

**Nama Rumpun Ilmu : Teknik Sipil**

**LAPORAN KEMAJUAN  
PENELITIAN KEMITRAAN**



**STUDI BALOK KANTILEVER *CASTELLATED* BUKAAN HEKSAGONAL  
PENAMPANG NON-PRISMATIS DENGAN METODE ELEMEN HINGGA  
(Variasi Sudut Lubang, Jarak Lubang, Diameter Lubang, Dan Panjang Bentang)**

**TIM PENGUSUL**

**Taufiq Ilham Maulana, ST., M.Eng.**

**Bagus Soebandono, ST., M.Eng.**

**Jurusan Teknik Sipil**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

**September 2016**

**HALAMAN PENGESAHAN  
PENELITIAN KEMITRAAN**

Judul Penelitian : Studi Balok Kantilever *Castellated* Bukaan Heksagonal Penampang Non-Prismatis dengan Metode Elemen Hingga (Variasi Sudut Lubang, Jarak Lubang, Diameter Lubang, Dan Panjang Bentang)

Nama Rumpun Ilmu : Teknik Sipil

Ketua Peneliti :

a. Nama Lengkap : Taufiq Ilham Maulana, ST., M.Eng.  
b. NIDN : 0504099401  
c. Jabatan Fungsional : -  
d. Program Studi : Teknik Sipil  
e. Nomor HP : 085642220694  
f. Alamat e-mail : taufiq.im@ft.umy.ac.id

Anggota Peneliti (1):

a. Nama Lengkap : Bagus Soebandono, ST., M.Eng.  
b. NIDN : 0513058101  
c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
d. Program Studi : Teknik Sipil  
e. Nomor HP : 081228128008  
f. Alamat e-mail : baguse\_soe@yahoo.com

Anggota Peneliti Mahasiswa (Mitra 1) :

a. Nama Lengkap : Beta Satria Jagad  
b. NIM : 20130110413  
c. Program Studi : Teknik Sipil

Anggota Peneliti Mahasiswa (Mitra 2) :

a. Nama Lengkap : Aris Susanti  
b. NIDN : 20130110400  
c. Program Studi : Teknik Sipil

Biaya Penelitian :

-dana disetujui UMY : Rp. 7.500.000,00  
-dana terpakai : Rp. 5.500.000,00-  
-dana institusi lain : -

Yogyakarta, 28 September 2016

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Sipil UMY

Ketua Peneliti,

Ir. Anita Widiyanti, MT.  
NIDN. 0020076502

Taufiq Ilham Maulana  
NIDN. 0504099401

Menyetujui,  
Dekan Fakultas Teknik UMY

Jazaul Ikhsan, ST., MT., Ph.D.  
NIDN. 0524057201

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PENELITIAN KEMITRAAN .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
RINGKASAN.....	iv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Target Luaran Penelitian .....	3
1.5 Batasan Penelitian .....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Balok <i>Castellated</i> Bukaan Heksagonal .....	4
2.2 Balok <i>Castellated</i> Bukaan Heksagonal yang Diperkuat .....	5
2.3 Balok <i>Castellated</i> Bukaan Sinusoidal .....	5
BAB 3. METODE PENELITIAN .....	6
3.1 Lokasi Penelitian .....	6
3.2 Tahap-tahap Penelitian.....	6
3.3 Peubah yang Diamati/Diukur .....	8
3.4 Model yang Digunakan .....	9
3.5 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....	9
BAB 4. BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN .....	11
4.1 Biaya Pelaksanaan.....	11
4.2 Jadwal Pelaksanaan .....	12
DAFTAR PUSTAKA .....	13
LAMPIRAN 1. Justifikasi Anggaran Penelitian.....	14
LAMPIRAN 2. Susunan Orgnaisasi Tim Peneliti Dan Pembagian Tugas .....	15
LAMPIRAN 3. Biodata Ketua Dan Anggota .....	16
LAMPIRAN 4. Surat Pernyataan Ketua Peneliti.....	22

## RINGKASAN

Baja adalah material yang umum digunakan dalam struktur balok. Profil baja masih dapat dioptimasi penggunaannya melalui penggunaan *castellated*. Balok *castellated* umum digunakan sebagai balok pada tumpuan sederhana. Pada penelitian ini, akan dilakukan studi mengenai balok *castellated* dengan struktur katilever, menggunakan profil non-prismatis untuk mengoptimalkan penampang baja dalam menahan beban dari luar.

Variasi yang diberikan pada penelitian ini meliputi panjang bentang, dimensi bukaan lubang *castellated*, jarak antar lubang bukaan, dan sudut yang dibentuk oleh bukaan lubang.

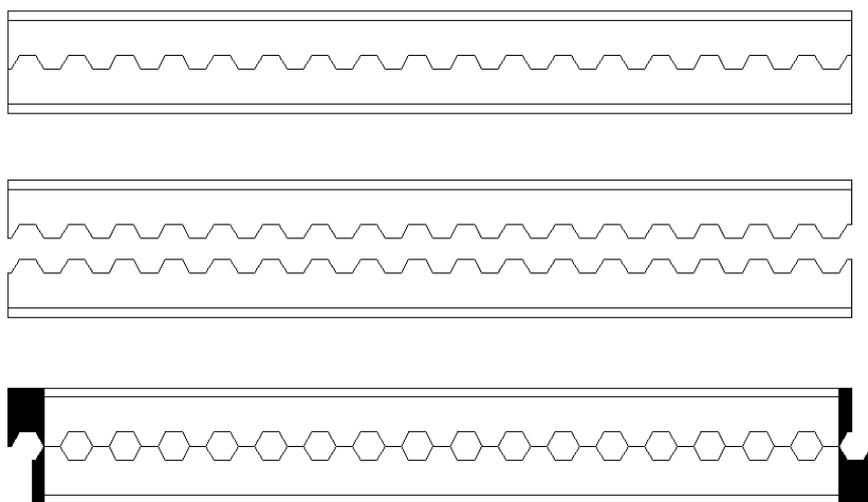
Hasil yang diharapkan adalah diperoleh nilai *defleksi/displacement*, nilai tegangan pada struktur, dan limbah yang dihasilkan dari pemotongan dengan nilai yang paling minimal dan optimal. Diharapkan masyarakat dapat mengadopsi penggunaan balok *castellated* pada balok kantilever di bangunan-bangunan yang ada.

Kata kunci : Balok *castellated*, bukaan heksagonal, penampang non-prismatis, metode elemen hingga

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Balok merupakan salah satu elemen struktur penting yang menahan lentur (*bending*) dan gaya geser (*shear*) yang lebih dominan dibandingkan dengan gaya aksial. Balok dapat dibuat menggunakan berbagai material, salah satunya adalah profil baja. Profil baja juga umum digunakan sebagai elemen struktur pada sebuah bangunan. Penggunaan profil baja sebagai elemen balok dapat lebih dioptimalkan kembali dengan dirubah menjadi balok *castellated*. Balok *castellated* merupakan balok baja yang dipotong menjadi 2 bagian yang sama, dengan pola tertentu dan disambungkan kembali menggunakan las dengan maksud meningkatkan seluruh kemampuannya, yaitu meningkatkan tinggi profil sehingga dapat meningkatkan inersia yang dimiliki balok baja. Berikut pada Gambar 1 merupakan contoh balok baja yang dilakukan pemotongan dan penyambungan menjadi sebuah balok *castellated*.



Gambar 1. Balok profil baja dipotong dan disambung menjadi balok *castellated*

Pemotongan pola dapat berbentuk sangat bermacam-macam, beberapa diantaranya yang umum adalah lingkaran, heksagonal, atau oktagonal. Peningkatan tinggi profil yang dipotong sangat tergantung dari diameter lubang yang diberikan pada pola pemotongan. Semakin besar diameter lubang, semakin tinggi pula profil akhir yang dihasilkan.

Balok *castellated* dengan tumpuan sederhana sudah sangat umum digunakan oleh masyarakat sebagai salah satu elemen struktur pada bangunan. Sebaliknya, balok *castellated* ini jarang digunakan sebagai balok kantilever. Balok kantilever merupakan balok sederhana dengan dijepit di salah satu ujungnya. Umumnya balok kantilever

digunakan di daerah luar bangunan seperti atap atau ruangan yang menjorok keluar sehingga hanya ditopang oleh salah satu kolom saja. Balok kantilever umumnya menggunakan profil non-prismatis, yaitu memiliki luas penampang yang berbeda di kedua ujungnya untuk mengoptimalkan penggunaan profil. Sebagai contoh, berikut pada Gambar 2 ditunjukkan penggunaan profil baja non-prismatis pada sebuah jembatan rel kereta api di atas Jalan Letjen Suprpto Yogyakarta, yang digunakan sebagai jalur inspeksi pada jembatan.



Gambar 2. Contoh penerapan balok baja kantilever dengan penampang non-prismatis

Dari contoh penerapan balok kantilever tersebut, maka balok *castellated* dapat menjadi salah satu alternatif untuk digunakan sebagai pengganti balok baja biasa untuk mengoptimalkan jumlah baja yang digunakan dalam sebuah struktur. Pada penelitian ini, diusulkan penelitian tentang studi mengenai balok kantilever yang menggunakan profil *castellated* dengan lubang bukaan berbentuk heksagonal yang juga berpenampang non-prismatis dengan analisis metode elemen hingga. Diharapkan dari adanya penelitian ini, para pelaku konstruksi di dunia dapat mencontoh penggunaan

balok *castellated* pada balok kantilever dan dapat menggunakan profil baja secara bijaksana dengan memanfaatkan peningkatan tinggi balok yang cukup signifikan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dipaparkan diatas, berikut adalah beberapa rumusan masalah yang diusulkan pada penelitian ini.

1. Berapa tinggi lubang / diameter lubang yang paling efektif untuk menghasilkan penampang yang optimal dari segi *displacement*/perpindahan, tegangan baja, dan dari jumlah limbah pemotongan yang paling sedikit, untuk setiap variasi jarak bentang balok dan sudut heksagonal?
2. Berapa jarak lubang yang paling efektif untuk menghasilkan penampang yang optimal dari segi *displacement*/perpindahan, tegangan baja, dan dari jumlah limbah pemotongan yang paling sedikit, untuk setiap variasi jarak bentang balok dan sudut heksagonal?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut ini.

1. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menemukan tinggi lubang / diameter lubang yang paling efektif untuk menghasilkan penampang yang optimal dari segi *displacement*/perpindahan, tegangan baja, dan dari jumlah limbah pemotongan yang paling sedikit, untuk setiap variasi jarak bentang balok dan sudut heksagonal
2. Dapat menemukan jarak lubang yang paling efektif untuk menghasilkan penampang yang optimal dari segi *displacement*/perpindahan, tegangan baja, dan dari jumlah limbah pemotongan yang paling sedikit, untuk setiap variasi jarak bentang balok dan sudut heksagonal
3. Dapat memperkaya khasanah ilmu pengetahuan pada umumnya, khususnya di bidang teknik sipil dalam penggunaan baja di industri konstruksi.
4. Dapat mengasah kemampuan mahasiswa yang menjadi mitra dalam melakukan sebuah penelitian.

## 1.4 Target Luaran Penelitian

Dari penelitian yang akan dilakukan ini, diharapkan beberapa target luaran yaitu sebagai berikut.

1. Mendapatkan tinggi lubang dan jarak lubang yang paling optimum dengan membandingkan kekuatan dan penggunaan profil baja yang dihasilkan.

2. Mendapatkan publikasi ilmiah berupa jurnal, seminar, maupun *conference* yang dilakukan minimal pada tingkat nasional.

### 1.5 Batasan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, ada beberapa batasan masalah yang diambil untuk mengurangi jumlah sampel yang dapat berkembang menjadi sangat banyak. Beberapa batasan yang diambil adalah sebagai berikut.

1. Profil baja yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan ukuran profil IWF 150x75x7x5, yaitu profil baja yang dengan ukurang yang paling kecil yang tersedia secara umum di toko bahan bangunan di sekitar Jawa dengan mutu leleh profil baja adalah 400 MPa.
2. Besar diameter lubang bukaan heksagonal diambil 3 buah variasi, yaitu 50 mm, 75 mm, dan 100 mm
3. Jarak antar lubang divariasikan hanya sejumlah 3 buah variasi.
4. Jarak bentang yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 m; 2,5 m; 3 m; dan 3,5 m
5. Sambungan pada pemotongan baja tidak dimodelkan pada penelitian ini.
6. Penggunaan profil non-prismatis dilakukan dengan mengacu pada ketinggian acuan salah satu profil agar dapat dibandingkan secara adil.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Balok *Castellated* Bukaan Heksagonal

Beberapa penelitian mengenai balok *castellated* dengan lubang bukaan heksagonal telah dilakukan sebelumnya. Muhtarom pada tahun 2015 melakukan penelitian dengan analisis numeris menggunakan metode elemen hingga dan membandingkan dengan hasil yang dilakukan dengan benda uji pada laboratorium. Muhtarom menggunakan baja balok *castellated* dengan profil ukuran IWF 225x75x7x5 mm yang dibentuk dari baja IWF 150x75x7x5 dengan panjang bentang 1 m dengan bukaan heksagonal. Program analisis yang digunakan adalah ANSYS versi 10. Dari hasil penelitian, dapat diketahui bahwa untuk model numerik lebih kaku dibandingkan dengan model eksperimen karena idealisasi pada model numerik lebih sempurna. Dari hasil perbandingan tegangan antara analisis numeris dan eksperimental di laboratorium, perbedaan tegangan yang dihasilkan hanya memiliki selisih 6,55% dengan kapasitas beban ultimit mencapai 145 kN dengan defleksi yang diraih senilai 2,44 mm.

Penelitian lainnya mengenai balok *castellated* yang dianalisis menggunakan numeris melalui program ANSYS juga dilakukan oleh Wakchaure dan Sagade pada tahun 2012. Dengan bentang sebesar 2 m variasi tinggi profil dari 210 mm hingga 240 mm, diperoleh mencapai 120 kN dengan defleksi mencapai 5,06 mm. Dari penelitian ini, juga dapat diketahui bahwa nilai bukaan maksimum dengan hasil memuaskan akan diperoleh bila tinggi bukaan pada lubang heksagonal tidak melebihi dari 0,6 tinggi profilnya, karena bila bukaan terlalu besar, maka kegagalan akan segera terjadi. Distribusi tegangan yang terjadi juga berada pada daerah pojok lubang bukaan heksagonal.

## **2.2 Balok *Castellated* Bukaan Heksagonal yang Diperkuat**

Balok *castellated* juga pernah diteliti oleh Anupriya dan Jagadeesan pada tahun 2014 dengan melihat kekuatan geser yang dimiliki balok *castellated* bukaan heksagonal dengan membandingkannya apabila diberikan perkuatan dan tidak. Ketinggian profil yang digunakan adalah 150 mm yang ditingkatkan menjadi 225 mm dan 300 mm dengan nilai kuat leleh baja adalah 250 MPa. Perkuatan yang diberikan merupakan pengaku diagonal dan pengaku vertikal.

Dari hasil penelitian, diperoleh bahwa untuk profil baja *castellated* yang memiliki tinggi akhir 225 mm, dengan memberikan beban yang sama yakni 100 kN, diperoleh nilai defleksi pada balok yang tidak diberi perkuatan sebesar 12,76 mm, sedangkan yang diberi perkuatan diagonal hanya memiliki defleksi sebesar 9,63 mm. Dari penelitian ini, diketahui bahwa penggunaan pengaku diagonal akan lebih memberikan hasil yang maksimal dibandingkan tidak diberikan pengaku, yang ditunjukkan dari adanya pengurangan defleksi yang terjadi.

## **2.3 Balok *Castellated* Bukaan Sinusoidal**

Penelitian mengenai balok *castellated* dengan bukaan lubang sinusoidal pernah dilakukan oleh Durif dan Bouchair pada tahun 2012. Dengan membuat bukaan lubang menjadi halus yaitu berupa sinusoidal, diperoleh kekuatan hingga mencapai 516,8 kN dengan perbandingan analisis numeris dan eksperimen laboratorium mendekati nilai 1. Dari penelitian diketahui bahwa kegagalan benda uji terjadi karena baja sudah leleh dan ketidakstabilan bukaan berbentuk panel sinusoidal.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

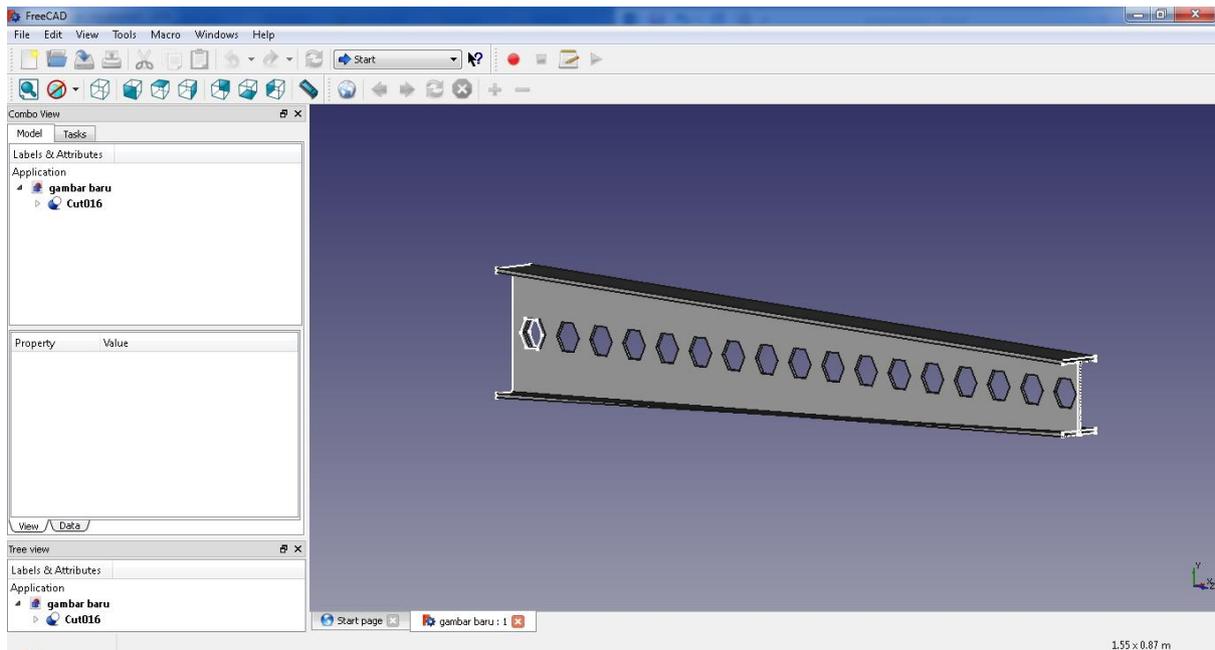
### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian akan dilaksanakan secara umum akan dilaksanakan di 2 lokasi, yaitu di Laboratorium Komputer Teknik Sipil UMY dan di lapangan. Peneliti melaksanakan proses analisis, pengambilan data, dan pengolahan data pada laboratorium komputer, sedangkan peninjauan ke lapangan dilaksanakan untuk melihat kondisi contoh-contoh balok kantilever, balok *castellated*, balok non-prismatis, maupun balok-balok baja yang sudah digunakan oleh masyarakat sebagai elemen struktur sebagai pembanding secara umum.

### 3.2 Tahap-tahap Penelitian

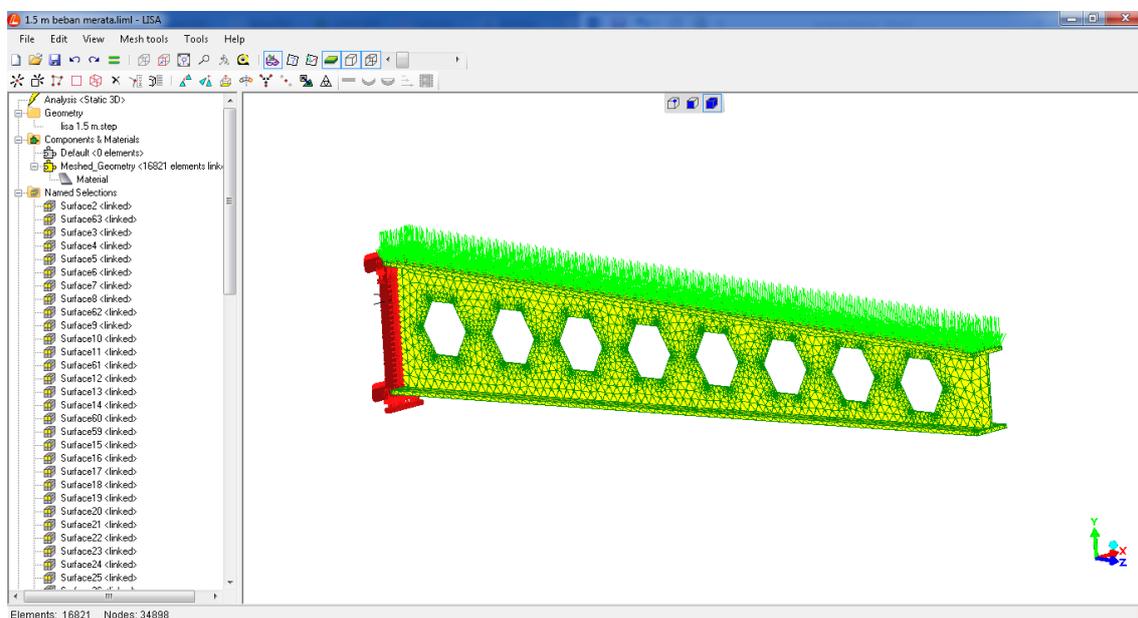
Penelitian dilakukan menjadi 2 tahapan, yaitu penelitian di lapangan dengan mengambil gambar sebagai contoh-contoh balok yang sudah pernah diterapkan di masyarakat sekitar dan penelitian dilakukan di komputer menggunakan program-program tertentu seperti FreeCAD, LISAFEA, dan analisis data menggunakan program hitungan numeris lainnya. Penelitian akan lebih banyak dilakukan pada laboratorium komputer.

Hal pertama yang dilakukan setelah selesai peninjauan ke lapangan, balok-balok *castellated* ditentukan variasinya sesuai dengan yang diajukan pada batasan masalah pada usulan proposal penelitian. Setelah didapatkan seluruh variasi, seluruh balok digambarkan pada program FreeCAD, yaitu program menggambar 3 dimensi yang berlisensi gratis atau *open source*. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3 adalah contoh penggambaran balok kantilever *castellated* non-prismatis yang digambarkan menggunakan program FreeCAD.

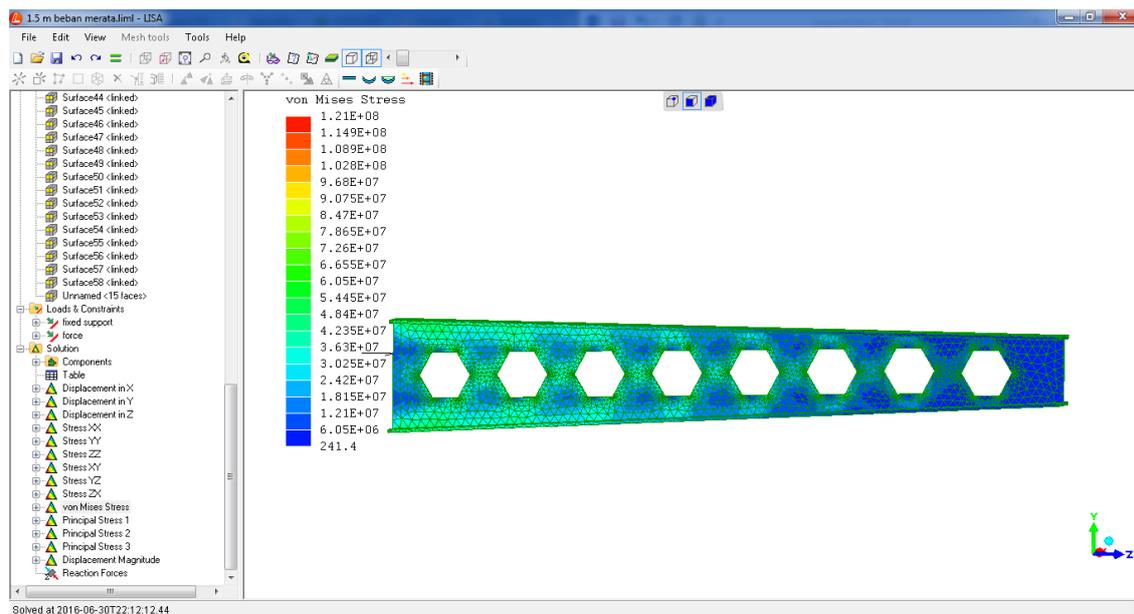


Gambar 3. Penggambaran balok kantilever *castellated* menggunakan program FreeCAD

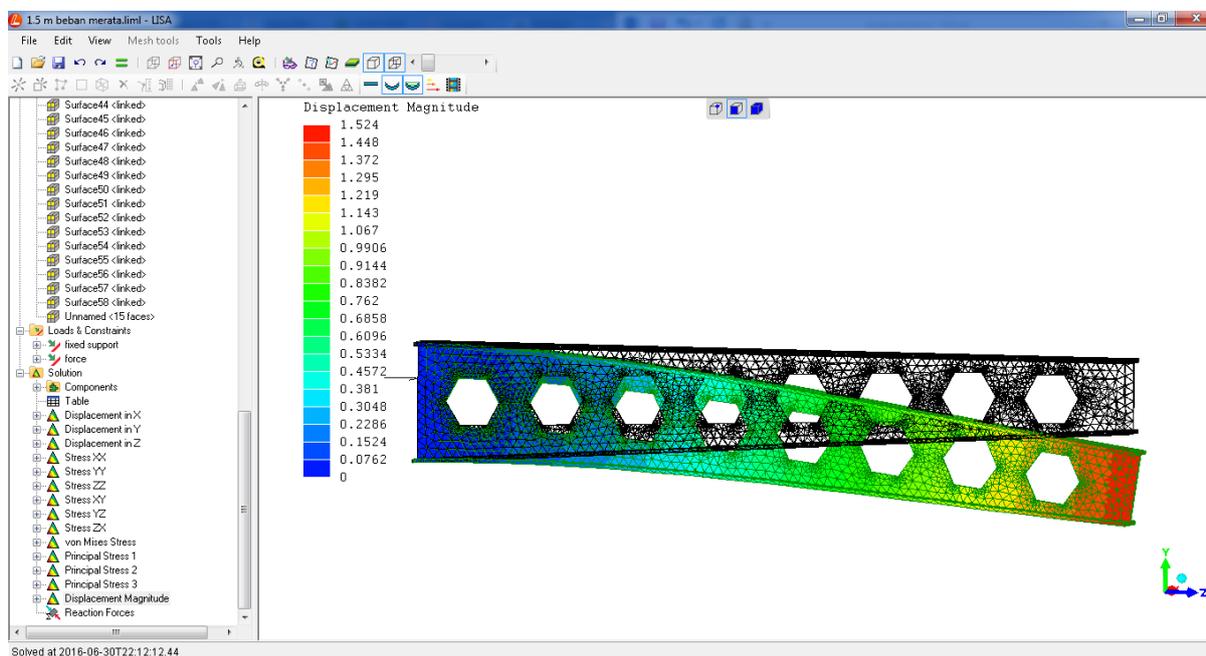
Setelah seluruh benda uji yang divariasikan tergambar pada program FreeCAD, maka analisis numeris berupa analisis metode elemen hingga dilakukan pada sebuah program bernama LisaFEA versi 8.0, dengan lisensi gratis untuk menganalisis dengan batasan 1300 nodes/titik elemen. Analisis metode elemen hingga dilakukan untuk mengetahui besar nilai tegangan dan *displacement* / defleksi yang terjadi pada balok. Berikut pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 adalah contoh proses analisis numeris menggunakan program LisaFEA 8.0.



Gambar 4. Hasil pembagian/deskretisasi balok yang telah digambar pada FreeCAD untuk dianalisis menggunakan metode elemen hingga



Gambar 5. Hasil analisis yang dilakukan menggunakan program LisaFEA, diperoleh nilai tegangan yang terjadi pada balok kantilever *castellated* non-prismatis



Gambar 6. Hasil analisis yang dilakukan menggunakan program LisaFEA, diperoleh nilai *displacement/defleksi* yang terjadi pada balok kantilever *castellated* non-prismatis

### 3.3 Peubah yang Diamati/Diukur

Beberapa variabel yang diamati, diukur, dan dianalisis adalah sebagai berikut.

#### 1. Perpindahan / *Displacement*

Perpindahan / defleksi diukur untuk setiap variasi dan akan dibandingkan nilainya. Semakin kecil nilai defleksi yang terjadi pada balok dengan pemberian gaya yang sama, semakin kuat balok tersebut dan semakin disarankan menggunakan variasi tersebut di lapangan.

2. Tegangan yang terjadi pada balok

Tegangan pada balok kantilever *castellated* merupakan manifestasi dari kemampuan baja dalam menahan gaya-gaya yang diberikan. Semakin kecil nilai tegangan yang terjadi pada balok akibat pemberian gaya dibandingkan dengan tegangan izinnnya, maka semakin baik dan kuat balok dengan variasi bukaan tersebut.

3. Jumlah baja yang menjadi limbah dalam potongan balok

Pada pemotongan baja untuk menjadikan balok sebagai *castellated*, terdapat beberapa baja yang dibuang karena hasil pemotongan. Pada penelitian ini akan diukur pula jumlah limbah yang dihasilkan akibat pemotongan dan semakin kecil limbah yang dihasilkan, semakin efektif penggunaan baja yang digunakan.

### 3.4 Model yang Digunakan

Berikut pada Tabel 1 diberikan seluruh variasi yang akan dilakukan pada benda uji balok kantilever *castellated*. Dari hasil variasi tersebut, didapatkan jumlah total sampel yang dihasilkan adalah sebanyak 144 buah sampel. Dari sampel-sampel ini, akan dibandingkan berdasarkan 3 hal, yaitu perpindahan, tegangan, dan jumlah limbah yang dihasilkan. Dari nilai-nilai tersebut akan dibuat grafik perbandingannya.

Tabel 1. Jenis variasi-variasi perlakuan pada model yang digunakan

Bentang (m)	Sudut ( $^{\circ}$ )	Jarak Bukaan	Dimensi Lubang (mm)
2	45	Tergantung pada diameter, akan dilakukan 3 variasi	50
2.5	50		75
3	55		100
3.5	60		

### 3.5 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan satu per satu untuk setiap variasi. Data yang dikumpulkan berupa tinggi profil yang dihasilkan untuk kedua sisi non-prismatis, nilai perpindahan yang dihasilkan, tegangan yang terjadi pada balok, dan limbah yang

dihasilkan akibat pemotongan. Pengumpulan data dilakukan menggunakan program pengolahan data Microsoft Excel untuk dibuat menjadi sebuah grafik.

Analisis yang digunakan merupakan analisis numeris yaitu berupa analisis metode elemen hingga. Analisis ini menggunakan elemen solid tetrahedron dengan jumlah nodal 10 buah agar ketelitian hasil analisis lebih tinggi. Analisis ini sudah otomatis dilakukan pada program LisaFEA versi 8.0 yang digunakan dalam penelitian ini.

Selain itu untuk survey di lapangan dalam memantau penggunaan profil non-primastis, penggunaan kantilever, maupun penggunaan profil baja *castellated* dilakukan dengan mengumpulkan data-data dari lapangan berupa gambar dan komunikasi pribadi untuk dibandingkan sebagai salah satu literatur dalam penelitian ini.

## BAB 4. PROGRESS KEGIATAN, HASIL, DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian hibah UMY program kemitraan mahasiswa ini telah hampir selesai dilaksanakan. Kegiatan yang sudah selesai terlaksana adalah sebagai berikut.

1. Tugas Akhir mahasiswa atasnama Beta Satria Jagad dan Aris Susanti sudah selesai dan mahasiswa sudah wisuda
2. Hasil penelitian sudah selesai dan didapatkan hasil bahwa balok castellated kantilever cukup efektif sebagai alternatif penggunaan dalam struktur kantilever

Dalam penelitian ini, sudah tercapai 70% kegiatan, kekurangan 30% adalah publikasi ilmiah. Publikasi ilmiah direncanakan dalam 2 paper, yaitu jurnal nasional yang masih dalam tahap penulisan serta konferensi internasional. Paper pada konferensi internasional ini sudah ditulis dan sudah disubmit (draft paper terlampir), dan saat ini sedang menunggu proses review penerimaan paper yaitu pada the 7th Annual International Conference-International Conference on Multidisciplinary Research 2017 on Science & Engineering dengan judul "*Stress and Deformation Analysis of Non-Prismatic Cantilever Castellated Beam with Hexagonal Openings using Finite Element Method*".

## BAB 5. BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

### 4.1 Biaya Pelaksanaan

Berikut pada Tabel 2 dirangkumkan biaya pelaksanaan secara umum.

Tabel 2. Biaya pelaksanaan

No	Jenis Pengeluaran	Biaya yang diusulkan (Rp)
1	Gaji dan Upah	Rp 2,000,000.00
2	Bahan habis pakai dan peralatan	Rp 2,500,000.00
3	Perjalanan	Rp 1,500,000.00
4	Publikasi, seminar, laporan	Rp 1,500,000.00
Jumlah		Rp 7,500,000.00

## 4.2 Jadwal Pelaksanaan

Berikut pada Tabel 3 adalah rancangan jadwal pelaksanaan penelitian.

Tabel 3. Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4				Bulan 5					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Penulisan Awal Laporan	■																					
2	Pencarian Literatur lebih lanjut	■	■																				
3	Peninjauan lapangan			■	■																		
4	Penggambaran model benda uji di laboratorium				■	■	■	■	■	■	■												
5	Proses perhitungan numeris pada program									■	■	■	■										
6	Proses pengambilan data hasil analisis dari program											■	■	■	■								
7	Analisis data dengan membandingkan data													■	■	■	■						
8	Pembuatan Laporan Akhir														■	■	■	■					
9	Pembuatan naskah publikasi															■	■	■	■				
10	Pembuatan tugas akhir oleh mitra mahasiswa									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
11	Publikasi dalam bentuk jurnal / seminar																	■	■	■	■		

Keterangan :

- = Telah selesai
- = masih dalam pengerjaan

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anupriya, B., Jagadeesan, K. 2014. Shear Strength Of *Castellated* Beam With And Without Stiffeners Using FEA (Ansys 14). *International Journal of Engineering and Techonogy (IJET)*. Vol 6. No. 4. Pp. 1970-1981
- Durif, S., Bouchair, A. 2012. Behavior of cellular beams with sinusoidal openings. *Procedia Engineering, Steel Structures and Bridges 2012, Vol 40*. Pp. 108-113.
- Muhtarom, A. 2015. Studi Perilaku Balok Kastela Bentang Pendek dengan Variasi Dimensi Lubang Heksagonal Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Cantilever*. Vol. 4 no. 1. Pp. 7-13
- Wakchaure, M.R., Sagade, A.V. 2012. Finite element analysis of *castellated* steel beam. *International Journal of Engineering and Innovative Techonogy (IJEIT)*. Vo 4 No. 1. Pp. 365-372

### LAMPIRAN 1. Justifikasi Anggaran Penelitian

<b>1</b>	<b>Gaji dan Upah</b>			
a	Ketua	1 orang	Rp 700,000.00	Rp 700,000.00
b	Anggota 1	1 orang	Rp 700,000.00	Rp 700,000.00
c	Mahasiswa Mitra	2 orang	Rp 300,000.00	Rp 600,000.00
<b>2</b>	<b>Bahan habis pakai dan peralatan</b>			
a	Sewa alat pengolah data 2 buah	1 buah	Rp 1,500,000.00	Rp 1,500,000.00
b	Sewa Laboratorium	1 kali	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00
c	Sewa alat pengambil data visual di lapangan	1 buah	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00
<b>3</b>	<b>Perjalanan</b>			
a	Perjalanan peninjauan ke lapangan	2 orang	Rp 250,000.00	Rp 500,000.00
b	Perjalanan seminar / publikasi	4 orang	Rp 250,000.00	Rp 1,000,000.00
<b>4</b>	<b>Publikasi, seminar, laporan</b>			
a	Pendaftaran Publikasi / Seminar	2 buah	Rp 500,000.00	Rp 1,000,000.00
b	Kertas penulisan laporan, jilid, scan, alat tulis kantor	1 paket	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00
Jumlah				Rp 7,500,000.00

**LAMPIRAN 2. Susunan Organisasi Tim Peneliti Dan Pembagian Tugas**

No	Nama	Dosen/Mahasiswa	NIDN / NIM	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Taufiq Ilham Maulana, ST., M.Eng. (Ketua)	Dosen (Ketua)	0504099401	UMY	Teknik Sipil	12	Mengatur jalannya penelitian agar sesuai dengan rencana yang telah dibuat dan membimbing secara langsung mahasiswa dalam penelitian
2	Bagus Soebandono, ST., M.Eng.	Dosen (Anggota 1)	0513058101	UMY	Teknik Sipil	10	Menulis catatan harian, laporan akhir, dan ikut membantu dalam penulisan naskah publikasi
3	Beta Satria Jagad	Mahasiswa (Mitra 1)	20130110413	UMY	Teknik Sipil	12	Melaksanakan penelitian sebagai materi tugas akhir dengan menggunakan variasi pertama
4	Aris Susanti	Mahasiswa (Mitra 2)	20130110400	UMY	Teknik Sipil	12	Melaksanakan penelitian sebagai materi tugas akhir dengan menggunakan variasi kedua

### LAMPIRAN 3. Biodata Ketua Dan Anggota

#### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Taufiq Ilham Maulana, ST., M.Eng.
2	Jenis Kelamin	L/P
3	<del>NIP/NIK/Identitas lainnya</del>	19940904201604 123 093
4	NIDN (jika ada)	0504099401
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Surakarta, 4 September 1994
6	E-mail	taufiq.im@ft.umy.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	085642220694
8	Nama Institusi Tempat Kerja	Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
9	Alamat Kantor	Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto Kasihan Bantul DIY
10	Nomor Telepon/Faks	0274-387656

#### B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Gadjah Mada	Universitas Gadjah Mada
Bidang Ilmu	Teknik Sipil dan Lingkungan	Teknik Sipil
Tahun Masuk-Lulus	2010-2014	2013-2016
Judul Skripsi/Tesis	Perancangan Ulang Struktur Gedung dengan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-2847-2013 (Studi Kasus Gedung 5 Lantai dan 6 Lantai Palagan Gallery Hotel Yogyakarta)	Perilaku Lentur Balok <i>Castellated</i> Modifikasi Komposit Mortar dengan Penyambung Tulangan Baja Terhadap Beban Siklik
Nama Pembimbing	Prof. Ir. Iman Satyarno, M.E., Ph.D.	Prof. Ir. Iman Satyarno, M.E., Ph.D.

#### C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, dan Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Sumber	Jml (juta)

**D. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1	Teknologi Pemanen Kabut ( <i>Fog Harvesting</i> ) Sebagai Solusi Mengatasi Masalah Kekeringan Pada Dataran Tinggi	Prosiding Elektronik PIMNAS	1/1/2013
2	Penanggulangan Bencana Demam Berdarah Dengue dengan Cara Reka Ulang Bak Air Bangunan	Jurnal Penanggulangan Bencana BNPB	4/2/2013

**E. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Nama Temu ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat

**F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	-			

**G. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir**

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	-			

**H. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya  
dalam 10 Tahun Terakhir**

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1	-			

**I. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)**

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak- sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Program Penelitian Kemitraan.

Yogyakarta, 28 September 2016

Ketua Pengusul,

(Taufiq Ilham Maulana, ST., M.Eng.)

**A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Bagoes Soebandono, ST., M.Eng.
2	Jenis Kelamin	L/P
3	<del>NIP/NIK/Identitas lainnya</del>	19810513201010 123 059
4	NIDN (jika ada)	0513058101
5	Tempat dan Tanggal Lahir	13 Mei 1981
6	E-mail	bagoes_soe@yahoo.com
7	Nomor Telepon/HP	081228128008
8	Nama Institusi Tempat Kerja	Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
9	Alamat Kantor	Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto Kasihan Bantul DIY
10	Nomor Telepon/Faks	0274-387656

**B. Riwayat Pendidikan**

	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Gadjah Mada	Universitas Gadjah Mada
Bidang Ilmu	Teknik Sipil dan Lingkungan	Teknik Struktur
Tahun Masuk-Lulus		2004-2008
Judul Skripsi/Tesis		Perbaikan balok beton bertulang dengan metode JACKETING dengan ferosemen akibat beban siklik pada beban ultimate
Nama Pembimbing		Dr.-Ing.Ir. Andreas Triwiyono

**C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir**

(Bukan Skripsi, Tesis, dan Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Sumber	Jml (juta)

**D. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1	Perbaikan Balok Beton Bertulang dengan Metode <i>Jacketing</i> dengan Bahan Ferosemen Akibat Beban Siklik pada Beban Ultimit	Jurnal Ilmiah “Semesta Teknika”	Vol. 14, No.2, 186-197, 2011
2	Prilaku Kuat tekan dan Kuat tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE	Jurnal Ilmiah “Semesta Teknika”	Vol. 16, No. 1, Mei 2013

#### E. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Temu ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat

#### F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	-			

#### G. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	-			

#### H. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1	-			

**I. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)**

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak- sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Program Penelitian Kemitraan.

Yogyakarta, 28 September 2016

Anggota Pengusul,

(Bagus Soebandono, ST., M.Eng.)

#### LAMPIRAN 4. Surat Pernyataan Ketua Peneliti

##### SURAT PERNYATAAN KETUA PENELITI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Taufiq Ilham Maulana, ST., M.Eng.  
 NIDN : 0504099401  
 Pangkat/Golongan : -  
 Jabatan Fungsional : -

Dengan ini menyatakan bahwa proposal saya dengan judul:

**Studi Balok Kantilever *Castellated* Bukaan Heksagonal Penampang Non-Prismatis dengan Metode Elemen Hingga (Variasi Sudut Lubang, Jarak Lubang, Diameter Lubang, Dan Panjang Bentang)**

yang diusulkan dalam skema Penelitian Kemitraan untuk tahun anggaran 2016/2017 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penugasan yang sudah diterima ke LP3M.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 28 September 2016

Mengetahui,

Yang menyatakan,

Dekan Fakultas Teknik UMY,

Jazaul Ikhsan, ST., MT., Ph.D.  
 NIK. 19720524199804 123 037

Taufiq Ilham Maulana, ST., M.Eng.  
 NIK. 19940904201604 123 093