Saiz Paip Nominal	14
2.7.2	Struktur Paip	16
2.7.3	Material Bagi Paip	18
3	TEORI DAN KAEDAH PENYELIDIKAN	19
3.1	Pendahuluan	19
3.2	Teori Dan Pengiraan	19
3.3	Transmisi Pemindahan Daya Hidrolik	20
3.4	Analisis Pembengkokan	20
3.4.1	Teori Elastik Pebengkokan	21
3.4.1.1	Prinsip Superposisi	21
3.4.1.2	Asas Pembengkokkan	21
3.4.1.3	Pesongan Galang	25
3.4.2	Teori Efek Pembalikan Spring	26
3.4.3	Kaedah Piawaian Pengiraan Paip	27

3.4.4	Perisian Gascalc 4.0	28
3.4.5	Perisian Beam Calculator Solidworks2006	30
3.4.6	Pengiraan Sudut Proses Pembengkokan	31
3.5	Analisis Tekanan Dan Unsur Terhingga	33
3.5.1	Konsep Analisis Tekanan	34
3.5.1.1	Pemindahan Tekanan	34
3.5.1.2	Kegagalan Komponen	37
3.5.2	Teori Analisi Unsur Terhingga	38
3.5.2.1	Faktor Keselamatan	39
3.5.2.2	Perisian Cosmosworks 2006	41
4	REKAAN DAN ANALISIS SIMULASI	45
4.1	Rekaan	45
4.2	Lukisan Kejuruteraan	46
4.2.1	Menghimpun Dan Menyatukan Komponen	47
4.3	Analisis Unsur Terhingga (Fea)	48
4.3.1	Analisis Pada Bingkai Pebengkok	48
4.3.2	Analisis Pada Bar Tegap	50
4.3.3	Analisis Pada Tapak	51
4.3.4	Analisis Pada Perhimpunan Komponen	52
4.4	Kesimpulan Analisis Simulasi	54
5	FABRIKASI	55
5.1	Pengenalan	55
5.2	Proses Fabrikasi	55
5.3	Model Mesin Hidrolik Pebengkok Paip Manual	56
5.3.1	Komponen	57
5.4	Ujian Keupayaan	58

6	ANALISIS TEORI, SIMULASI DAN UJI KAJI	60
6.1	Pengenalan	60
6.2	Analisis Paip Keluli Galvani	60
6.3	Perbincangan	61
6.4	Carta Alir	63
7	KESIMPULAN	64
8	CADANGAN	65
	RUJUKAN	66
	LAMPIRAN	68

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKASURAT
2.1	Piawaian Paip British	15
2.2	Saiz Paip mengikut minimum panjang untuk dibengkokan	15
6.1	Data Pebandingan Analisis	59

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKASURAT
2.1	Pergerakkan komponen penggolek ketika proses pembengkokan	6
2.2	Pembengkokkan Tiga Titik	7
2.3	Pembengkokkan Empat Titik	8
2.4	Ensley Tools Bending Machine	9
2.5	Manual Hydraulic Bender: Horizontal Jack	9
2.6	Manual Mechanical Bending Machine	10
2.7	Hydraulic Pipe Bender 14ton Economy Type	11
2.8	Diagram Pebengkokan	13
3.1	Asas pebengkokan	21
3.2	Tekanan tegangan	22
3.3	Pesongan galang	24
3.4	GASCalc 4.0 Tekanan Lentur	28
3.5	Beam Calculator 'Tekanan'	29
3.6	Beam Calculator 'Pesongan'	30
3.7	Segitiga jarak pertama	31
3.8	Segitiga jarak kedua	31
3.9	Segitiga jarak ketiga	32
3.10	Geometri terikan normal 1D, (b) 2D, dan (c) Tegangan ricih 2D	34
3.11	Komponen-komponen tekanan dalam 2D dan 3D	35
3.12	Keputusan eksperimen paksi tekanan ketegangan	36

3.13	Penggunaan FEA dalam sistem perpaipan	39
3.14	Penggunaan FEA dalam ujian badan automotif	39
3.15	Penggunaan dalam ujian komponen enjin	40
3.16	Penggunaan dalam sistem pengaliran	40
3.17	Penggunaan dalam ujian struktur	40
3.18	Model matematik	42
3.19	Model unsur terhingga	43
4.1	Bingkai pebengkok	45
4.2	Tapak	45
4.3	Bar tegap	45
4.4	Bicu Hidrolik	45
4.5	Himpunan tanpa bicu hidrolik	46
4.6	Model mesin lengkap	46
4.7	Analisis bingkai pebengkok	47
4.8	Analisis bar tegap	49
4.9	Analisis tapak	50
4.10	Analisis himpunan komponen	52
5.1	Model Mesi Hidrolik Pebengkok Paip Manual	55
5.2	Acuan	55
5.3	Roda pebengkok	55
5.4	Batang roda	56
5.5	Pengunci	56
5.6	Komponen lengkap	56
5.7	Paip dibengkokan	57
5.8	Kegagalan pebengkokan dalam paip	58
5.9	Kegagalan pebengkokan luar paip	58
6.1	Carta alir proses pembuatan	62

SENARAI SIMBOL

SIMBOL	DEFINISI
OD	Diameter luar
ID	Diameter dalam
T	Ketebalan
I	Momen Inertia
Z	Modulus Seksyen
NPS	Sazi Paip Nominal
P	Tekanan
F	Daya (N)
A	Luas
M	Daya Momen
E	Modulus Young
e	Tegangan / Terikan
y	jarak dari permukaan normal
R	Jejari normal
S	Ricih lentur momen
r	jejari
K	Faktor
D	Diameter
t	Ketebalan
SMYS	Speksifikasi Minimum Tekanan Yield

HURUF GREEK

δ	Pemanjangan
θ	Sudut
Σ	Jumlah keseluruhan
ρ	Ketumpatan
ε	Tegangan / Terikan
σ	Tekanan

DEFINIS**SUBSKRIP**

maks	Maksimum
min	Minimum
x	Arah paksi x
y	Arah paksi y
z	Arah paksi z
i	Awal
f	Akhir
s	Spring

DEFINIS

SENARAI LAMPIRAN

1) Carta Gantt

2) Lukisan Kejuruteraan

- i. Bingkai Pebengkok
- ii. Bar Tegap
- iii. Tapak
- iv. Himpunan Komponen
- v. Himpunan Lengkap

3) Analisis Unsur Terhingga Cosmoswork 2006

- i. Himpunan Komponen

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Projek

Mesin pembengkok paip dan tiub sudah lama dihasilkan dan dipasarkan di serata dunia. Mesin ini terdiri dari auto dan juga manual, Ada banyak rekaan mesin ini dihasilkan, berdasarkan jenis operasi mesin itu seperti menggunakan hidrolik ataupun putaran tork. Rekaan bagi mesin ini terus diciptakan bagi memenuhi kehendak pelanggan dari penggunaan secara besar-besaran ataupun secara komersial. Sebagai contohnya, dalam industri automotif, seperti Pusat Ekzos kereta, dimana mesin pembengkok paip akan digunakan.

Namun kebiasaanya, mesin pembengkok paip dan tiub ini menggunakan jenis kuasa hidrolik. Ini kerana, mesin ini menggunakan daya input yang minimal bagi menghasilkan daya yang maksimum, dan tahap pembuatannya yang agak murah dari jenis yang lain. Mesin hidrolik pembengkok paip dan tiub telah banyak direkakan dan dihasilkan dari masa ke semasa. Terlalu banyak rekaan yang telah dihasilkan bergantung kepada cara dan tahap penggunaannya. Dengan kemajuan dalam bidang kejuruteraan menyebabkan permintaan bagi mesin pembengkok bertambah sekata dengan pertambahan industri masa kini seperti industri automotif. Disebabkan teknologi

pembuatan yang semakin maju, maka membuat model bagi rekaan giat dilaksanakan, terutama di negara benua eropah.

Dengan menggunakan teori prinsip hidrolik dan juga prinsip daya moment, maka rekaan bagi mesin hidrolik pembengkok paip terus berkembang. Walaupun begitu, rekaan yang dihasilkan mesti menepati tahap penggunaan pengguna dan factor keselamatan yang telah ditetapkan berdasarkan kajian secara kejuruteraan seluruh dunia.

1.2 Objektif

- 1) Meraka dan fabrikasi satu model mesin hidrolik pembengkok paip manual.

1.3 Skop

Bagi melaksanakan dan menepati objektif projek ini;

- 1) Melakukan kajian terhadap rekaan mesin hidrolik pembengkok paip manual.
- 2) Mengenalpasti factor rekaan dan pembuatannya.
- 3) Membina satu model lukisan kejuruteraan mesin hidrolik pembengkok paip manual.
- 4) Membuat analisis model tersebut menggunakan perisian analisis unsur terhingga dan perisian pengiraan bagi paip
- 5) Membandingkan nilai keputusan perisian dengan nilai kajian terhadap paip.
- 6) Fabrikasi model mesin hidrolik pembengkok paip manual.
- 7) Menguji keupayaan model mesin

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan

Membengkokkan paip atau tiub adalah salah satu daripada proses pembuatan yang penting, tetapi ia memerlukan alatan khas bagi megelakkan mana-mana kemungkinan kelemahan yang akan membataskan proses tersebut. Pebengkok paip mempunyai banyak aplikasinya seperti automotif, kerja-kerja perpaipan, pemasangan perpaipan secara domestik atau dalam proses pembuatan. Sebagai contohnya, seperti basikal, perabot logam, paip, dan ekzos kereta.

Terdapat beberapa perkara yang penting perlu diambil perhatian dalam setiap proses pebengkokkan. Pertama sekali, tahap kemungkinan bagi setiap lengkokan atau lipatan. Lengkokkan adalah kecacatan atau kerosakkan yang terjadi pada permukaan paip, sepatutnya permukaan harusnya lurus selepas proses pebengkokkan, paip menjadi tidak seragam pada permukaannya. Masalah kedua, kemungkinan berlaku keretakan atau kerosakkan pada alatan ketika melakukan proses pembengkokkan. Keretakan dan kerosakan bagi alatan adalah masalah besar dalam proses ini.

Terdapat beberapa kaedah yang dilakukan bagi mengatasi masalah ini. Salah satu kaedah tersebut ialah mengisikan zarah-zarah halus dalam dalam tiub atau paip, kebanyakannya pasir yang digunakan. Dimana ia akan memenuhi ruang dan terkeluar selepas proses tersebut. Lagipun paip tersebut mestilah ditetapkan atau diapit bagi mengelakkan berlakunya mana-mana lengkokkan dimana berlakunya pesongan terhadap arah jejari paip tersebut.

Dalam aplikasi kejuruteraan, paip yang akan digunakan mestilah mempunyai spesifikasi. Ketebalan paip merupakan faktor yang penting dalam proses pembengkokkan. Paip yang mempunyai ketebalan yang lebih besar boleh dibengkokkan tanpa risau berlakunya keretakan pada paip tersebut, tetapi ia memerlukan daya yang lebih besar bagi menjalankan proses ini. Dibahagian lain, paip yang mempunyai ketebalan yang lebih kecil mestilah diisi dengan pasir bagi mengelakkan berlakunya keretakan.

Faktor lain yang penting diambil kira dalam proses ini dipanggil kesan membidas ataupun efek spring. Ini disebabkan factor elastic bagi material yang digunakan selepas dikenakan daya untuk pembengkokkan tersebut. Spring efek selalunya berlaku pada paip, tiub dan material kepingan atau yang leper. Bagi mengatasi masalah ni proses pembengkokkan haruslah melebihi dari sudut yang dikehendaki. Sebagai contohnya, bagi mendapatkan sudut 88° maka pembengkokkan 90° dikenakan. (Dr. Nahed El-Mahallawi)

2.2 Mesin Pembengkokkan

Setiap mesin pembengkok mestilah mempunyai beberapa komponen dan perkara yang berkaitan bagi menepati fungsi mesin tersebut tanpa menghasilkan sebarang kecacatan atau kerosakan bahagian tertentu.

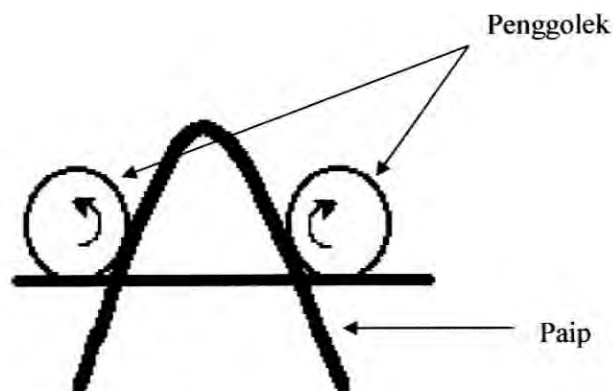
2.2.1 Punca Daya

Untuk melakukan proses pembengkokan paip ini, mestilah ada punca daya atau moment. Daya yang diperlukan mestilah melebihi had kenyal bagi menghasilkan bentukkan kekal pada tiub atau paip tersebut. Pasukan adalah dihasilkan dengan kaedah yang berlainan. Daya boleh dikeluarkan oleh satu kekuatan fizikal. Contohnya, satu daya dikenakan keatas komponen tetap dan daya tersebut akan dipindahkan keatas paip tersebut. Bagi menghasilkan daya yang mencukupi, daya yang kuat bagi komponen tersebut harus diambil kira.

Oleh itu, bagi menghasilkan daya yang maksimum dari daya yang minimum, bicu hidrolik adalah yang sesuai bagi menghasilkan daya yang diperlukan bagi proses pembengkokan. Bicu hidrolik ini boleh digunakan secara manual ataupun kawalan automatic. Walaupun begitu, panjang lengan pengusap bicu merupakan factor yang amat penting kerana ia dapat menentukan sudut pembengkokan yang dapat dihasilkan.

2.2.2 Pengikatan Pada Paip atau Tiub

Paip atau tiub yang perlu ada satu komponen bersepadu yang khas; komponen bersepadu yang membenarkan pergerakan tiub seperti ia memanjang dan mencegah putarannya kira-kira garis tengahnya bagi mengelakkan lengkokan. Kadangkala tiub dicengkam bagi mengelakkan berlakunya pergerakan arah lain. Dalam sesetengah kes, paip atau tiub adalah ditetapkan antara dua penggolek untuk membenarkan tiub untuk bergerak. Kelebihannya adalah, bagi penggolek tersebut akan berputar semasa terlentur, paip atau tiub dimana paip atau tiub tidak akan mengalami mana-mana geseran. Ia berbeza dengan penggolek yang tetap, seperti yang ditunjukkan dalam gambarajah 2.1. (Dr. Nahed El-Mahallawi, 1999)



Gambarajah 2.1: Pergerakan komponen penggolek ketika proses pembengkokan

2.2.4 Kesan Acuan

Acuan bagi mesin tersebut adalah komponen dimana paip atau tiub akan diletakkan sebagai titik daya moment. Acuan tersebut mestilah mempunyai slot atau ruang bagi meletakkan paip atau tiub. Ada diantara pembengkok yang lain, acuan tersebut telah ditahantetapkan dan daya moment dikenakan pada bahagian yang lain.

Bagi menghasilkan acuan ianya bergantung kepada paip atau tiub dimana ia akan dibengkokkan menggunakan acuan. Paip atau tiub dengan ketebalan keratan lintang yang tertentu boleh dibengkokkan menggunakan acuan yang khusus untuk paip tersebut. Ini mencegah lengkokan dan lain kecacatan yang terjadi pada paip atau tiub tersebut.

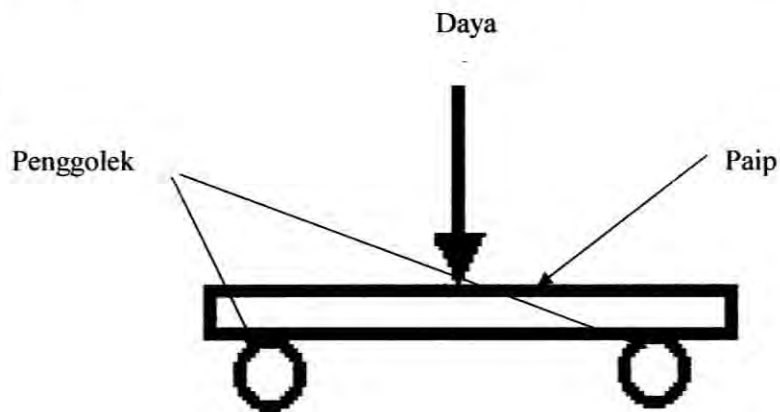
2.3 Jenis Kaedah Pembengkokan

Jenis kaedah pembengkokkan secara amnya terbahagi kepada dua jenis iaitu

- 1) Pembengkokkan tiga titik
- 2) Pembengkokkan empat titik

2.3.1 Pembengkokkan Tiga Titik

Jenis pembengkokkan ini dimana daya untuk pembengkokkan di kenakan pada satu titik sahaja, dan paip atau tiub ditetapkan pada dua titik yang lain. Daya ini akan menghasilkan daya momen yang maksimum pada titik tengah antara dua titik sokongan yang telah ditetapkan seperti yang ditunjukkan dalam gambarajah 2.2.



Gambarajah 2.2: Pembengkokkan Tiga Titik

2.3.2 Pembengkokkan Empat Titik

Daya pembengkokkan bagi jenis ialah daya dikenakan pada dua titik antara dua titik sokongan dan paip atau tiub tersebut ditetapkan pada dua titik sokongan di dua titik yang lain seperti gambarajah 2.3.