

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL BATU  
KARANG DAN WAKTU TAHAN (*HOLDING TIME*)  
TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT  
POLIPROPILEN**



**Disusun oleh:**  
**Ridho Deni Subekti**  
**1421700116**

**Alfan Nur Charisma**  
**1421700122**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2021**

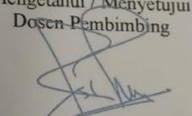
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

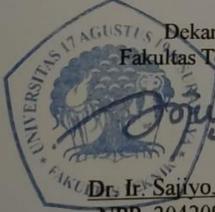
---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

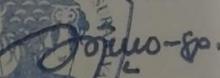
NAMA	:	ALFAN NUR CHARISMA	(1421700122)
	:	RIDHO DENI SUBEKTI	(1421700116)
PROGRAM STUDI	:	TEKNIK MESIN	
FAKULTAS	:	TEKNIK	
JUDUL	:	PENGARUH UKURAN PARTIKEL BATU KARANG DAN WAKTU TAHAN ( <i>HOLDING TIME</i> ) TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT POLIPROPILEN	

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing

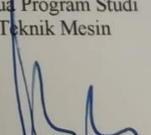
  
I Made Kastiawan, S.T., M.T.  
NIP. 196802202005011001



Dekan  
Fakultas Teknik

  
Dr. Ir. Sajyo, M.Kes.  
NPP. 20420900197

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

  
Ir. Ichlis Wahid, M.T.  
NPP. 20420000207

iii

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL BATU KARANG DAN WAKTU TAHAN  
(HOLDING TIME) TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT  
POLIPROPILEN**

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.



 UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. Semolowaru 45 Surabaya  
Tlp. 031 593 1800 (ex.311)  
Email: perpustakaan@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alfian Nur Charisma  
NBI : 1421700122  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

Pengaruh Ukuran Partikel Batu Karang dan Waktu Tahan ( *Holding Time* ) Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polipropilen

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum nama saya sebagai penulis.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada Tanggal :

Yang Menyatakan,

  
METERAI TEMPEL  
72B97AJX336491486

( Alfian Nur Charisma )

v

**LEMBAR PERSEMBAHAN  
DAN KATA MUTIARA**

Saya ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya tugas akhir ini. Dan tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, yaitu Bpk. Sukadi dan Ibu Sulistyowati yang telah memberi napas pada setiap penulisan.

“Apabila di dalam diri seseorang masih ada ras malu dan takut untuk berbuat kebaikan, maka jaminannya ia tidak akan bertemu dengan kemajuan selangkahpun”.

Bung Karno

## ABSTRAK

### **PENGARUH UKURAN PARTIKEL BATU KARANG DAN WAKTU TAHAN (HOLDING TIME) TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT POLIPROPILEN**

*Pemanfaatan material komposit memiliki perkembangan dalam beberapa waktu belakangan ini, dimana penggunaan barang sehari-hari maupun industri tidak jauh dari material komposit. Komposit merupakan suatu material kombinasi dari dua atau lebih material pembentuk, yang mana material satu dengan material lainnya memiliki perbedaan sifat mekanik..*

*Dalam pembuatan material komposit tahapan yang dilakukan pertama adalah membuat serbuk batu karang berukuran mesh 200-250, 250-300 dan 300-350. Selanjutnya polipropilen dilelehkan dengan temperatur 170°C, mencampurkan polipropilen presentase berat 90% dan serbuk batu karang 10%. Kemudian dilakukan proses pengadukan selama 20 menit berkecepatan 30 rpm dan dilakukan pencetakan komposit dengan penekanan 25 kgf/cm<sup>2</sup> selama 5 menit. Setelah itu melakukan pembentukan spesimen dengan ASTM D638-03 untuk pengujian tarik, ASTM D790-07 untuk pengujian bending dan ASTM D265-03 untuk pengujian impak. Tahapan berikutnya, melakukan uji SEM untuk melihat struktur permukaan setelah dilakuakan pengujian sifat mekanik.*

*Pada penelitian ini, memeberikan hasil bahwa nilai kekuatan komposit polipropilen dan serbuk batu karang tertinggi diperoleh pada mesh 250-300 dengan waktu penahanan 10 menit sebesar 31.40 MPa pada pengujian tarik, nilai tersebut melebihi nilai kekuatan tarik polipropilen murni, yaitu sebesar 29.31 MPa. Pada ukuran partikel 250-300 diperoleh, semakin lama waktu penahanan yang diberikan mengakibatkan meningkatnya nilai tegangan tarik maupun tegangan bending.*

***Kata kunci : komposit polimer, polipropilen, serbuk batu karang, uji sifat mekanik, uji SEM***

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF CORAL REEF PARTICLE SIZE AND HOLDING TIME ON MECHANICAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE COMPOSITE

*The use of composite materials has developed in recent times, where the use of daily and industrial goods is not far from composite materials. Composite is a material combination of two or more forming materials, where one material with another material has different mechanical properties.*

*In the manufacture of composite materials, the first step is to make rock powder with mesh sizes of 200-250, 250-300 and 300-350. Next, the polypropylene was melted at a temperature of 170 °C mixing 90% polypropylene by weight percentage and 10% coral powder. Then the stirring process was carried out for 20 minutes with a speed of 30 rpm and composite molding was carried out with an emphasis of 25 kgf/cm<sup>2</sup> for 5 minutes. After that, the specimens were formed using ASTM D638-03 for tensile testing, ASTM D790-07 for bending testing and ASTM D265-03 for impact testing. The next step is to perform SEM test to see the surface structure after testing the mechanical properties.*

*In this study, the results showed that the highest strength value of polypropylene and coral powder composites was obtained at 250-300 mesh with a holding time of 10 minutes at 31.40 MPa in tensile testing, this value exceeded the tensile strength value of pure polypropylene, which was 29.31 MPa. At a particle size of 250-300 obtained, the longer the given holding time resulted in an increase in the value of the tensile stress and bending stress.*

**Key words:** *polymer composites, polypropylene, coral reef, mechanical property test, SEM test*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucap puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena atas ridho dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul Dampak Ukuran Partikel Seruk Batu Karang dan Waktu Tahan ( *Holding Time* ) Sebagai Penguat Komposit Polipropilen Terhadap Sifat Mekanik. Maksud dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan program Studi Strata 1 pada Jurusan Teknik Mesin di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Selain itu, penulis juga dapat mencoba menerapkan dan membandingkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dibangku kuliah dengan kenyataan yang ada di lingkungan kerja.

Penulis merasa bahwa dalam menyusun Proposal Tugas Akhir ini masih menemui beberapa kesulitan dan hambatan, disamping itu juga menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan lainnya. Maka dari itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Menyadari menyusun Proposal Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan serta do'a, baik materi maupun moril selama ini. Terutama pada Ibu, yang telah melahirkan saya dan membimbing sedari saya belum mengerti apa-apa
2. Bapak I Made Kastiawan, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing yang telah bersedia untuk meluangkan waktu membimbing, memeriksa dan memberikan petunjuk-petunjuk serta saran dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir
3. Bapak Ir. Ichlas Wahid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Seluruh staf Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah membantu penulis dalam proses peminjaman buku
5. Rekan-rekan Bantengan Volleyball yang selama ini memberikan semangat dan mengingatkan olahraga selama proses pembuatan Proposal Tugas Akhir
6. Sahabat Tim Saling Untung karena telah memeberikan kritik dan saran serta membantu diskusi dalam hal apapun

7. Seluruh rekan di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya khususnya jurusan Teknik Mesin Angkatan 2017 yang telah menemani proses belajar selama kuliah
8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, karena telah banyak membantu selama ini.

Akhir kalimat, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala amal budi serta kabaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir dan semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 12 Juni 2021  
Penulis

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Abstrak.....	iii
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Tabel.....	xii

## **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Komposit .....	4
2.2 Klarifikasi Material Komposit .....	6
2.3 Unsur-Unsur Utama Pembentuk Komposit .....	7
2.4 Polipropilen .....	8
2.5 Batu Karang.....	9
2.6 Sifat Mekanik.....	9
2.7 Kekuatan Tarik Komposit .....	10
2.8 Kekuatan Bending Komposit.....	11
2.9 Kekuatan Impak Komposit .....	13
2.10 Morfologi .....	9
2.11 Prinsip Kerja Mikrostruktur SEM.....	15

## **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Rencana Penelitian .....	16
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	17
3.3 Penjelasan Alur Penelitian.....	19
3.4 Data dan Analisa .....	26
3.5 Kesimpulan.....	26

## **BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Variabel Penelitian .....	27
4.2 Perhitungan Data.....	31
4.3 Analisa Sifat Mekanik .....	47
4.4 Analisa Morfologi .....	51

---

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran.....	58

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>62</b>
-----------------------	-----------

## LAMPIRAN

### A. Proses pembuatan serbuk batu karang



Batu karang



Pengumpulan batu karang



Pencucian batu karang



Pengeringan di ruang terbuka



Pengeringan menggunakan pemanas



Pengeringan dilakukan pada suhu 110 °C



Batu karang dimasukkan di mesin crusher



Batu karang diayak



Serbuk batu karang

B. Mempersiapkan alat dan bahan



Pembelian  
Polipropilen



Penyiapan serbuk batu  
karang



Pembuatan dan  
perbaikan cetakan



Persiapan ruang  
kerja

C. Melelehkan polipropilen pada temperatur 170°C



Polipropilen  
ditakar dengan  
berat 630 gram

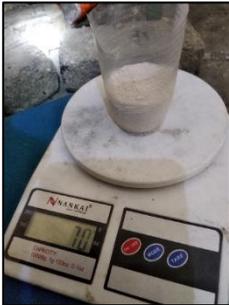


Polipropilen  
sedang dilakukan  
proses pelelehan



Panel mixer  
menunjukkan suhu  
pelelehan

D. Mencampurkan serbuk batu karang 10%, diaduk selama 20 menit dengan kecepatan 30 rpm



Serbuk batu karang ditakar dengan berat 70 gram



Mesin mixer sedang mengaduk polipropilen dan serbuk batu karang

E. Mencetak spesimen uji dengan penekanan  $25 \text{ kgf/cm}^2$  selama 5 menit



Adonan komposit dialirkan ke cetakan



Proses penekanan dengan dongkrak



Spesimen hasil dari penekanan

F. Pembentukan spesimen uji sesuai standart ASTM



Pembentukan spesimen menggunakan mesin milling



Spesimen siap uji

### G. Menguji Spesimen



Foto mesin uji tarik yang digunakan menguji spesimen



Foto mesin uji bending yang digunakan menguji spesimen



Persiapan sebelum proses uji impak



Foto mesin uji impak yang digunakan menguji spesimen

H. Hasil data pengujian tarik



**LABORATORIUM BAHAN TEKNIK**  
**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI**  
**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**HASIL PENGUJIAN TARIK**

No.	Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Pmax (KN)	$\Delta L$ (mm)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)	Mod. Elastisitas (MPa)
1	PP Murni-1	4,10	4,40	0,70	0,50	38,80	0,76	5098,67
2	PP Murni-2	4,10	4,40	0,47	0,70	26,05	1,07	2434,11
3	PP Murni-5	3,70	4,10	0,35	0,80	23,07	1,23	1877,47
4	200-250 0-1	4,60	4,60	0,43	0,30	20,32	0,46	4409,74
5	200-250 0-2	4,70	4,30	0,55	0,30	27,21	0,46	5923,64
6	200-250 0-3	3,90	4,30	0,59	0,50	35,18	0,76	4615,86
7	200-250 5-16	4,10	4,10	0,50	0,60	29,74	0,92	3247,08
8	200-250 5-18	3,90	4,30	0,45	0,80	26,83	1,23	2190,30
9	200-250 5-19	4,50	4,30	0,30	0,30	15,50	0,46	3354,01
10	200-250 10-31	4,40	4,60	0,35	0,60	17,29	0,92	1876,24
11	200-250 10-32	3,90	4,90	0,53	0,80	27,73	1,23	2256,87
12	200-250 10-33	4,30	4,70	0,54	0,90	26,72	1,38	1938,64
13	250-300 0-1	4,60	4,10	0,24	0,40	12,73	0,62	2064,69
14	250-300 0-2	4,60	4,10	0,43	0,80	22,80	1,24	1841,07
15	250-300 0-3	4,10	3,90	0,30	0,50	18,76	0,77	2424,02
16	250-300 5-16	4,90	4,50	0,20	0,60	9,07	0,93	975,06
17	250-300 5-17	4,10	4,10	0,55	0,90	32,72	1,40	2341,20
18	250-300 5-18	3,70	4,10	0,46	0,40	30,32	0,62	4889,58
19	250-300 10-31	4,80	3,90	0,64	0,40	34,19	0,61	5564,10
20	250-300 10-32	3,90	4,10	0,49	0,40	30,64	0,61	5002,66
21	250-300 10-34	4,60	3,70	0,50	0,40	29,38	0,61	4803,17
22	300-350 0-1	4,10	4,80	0,48	0,80	24,39	1,23	1984,76
23	300-350 0-2	3,50	4,60	0,40	1,00	24,84	1,54	1617,39
24	300-350 0-3	4,40	4,40	0,42	0,40	21,69	0,61	3552,43
25	300-350 5-17	4,30	4,70	0,52	0,60	25,73	0,93	2765,96
26	300-350 5-18	4,30	4,30	0,37	0,30	20,01	0,46	4329,01
27	300-350 5-20	4,70	4,10	0,62	0,60	32,17	0,92	3480,19
28	300-350 10-32	3,90	3,90	0,46	0,30	30,24	0,46	6542,63
29	300-350 10-33	4,20	3,80	0,36	0,50	22,56	0,77	2932,33
30	300-350 10-34	4,90	4,10	0,37	1,10	18,42	1,70	1081,59

Keterangan:  
1. Pengujian menggunakan Universal Testing Machine  
2. Standar spesimen menggunakan ASTM D 638-03



Kampus : Jl. Grafika 2A Yogyakarta 55281

Lembar asli, tidak untuk digandakan

I. Hasil data pengujian bending



**LABORATORIUM BAHAN TEKNIK**  
**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI**  
**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**HASIL PENGUJIAN BENDING**

No.	Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Pmax (KN)	Defleksi (mm)	Tegangan Bending (MPa)
1	PP Murni-7	4,52	12,90	0,12	19,37	54,64
2	PP Murni-8	4,60	13,60	0,15	21,73	62,55
3	PP Murni-10	4,52	12,20	0,10	16,39	48,14
4	200-250_0-7	3,90	12,10	0,02	5,65	13,04
5	200-250_0-8	4,70	11,90	0,06	6,76	27,39
6	200-2250_0-9	4,40	12,90	0,08	7,38	38,44
7	200-250_5-21	4,90	12,76	0,03	4,91	11,75
8	200-250_5-22	4,60	12,50	0,03	4,11	13,61
9	200-250_5-23	4,60	12,50	0,04	4,83	18,15
10	200-250_10-36	4,60	12,90	0,08	14,10	35,17
11	200-250_10-38	4,60	13,30	0,08	12,17	34,11
12	200-250_10-39	4,70	13,90	0,09	9,32	35,17
13	250-300_0-6	4,90	13,90	0,06	5,76	21,57
14	250-300_0-7	4,60	12,60	0,08	5,35	36,01
15	250-300_0-8	4,60	12,50	0,06	4,77	27,22
16	250-300_5-21	4,30	12,20	0,05	7,76	26,60
17	250-300_5-22	4,60	12,90	0,11	7,14	48,36
18	250-300_5-23	4,60	13,10	0,09	6,56	38,96
19	250-300-10-36	4,10	12,96	0,07	8,45	38,56
20	250-300-10-37	3,10	12,50	0,06	10,39	59,94
21	250-300-10-39	4,10	12,70	0,09	11,06	50,59
22	300-350_0-6	4,70	13,60	0,11	7,84	43,94
23	300-350_0-7	4,50	13,90	0,11	6,32	46,90
24	300-350_0-10	3,90	13,40	0,12	12,10	70,65
25	300-350_5-21	4,20	12,90	0,09	7,09	47,46
26	300-350_5-22	4,70	12,90	0,11	13,20	46,32
27	300-350_5-23	4,10	13,10	0,10	11,40	54,49
28	300-350_10-36	4,80	13,10	0,11	5,61	43,73
29	300-350_10-37	4,50	13,80	0,11	15,01	47,24
30	300-350_10-39	4,40	13,90	0,12	15,01	53,51

Lembar asli, tidak untuk digandakan

*Keterangan:*  
1. Pengujian menggunakan Universal Testing Machine  
2. Standar spesimen menggunakan ASTM D 790-07

**Pengujian & Analisa Material**

Lab. Bahan Teknik  
Desain dan Teknik Mesin  
Sekolah Vokasi UGM

**Kampus : Jl. Grafika 2A Yogyakarta 55281**

J. Hasil data pengujian impact



**LABORATORIUM BAHAN TEKNIK**  
**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI**  
**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**HASIL PENGUJIAN IMPACT**

No.	Variasi Spesimen	Sudut $\alpha$ ( $^{\circ}$ )	Energi (J)	Sudut $\beta$ ( $^{\circ}$ )	Energi Terserap (J)	Luas ( $\text{mm}^2$ )	Harga Impact ( $\text{J}/\text{mm}^2$ )
1	PP Murni-11	30	21	29,00	1,4	82,6	0,017
2	PP Murni-12	30	21	29,00	1,4	83,8	0,016
3	PP Murni-13	30	21	29,50	0,7	82,2	0,008
4	200-250_0-11	30	21	29,50	0,7	80,6	0,009
5	200-250_0-12	30	21	29,50	0,7	83,6	0,008
6	200-250_0-13	30	21	29,50	0,7	79,6	0,009
7	200-250_5-26	30	21	29,60	0,6	77,4	0,007
8	200-250_5-27	30	21	29,00	1,4	76,6	0,018
9	200-250_5-28	30	21	29,60	0,6	78,6	0,007
10	200-250_10-41	30	21	29,00	1,4	77,0	0,018
11	200-250_10-42	30	21	29,50	0,7	81,8	0,008
12	200-250_10-43	30	21	29,50	0,7	80,2	0,009
13	250-300_0-11	30	21	29,50	0,7	80,2	0,009
14	250-300_0-13	30	21	29,50	0,7	77,8	0,009
15	250-300_0-14	30	21	29,50	0,7	88,1	0,008
16	250-300_5-26	30	21	29,50	0,7	78,9	0,009
17	250-300_5-27	30	21	29,50	0,7	80,2	0,009
18	250-300_5-28	30	21	29,50	0,7	80,2	0,009
19	250-300_10-41	30	21	29,50	0,7	86,9	0,008
20	250-300_10-42	30	21	29,70	0,4	77,4	0,005
21	250-300_10-43	30	21	29,70	0,4	81,8	0,005
22	300-350_0-11	30	21	29,70	0,42	81,8	0,005
23	300-350_0-12	30	21	29,70	0,42	77,0	0,005
24	300-350_0-13	30	21	29,10	1,24	85,9	0,014
25	300-350_5-26	30	21	29,70	0,42	89,3	0,005
26	300-350_5-27	30	21	29,50	0,69	74,7	0,009
27	300-350_5-28	30	21	29,70	0,42	77,8	0,005
28	300-350_10-41	30	21	29,70	0,42	80,2	0,005
29	300-350_10-42	30	21	29,50	0,69	81,0	0,009
30	300-350_10-43	30	21	29,70	0,42	87,0	0,005

Lembar asli, tidak untuk digandakan

*Keterangan :*

- Menggunakan metode Charpy
- Standar benda uji mengacu ASTM D 256-03

**Pengujian & Analisa**  
**Materi**

Lab. Bahan Teknik  
Departemen Teknik Mesin  
Sekolah Vokasi UGM

Kampus : Jl. Grafika 2A Yogyakarta 55281

