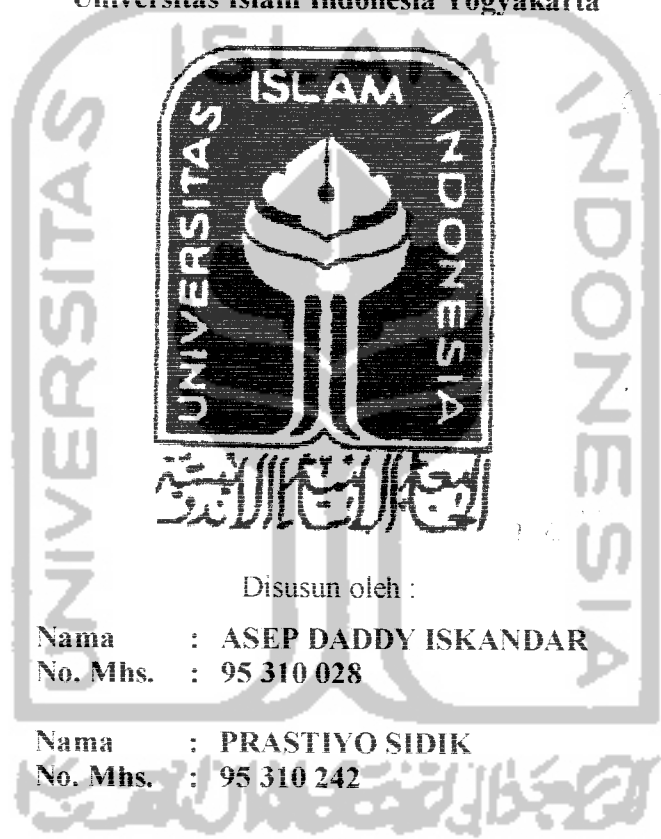


PABPUBSTA KAMPUS ...  
 11700000000000  
 TGL TERIMA ...  
 NO. SURAT ...  
 NO. DAFTAR ...  
 ...

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH JARAK BATANG TRANSVERSAL TERHADAP  
 KAPASITAS LENTUR BALOK VIERENDEEL  
 PADA PIPA KOTAK 30x30x2**

**Diajukan Sebagai Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil  
 Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
 Universitas Islam Indonesia Yogyakarta**



Disusun oleh :

Nama : ASEP DADDY ISKANDAR  
 No. Mhs. : 95 310 028

Nama : PRASTIYO SIDIK  
 No. Mhs. : 95 310 242

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA**

**2004**

# MOTTO

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai  
(dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.  
Dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu berharap.  
(Al Qur'an Asy Syarhi : 6-8)*

*Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu,  
maka Allah memudahkan jalan baginya menuju surga.  
(HR. Muslim dan Tirmidzi dari Abu Hurairah RA)*

*Sungguh, seseorang akan meraih kesuksesan  
bila dalam dirinya ada 6 hal; Kecerdasan, semangat,  
ketabahan, bekal, bimbingan dan proses yang terus tiada henti.*

*Ilmu menghidupkan hati yang mati  
Sebagaimana hujan menyirami bumi yang tandus  
Ilmu pengetahuan menyinari kegelapan kalbu  
Seakan purnama menerangi gulita malam*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalaamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

*Alhamdulillah* segala puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya Kepada kami sehingga akhirnya kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dengan segala suka dan duka walaupun lebih lama dari jadwal semula yang direncanakan.

Tugas akhir kami ini yang berjudul **“PENGARUH JARAK BATANG TRANSVERSAL TERHADAP KAPASITAS LENTUR BALOK VIERENDEEL PADA PIPA KOTAK 30x30x2”** merupakan studi pengujian experimental untuk mengetahui pengaruh rasio jarak batang transversal terhadap tinggi ( $a/h$ ) pada kapasitas lentur balok *vierendeel* dengan rasio panjang bentang terhadap tinggi balok konstan.

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana Stara I pada jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Kemudian tak lupa kami disini ingin mengucapkan rasa terima kasih yang tulus atas segala bantuan, bimbingan dan pengarahan yang telah diberikan kepada kami, selama kami menyelesaikan Tugas Akhir ini kepada:

1. **Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. **Ir. H. Munadhir, MS**, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
3. **Ir. Fatkhurrohman N, MT**, selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. **Ir. Helmy Akbar Bale, MT**, selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Penguji Tugas Akhir.
5. **Ir. Tri Fajar Budiono, MT**, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. **Mas Aris Sunanto**, Laboran Laboratorium Mekanika Rekayasa Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
7. Seluruh Staf Pengajaran Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
8. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat dalam penyusunan Tugas Akhir ini sampai selesai.

Kami menyadari Tugas Akhir kami masih jauh dari sempurna walaupun mengharapkan agar rekan-rekan mahasiswa yang akan menulis Tugas Akhir nanti dapat menyempurnakannya.

Terakhir kami berharap semoga Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi masyarakat, para praktisi serta para mahasiswa.

***Wassalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.***

Yogyakarta, September 2004

Asep Daddy Iskandar – Prastiyo Sidik

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Persembahan .....	iii
Halaman Motto.....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Notasi .....	x
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Lampiran .....	xv
Abstraksi .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Manfaat Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	4
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1. Pendahuluan .....	7
3.2. Analisis Statis Tertentu.....	8
3.3. Batang Tekan Pada Balok Vierendeel .....	11
3.4. Batang Tarik Pada Balok Vierendeel.....	16
3.5. Batang Lentur Pada Balok Vierendeel .....	17
3.6. Kombinasi Tekan dan Lentur Pada Balok Vierendeel .....	18
3.7. Kombinasi Tarik dan Lentur Pada Balok Vierendeel .....	21
3.8. Hubungan Beban – Lendutan.....	23
3.9. Hubungan Momen – Kelengkungan.....	26
3.10. Hipotesis.....	29

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	
4.1. Metode Penelitian .....	30
4.2. Bahan dan Alat .....	31
4.2.1. Bahan .....	31
4.2.2. Peralatan .....	31
4.3. Model Benda Uji .....	34
4.4. Prosedur Penelitian .....	36
4.5. Pelaksanaan Penelitian .....	37
4.5.1. Pembuatan Benda Uji .....	37
4.5.2. Pengujian pendahuluan .....	37
4.5.3. Persiapan Peralatan .....	39
4.5.4. Pengujian Benda Uji Balok <i>Vierendeel</i> .....	40
BAB V HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	
5.1. Hasil Penelitian .....	41
5.1.1. Hasil Uji Kuat Tarik Baja .....	41
5.1.2. Hasil Uji Kuat Geser Las .....	41
5.1.3. Hasil Uji Kuat Lentur Balok <i>Vierendeel</i> .....	42
A. Hubungan Beban–Deformasi .....	42
1. Hubungan Beban–Deformasi Teoritis .....	42
2. Hubungan Beban–Deformasi Penelitian .....	42
3. Grafik Hubungan Beban–Deformasi .....	44
4. Analisa Data Hubungan Beban–Deformasi .....	45
B. Hubungan Momen–Kelengkungan .....	46
1. Hubungan Momen–Kelengkungan Teoritis .....	46
2. Hubungan Momen–Kelengkungan Penelitian .....	47
3. Grafik Hubungan Momen Kelengkungan .....	48
4. Analisa Data Hubungan Momen–Kelengkungan .....	49
5.2. Pembahasan .....	49
5.2.1. Pembahasan Hasil Uji Kuat Tarik Baja .....	49
5.2.2. Pembahasan Hasil Uji Kuat Geser Las .....	50

5.2.3. Pembahasan Hasil Uji Kuat Lentur .....	50
1. Pembahasan Kuat Lentur Berdasarkan Hubungan Beban–Deformasi .....	50
2. Pembahasan Kuat Lentur Berdasarkan Hubungan Momen–Kelengkungan .....	52
3. Hubungan Non Dimensional $M_u/M_p$ .....	53
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1. Kesimpulan .....	57
6.2. Saran .....	57

Daftar Pustaka

Lampiran



## DAFTAR NOTASI

$A$	:	Luas penampang lintang
$a$	:	Jarak antar batang transversal
$b$	:	Lebar profil
$B$	:	Luas penampang lintang dibagi modulus penampang ( $A/S$ )
$C$	:	Gaya tekan aksial
$C_e$	:	Rasio kerampingan $KL/r$
$C_m$	:	Faktor pembesaran momen yang berkaitan dengan gradien momen
$E$	:	Modulus elastisitas
$e$	:	Eksentrisitas beban
$F_a$	:	Tegangan ijin
$F_b$	:	Tegangan lentur
$F_{cr}$	:	Tegangan kritis
$F_v$	:	Tegangan geser
$F_y$	:	Tegangan leleh
$F_e$	:	Tegangan pada sendi efektif
$h$	:	Tinggi profil
$I$	:	Momen Inersia
$k$	:	Koefisien tekuk
$L$	:	Panjang bentang
$M$	:	Momen
$M_e$	:	Momen ekuivalen



$M_x$	:	Momen lentur batang
$M_{in}$	:	Momen maksimum
$M_p$	:	Momen plastis
$M_n$	:	Momen nominal
$n$	:	$1.027.000 A_r^2$
$P$	:	Beban
$P_{EO}$	:	Beban ekuivalen
$P_y$	:	Beban leleh
$r$	:	Jarak radial dari sentroit ke pusat tegangan
$S$	:	Modulus penampang elastis
$S_x$	:	Modulus penampang elastis sumbu X
$S_y$	:	Modulus penampang elastis sumbu Y
$T$	:	Gaya tarik
$t$	:	Tebal profil
$V$	:	Gaya geser
$\pi$	:	Phi (3,14)
$\mu$	:	Poisson ratio (0.3)
$\Delta$	:	Defleksi

## DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Hasil Pengujian untuk Benda Uji 2 ( $a/h = 4$ ) .....	42
Tabel 5.2. Hasil Pengujian untuk Benda Uji 3 ( $a/h = 3$ ) .....	43
Tabel 5.3. Hasil Pengujian untuk Benda Uji 4 ( $a/h = 2$ ) .....	43
Tabel 5.4. Hasil Pengujian untuk Benda Uji 5 ( $a/h = 1$ ) .....	43
Tabel 5.5. Rasio Kekakuan .....	45
Tabel 5.6. Data Momen – Kelengkungan Teoritis Berdasarkan SAP ( <i>Frame</i> )	46
Tabel 5.7. Data Momen – Kelengkungan Teoritis Berdasarkan SAP ( <i>Truss</i> )	46
Tabel 5.8. Analisa Kekakuan dari data hubungan Momen – Kelengkungan ...	49
Tabel 5.9. Data hubungan $M_n/M_p$ dengan $a/h$ Penelitian .....	54
Tabel 5.10. Data hubungan $M_n/M_p$ dengan $a/h$ Teoritis .....	55



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. (a)	Balok <i>vierendeel</i> dengan dukungan sederhana .....	8
Gambar 3.1. (b)	Diagram Momen .....	8
Gambar 3.1. (c)	Diagram Geser .....	8
Gambar 3.2.	Asumsi sendi pada tengah bentang .....	9
Gambar 3.3.	Analisi Balok <i>vierendeel</i> dengan metode analisis statis .....	9
Gambar 3.4.	Diagram momen lentur balok <i>vierendeel</i> .....	9
Gambar 3.5.	Diagram gaya geser balok <i>vierendeel</i> .....	10
Gambar 3.6.	Momen pada perpotongan batang .....	10
Gambar 3.7.	Momen kopel gaya .....	12
Gambar 3.8.	Batang yang mengalami gaya tekan .....	13
Gambar 3.9.	Pengaruh gaya aksial tekan pada balok <i>vierendeel</i> .....	14
Gambar 3.10.	Batang yang mengalami gaya tarik .....	16
Gambar 3.11.	Batang lentur pada balok <i>vierendeel</i> tumpuan sederhana ...	17
Gambar 3.12.	Kombinasi tekan dan lentur .....	18
Gambar 3.13.	Grafik hubungan $M_n/M_p$ dengan $a/h$ .....	21
Gambar 3.14.	Kombinasi tarik dan lentur pada perpotongan batang .....	21
Gambar 3.15.	Balok <i>vierendeel</i> .....	24
Gambar 3.16.	Grafik Beban – Deformasi Teoritis .....	26
Gambar 3.17.	Defleksi pada balok <i>vierendeel</i> .....	27
Gambar 3.18.	Grafik Momen – Kelengkungan Teoritis .....	28
Gambar 4.1.	Bagan Alir Penelitian .....	30

Gambar 4.2.	Universal Testing Material (UTM) .....	32
Gambar 4.3.	Dial Gauge .....	32
Gambar 4.4.	Dukungan .....	33
Gambar 4.5.	Loading Frame .....	33
Gambar 4.6.	Hidraulic Jack .....	34
Gambar 4.7. (a)	Benda Uji 1 dan 2 .....	35
Gambar 4.7. (b)	Benda Uji 3 .....	35
Gambar 4.7. (c)	Benda Uji 4 .....	35
Gambar 4.7. (d)	Benda Uji 5 .....	36
Gambar 4.8.	Benda uji untuk kuat tarik baja .....	38
Gambar 4.9.	Benda uji untuk uji kuat geser las .....	39
Gambar 4.10.	Perletakan benda uji .....	40
Gambar 5.1.	Grafik Hubungan Beban – Deformasi .....	44
Gambar 5.2.	Grafik Hubungan Beban – Deformasi SAP dan penelitian pada Benda Uji 5 ( $a/h = 1$ ) .....	44
Gambar 5.3.	Grafik Hubungan Momen – Kelengkungan Penelitian .....	48
Gambar 5.4.	Grafik Hubungan Momen – Kelengkungan SAP dan penelitian pada Benda Uji 5 ( $a/h = 1$ ) .....	48
Gambar 5.5.	Potongan melintang balok <i>vierendeel</i> .....	53
Gambar 5.6.	Grafik Hubungan $M_w/M_p$ dan $a/h$ Penelitian .....	54
Gambar 5.7.	Grafik Hubungan $M_w/M_p$ dan $a/h$ Teoritis dan Penelitian ....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran 2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja dan Geser Las
- Lampiran 3 Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok *Vierendeel*
- Lampiran 4 Perhitungan Rencana
- Lampiran 5 Hasil Analisis SAP 2000
- Lampiran 6 Dokumentasi Pengujian Struktur Balok *Vierendeel*



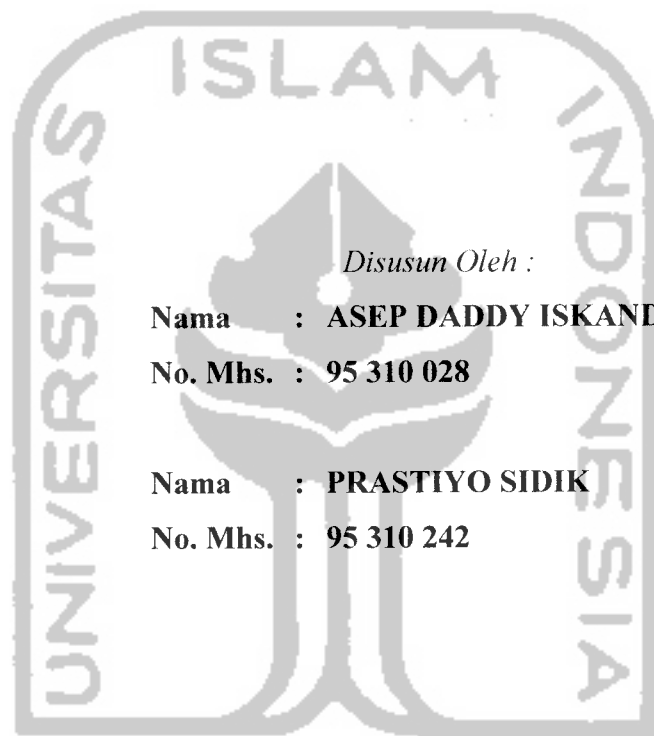
## ABSTRAKSI

Struktur rangka pada umumnya terdiri dari batang transversal, batang tepi dan batang diagonal. Apabila dalam perencanaan dikehendaki suatu struktur yang pada bagian tengahnya dapat digunakan untuk tempat aktivitas maupun dipergunakan sebagai ventilasi udara, sehingga diperlukan suatu struktur yang bersih ditengah-tengahnya. Dalam hal ini balok *vierendeel* dapat digunakan untuk memenuhi kondisi tersebut. Balok *vierendeel* merupakan struktur rangka yang terdiri dari batang tepi dan batang transversal yang disusun membentuk pola segi empat dengan joint kaku, sehingga batang-batang pada balok *vierendeel* dapat memikul kombinasi gaya aksial (tarik, tekan) dengan momen. Semakin panjang bentang balok *vierendeel*, semakin besar momen yang bekerja pada struktur. Semakin tinggi balok *vierendeel*, gaya aksial yang dipikul oleh batang tepi semakin kecil. Jika jarak antar batang transversal dibuat jauh maka jumlah batang transversal menjadi sedikit, sehingga perlu dicari hubungan jarak antar batang transversal dengan tinggi balok ( $a/h$ ) yang menghasilkan balok *vierendeel* ekonomis dengan kapasitas lentur maksimum. Uji eksperimental balok *vierendeel* dilakukan untuk menggali informasi tentang perilaku rangka *vierendeel*, yaitu berupa hubungan beban–deformasi ( $P-\Delta$ ), hubungan momen–kelengkungan ( $M-\Phi$ ), nilai kekakuan ( $k$ ) dan faktor kekakuan ( $EI$ ), serta mengetahui pengaruh rasio jarak batang transversal terhadap tinggi ( $a/h$ ) pada kapasitas lentur balok *vierendeel* dengan rasio panjang bentang terhadap tinggi balok konstan. Benda uji menggunakan empat buah variasi rasio  $a/h$  yang antara lain besarnya 1 : 2 : 3 : 4, dengan tinggi dan panjang bentang tetap. Benda uji rangka *vierendeel* menggunakan profil pipa kotak 30x30x2. Pembebanan yang digunakan pada setiap sepertiga bentang adalah beban titik statis, kecuali pada benda uji dengan rasio  $a/h = 3$  pembebanan dilakukan pada setiap seperempat bentang. Hasil pengujian menunjukkan perbedaan struktur balok *vierendeel* dengan variasi rasio antara jarak batang transversal ( $a$ ) dan tingginya ( $h$ ). Kapasitas lentur balok *vierendeel* akan semakin kecil apabila rasio  $a/h$  semakin besar, dan juga sebaliknya. Balok *vierendeel* dengan rasio  $a/h = 1$  nilai kekakuannya jauh lebih besar dibandingkan balok *vierendeel* dengan rasio  $a/h = 4$ . Secara umum dapat dinyatakan semakin pendek jarak antar batang transversal maka nilai kekakuan balok *vierendeel* semakin tinggi. Kerusakan balok *vierendeel* yang berupa tekuk lokal tidak ditemukan, karena dalam uji eksperimental ini pada balok terjadi lentur murni. Perhitungan rencana dari struktur balok *vierendeel* secara teoritis akan lebih mudah dengan menggunakan pendekatan sebagai balok sederhana yang menerima beban desak dan momen.

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH JARAK BATANG TRANSVERSAL TERHADAP  
KAPASITAS LENTUR BALOK VIERENDEEL  
PADA PIPA KOTAK 30x30x2**



*Disusun Oleh :*

**Nama : ASEP DADDY ISKANDAR**

**No. Mhs. : 95 310 028**

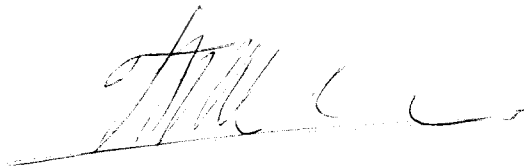
**Nama : PRASTIYO SIDIK**

**No. Mhs. : 95 310 242**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

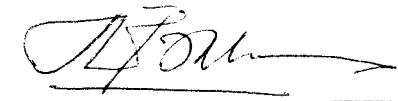
**Ir. FATKHURROHMAN N., MT.**

**Dosen Pembimbing I**

  
Tanggal : 0-09-2004

**Ir. HELMY AKBAR BALE, MT.**

**Dosen Pembimbing II**

  
Tanggal : 4/9 '04

# PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini dengan segala kerendahan dan ketulusan hati ku persembahkan untuk:

ALLAH SWT

Terima kasih Ya Allah atas segala kemudahan yang Engkau berikan sehingga satu amanah-Mu bisa hamba selesaikan. Shalawat teruntuk Rasulullah SAW yang selalu kunanti syafaatnya di yaumul akhir nanti.

Keluarga Besar Dedi Rosidin dan Adi Hartono

Terima kasih atas cinta, kasih sayang, perhatian, pengorbanan, kepercayaan, doa yang tidak pernah berhenti dan segala yang telah diberikan dengan ikhlas selama ini.

Anak-anak Kelas F Sipil 95 VII

Akhirnya kami bisa menyusul kalian. Untuk Mardiko "Komprang" Kami tunggu wisudamu, Rere dan Dodi Gondrong "Selamat Menempuh Hidup Baru", Agung Simbah "Kapan kowe nyusul?" Toni Cilacap "Nyambut gawe terus ojo marai lali mbojo..." Bekti Bebek "Meri-mu wis iso ngopo?" Thanks All for Everything.

Moro Joyo Komputer Crew

Aan Gohian "Kapan kowe arep rampung?", Agus Bonjot "Wisuda bareng yo le!", Adi Gondang "Where are you now?", Wakyu Sardot "Ojo mbojo terus!"

A-100 Community

Api Fikri "Makasih ya do'anya.", Fajar Gendut "Nomere ra tau metu yo mas?", Ari Kfenyem "Ngopo nyambut gawe adoh-adoh nek ra entuk bojo?", Berti "kami menyusulmu, Dik?", dan Anak kost Bp. Arjo Nganggrung.

Teman-teman Seperjuangan

Wiwin dan Lidya "Makasih atas semua bantuan kalian", Novi dan Vietha "kadang-kadang kalian nyebelin deh kalau lagi nanya".