

PENGARUH VARIASI TEKANAN INJEKSI TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT Matrik *POLYPROPYLENE* DENGAN PENGUAT SERAT AMPAS TEBU PADA PROSES *INJECTION MOULDING*

(INFLUENCE OF INJECTION PRESSURE VARIATION ON THE TENSILE STRENGTH OF *POLYPROPYLENE* MATRIX COMPOSITES WITH BAGASSE FIBER REINFORCEMENT ON THE INJECTION MOLDING PROCESS)

Bayu Nugroho P., Dedi Dwi Laksana, Sumarji
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-Mail: dwilaksana@yahoo.com

Abstrak

Pada masa sekarang, plastik mulai banyak diminati masyarakat. Hal ini selain disebabkan faktor kebutuhan yang makin menuntut efisiensi dimana-mana, juga adanya kemajuan teknologi. Salah satu teknologi untuk pemrosesan plastik adalah dengan *injection molding*. Proses *injection moulding* adalah proses pembentukan produk dengan cara memasukkan atau menginjeksikan material ke dalam cetakan yang tertutup rapat dengan tekanan dan kecepatan tertentu. Dalam *injection moulding* terdapat banyak sekali parameter yang dapat mempengaruhi hasil injeksi. Diantaranya adalah *holding time*, *inject time*, *cooling time*, *mould temperature* dan masih banyak lagi. Dalam penelitian ini membahas tentang pengaruh variasi tekanan injeksi terhadap kekuatan tarik komposit matriks polypropylene dengan penguat serat ampas tebu pada proses *injection moulding*. bahan yang digunakan adalah polipropilina 95% dan 5% serat ampas tebu dan memvariasikan tekanan injeksi sebesar 7 bar, 8 bar dan 9 bar dengan 6 kali pengulangan. hasil dari penelitian ini bahwa hasil kekuatan tarik tertinggi adalah pada variabel tekanan injeksi 9 bar dengan nilai kekuatan tarik 1,27 N/mm² dan nilai keuletan tarik 2,42% dan mempunyai nilai rata – rata kekuatan tarik sebesar 1,03 N/mm². Sedangkan nilai terendah pada variabel tekanan injeksi 7 bar dengan nilai kekuatan tarik sebesar 0,69 N/mm² dan di dapat nilai keuletan tarik 0,60% dan mempunyai nilai rata – rata kekuatan tarik sebesar 0,74 N/mm². Jadi variasi tekanan injeksi dalam mesin injeksi moulding sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit.

Kata kunci: Injeksi Moulding, Polipropilina, Kekuatan Tarik, Ampas Tebu, Tekanan Injeksi

Abstract

Now, the plastic started attracted many people. This is attributed to the increasingly demanding needs of factor efficiency everywhere, also the advancement of technology. One technology for plastics processing is by injection molding. Injection molding process is the process of formation of products by introducing or injecting material into the mold sealed with pressure and a certain speed. In injection molding there are many parameters that can affect the results of the injection. Among them is the holding time, inject time, cooling time, mold temperature and much more. This research discusses the influence of injection pressure variation on the tensile strength of polypropylene matrix composites with bagasse fiber reinforcement on the injection molding process. Polypropylene materials used are 95% and 5% bagasse fiber and varying the injection pressure of 7 bar, 8 bar and 9 bar with 6 repetitions. the results of this study that the highest tensile strength results in a variable injection pressure is 9 bar with a value of 1.27 N/mm² tensile strength and tensile ductility values of 2.42% and has a value - average tensile strength of 1.03 N/mm². While the lowest value in the variable injection pressure 7 bar with a value of 0.69 N/mm² tensile strength and tensile ductility values to 0.60% and has a value - average tensile strength of 0.74 N/mm². so variations in injection pressure injection molding machine affects the tensile strength of the composite

Keywords: injection molding, Polypropylene, tensile strength, bagasse, injection pressure

PENDAHULUAN

Pada masa sekarang, plastik mulai banyak diminati masyarakat. Hal ini selain disebabkan faktor kebutuhan juga semakin menuntutnya efisiensi kemajuan teknologi dalam

bidang rekayasa material maupun teknologi manufaktur dari material itu sendiri. Plastik bahkan banyak dipakai untuk menggantikan bahan logam. Hal ini disebabkan plastik dikenal sebagai suatu bahan serbaguna, ekonomis, dapat didaur ulang dan banyak digunakan untuk berbagai macam

produk. Dengan berkembangnya jaman saat ini, produsen – produsen menambahkan serat pada pembuatan plastic untuk mengurangi biaya produksi plastik dengan penambahan serat alam yang harganya lebih murah.[1]

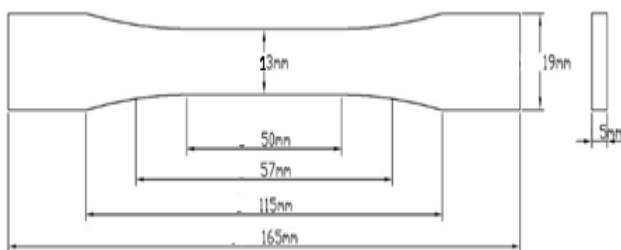
Di samping itu sifat plastik yang paling menonjol saat ini adalah sifat mampu bentuknya yang lebih baik dibanding logam. Produk plastik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari banyak diproses dengan mesin *injection moulding*. [2]

Proses *injection moulding* ini berkecepatan tinggi, otomatis dan sangat fleksibel karena dapat digunakan untuk memproduksi komponen elektronik yang sangat kecil, peralatan medis maupun untuk memproduksi peralatan otomotif yang sangat besar atau komponen konstruksi bangunan sekalipun. Dalam proses pencetakan plastik, material plastik yang akan dipakai adalah jenis *polypropylene* (PP). Pengolahan material plastik ini dilakukan menggunakan mesin *injection moulding*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh tekanan injeksi terhadap kekuatan tarik komposit matrik *polypropylene* berpenguat ampas tebu pada proses *injection moulding*. Mengetahui struktur mikrokomposit matrik *polypropylene* akibat variasi tekanan injeksi

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah pembuatan komposit dengan menggunakan *polypropylene* sebagai matrik dan serat ampas tebu sebagai penguatnya. Kemudian memvariasikan tekanan injeksi di mesin *injection moulding* sebesar 7 bar, 8 bar, dan 9 bar dengan perbandingan 95% *Polypropylene* dan 5% serat Ampas Tebu. Pada penelitian pembuatan komposit ini memakai bantuan Mesin *injection moulding burkert standart* pengujian, dengan merk: *Burkert*, model : RN 350, tegangan listrik : 220volt/50 hz/600 watt, Tekanan mekanis : 10 bar, Suhu : 20°C - 450°C untuk proses pencetakannya. Sebelum pembuatan plastik pertama bahan atau material yang akan digunakan penelitian *Polypropylene* dan Serat Ampas Tebu ditimbang sesuai takaran yang dibuat penelitian sebesar 14,00 g.

Setelah itu pembuatan cetakan atau *mold* dengan mesin CNC yang sesuai standar ASTM D638-1 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Spesimen uji tarik (menurut ASTM D638-1, ASTM International SEDL

setelah pembuatan spesimen selesai dilanjutkan dengan pembuatan spesimen. Pertama mengatur suhu sebesar 180°C yang berada pada tombol indikator. Kemudian masukan bahan material ke dalam *hopper* mesin *injection moulding*. Tunggu hingga bahan material meleleh, tuas pada mesin

injection moulding ditekan secara bersamaan dengan tombol pneumatiknya untuk mendorong *nozzel* pada *barrel* masuk ke dalam cetakan. Setelah spesimen jadi, spesimen diuji tarik dengan Mesin Uji tarik *Universal Testing Machine*, dengan Model : Tm 113/3KN dan Merk : *Essom company limited* dengan pengulangan 6x setiap pengujian. Setelah mendapatkan nilai kekuatan tariknya, spesimen difoto dengan menggunakan kamera *Cannon 550D* dengan 18,1 *pixel* untuk mengetahui serat itu *pull out* atau *fiber break*. Kemudian spesimen diuji metalografi dengan menggunakan Mikroskop Metalografi *Olympus BX41M* untuk mengetahui *interface* pada spesimennya. Data hasil pengujian struktur mikro, diolah dengan menggunakan bantuan *software* untuk mengetahui pengaruh atau tidaknya penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

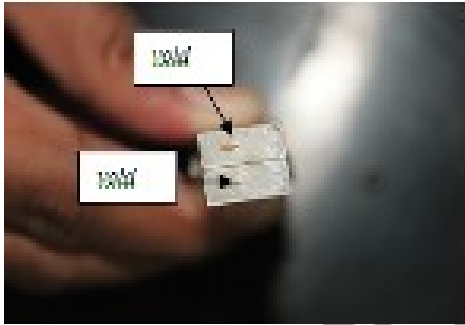
Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat data seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1

No.	Tekanan (bar)	Gaya (N)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Keuletan (%)
1	7	53	0,83	0,60
2		47	0,72	1,21
3		46	0,70	1,81
4		45	0,69	0,60
5		55	0,84	0,60
6		45	0,69	1,21
Jumlah		291	4,46	6,03
Rata-rata		48,5	0,74	1,005
Standart Daviasi			0,064	
1	8	50	0,76	1,21
2		50	0,76	1,21
3		54	0,83	1,81
4		56	0,86	0,60
5		58	0,89	1,81
6		54	0,83	1,81
Jumlah		322	4,93	8,45
Rata-rata		53,67	0,82	1,408
Standart Daviasi			0,052	
1	9	65	1,00	1,21
2		58	0,89	1,21
3		83	1,27	2,42
4		67	1,03	1,81
5		65	1,00	3,63
6		63	0,96	1,21
Jumlah		401	6,15	11,49
Rata-rata		68,83	1,03	1,915
Standart Daviasi			0,129	

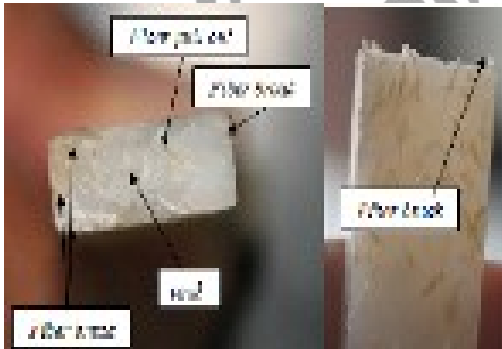
PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian tarik dan pengujian hipotesa menggunakan *software* SPSS, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh tekanan injeksi terhadap kekuatan tarik komposit yang dihasilkan. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui beban tarik maksimal yang mampu ditanggung oleh spesimen atau material uji. Spesimen dicekam pada alat uji tarik dan akan dikenai beban tarik hingga spesimen patah. Pada Tekanan Injeksi 7 Bar rata-rata kekuatan tarik yang dihasilkan sebesar $0,74 \text{ N/mm}^2$.



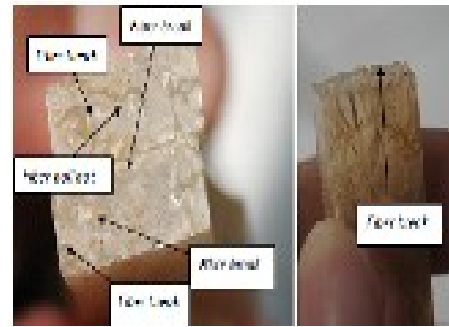
Gambar 2. Patahan Spesimen Tekanan 7 Bar

Pada Gambar 2. terlihat adanya *void* atau porositas pada spesimen Tekanan 7 Bar yang menyebabkan kekuatan tariknya paling rendah dibanding spesimen dengan Tekanan 8 bar, dan 9 bar.



Gambar 3. Patahan Spesimen Tekanan 8 Bar

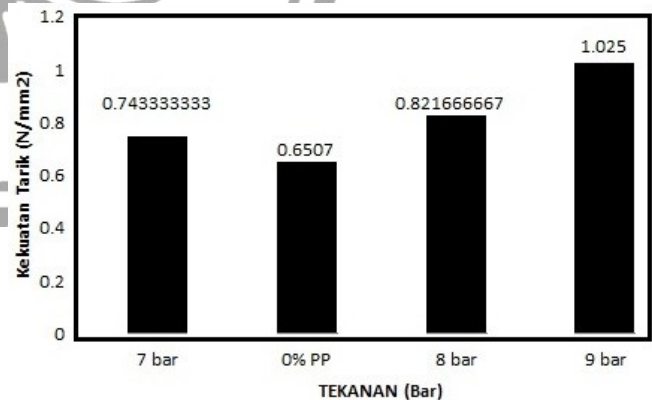
Pada spesimen dengan Tekanan 8 bar yaitu pada Gambar 3., rata-rata nilai kekuatan tarik meningkat menjadi $0,82 \text{ N/mm}^2$ dari nilai rata – rata kekuatan tarik sebelumnya yaitu sebesar $0,74 \text{ N/mm}^2$ atau meningkat sebesar 10,8%. Ini disebabkan karena adanya peningkatan tekanan injeksi sehingga pada waktu proses penginjeksian ke dalam *mold* atau cetakan, densitas material akan naik dan meningkatkan nilai keuletan sebesar 1,408% ini mengakibatkan kekuatan tariknya meningkat dibanding kekuatan tarik tekanan injeksi 7 bar. Berdasarkan penelitian Farid (2014) yang menggunakan jenis PP yang sama diperoleh nilai kekuatan tarik spesimen PP murni tanpa serat sebesar $0,6507 \text{ N/mm}^2$. Artinya terdapat peningkatan nilai kekuatan tarik akibat adanya penambahan serat [3]



Gambar 4. Patahan spesimen Tekanan 9 Bar.

Rata-rata kekuatan tariknya meningkat dari $0,82 \text{ N/mm}^2$ menjadi $1,03 \text{ N/mm}^2$ atau meningkat sebesar 25,6%. Hal ini disebabkan karena adanya peningkatan tekanan injeksi sehingga pada waktu proses penginjeksian ke dalam *mold* atau cetakan, densitas material akan naik dan meningkatkan nilai keuletan sebesar 1,915%. Terlihat pada Gambar 4. tidak adanya *void* atau rongga dan jumlah *fiber break* yang semakin banyak, dan hal ini mengakibatkan kekuatan tariknya meningkat dibanding kekuatan tarik tekanan injeksi 8 bar.

Nilai kekuatan tarik pada komposit sangat dipengaruhi oleh ikatan antara matriks dan penguatnya. Daya ikat komposit (*bonding strength*) mempengaruhi kekuatan komposit dalam menahan beban yang diberikan [4]. Ikatan antara matriks dan serat dapat dilihat pada fenomena *fiber break* dan *fiber pull out* setelah spesimen di uji tarik seperti pada pengamatan di atas baik struktur makro maupun struktur mikro. Serat yang memiliki kekuatan lebih besar dan mempunyai ikatan lebih baik akan terjadi *fiber breaking* dan serat yang memiliki kekuatan tarik dan ikatan dengan matrik lebih kecil akan terjadi *pull out* atau terlepasnya serat dari matrik. [5].



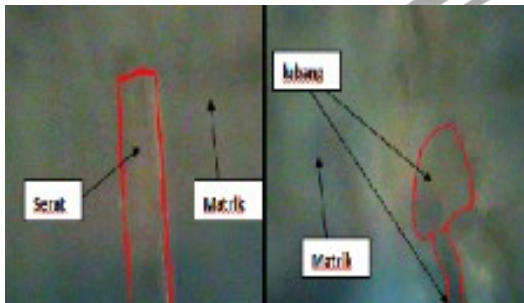
Gambar 5. Diagram Kekuatan Tarik Komposit Matrik *Polypropylene* terhadap Tekanan Injeksi

Terbukti pada Gambar 5. Tekanan Injeksi memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik. Tekanan injeksi yang tinggi akan menyebabkan material yang bersifat ulet sehingga tekanan injeksi yang tinggi juga akan membuat struktur pada material akan semakin rapat. Sehingga meningkatkan keuletan material tersebut, maka material tersebut akan memiliki keuletan yang tinggi.[6]

Pada penelitian ini dengan memvariasikan tekanan injeksi sebesar 7 bar, 8 bar dan 9 bar yang berbeda dengan penelitian sebelumnya mendapatkan kekuatan tarik tertinggi adalah pada variabel tekanan injeksi 9 bar dengan nilai kekuatan tarik $1,27 \text{ N/mm}^2$ dan nilai keuletan tarik $2,42\%$ dan mempunyai nilai rata – rata kekuatan tarik sebesar $1,03 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan nilai terendah terjadi pada variabel tekanan injeksi 7 bar dengan nilai kekuatan tarik sebesar $0,69 \text{ N/mm}^2$ dan di dapat nilai keuletan tarik $0,60\%$ dan mempunyai nilai rata – rata kekuatan tarik sebesar $0,74 \text{ N/mm}^2$.

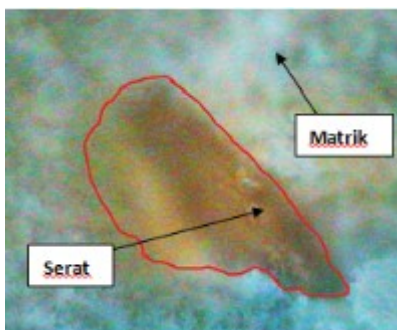
Hasil Uji Foto Makro

Pengambilan foto mikro penampang patahan spesimen setelah uji tarik menggunakan mikroskop dapat menampilkan gambaran yang lebih jelas tentang fenomena – fenomena yang terjadi specimen serta dapat mengamati ikatan yang terjadi antara matrik PP dan serat ampas tebu.



Gambar 6. struktur Mikro Tekanan 7 Bar perbesaran 100x

Spesimen dengan tekanan 7 bar terlihat pada pengamatan struktur mikro bahwa matrik PP dengan serat ampas tebu hanya terlepas (*pull out*) di karenakan ikatan matrik dengan serat lemah. Sehingga waktu diuji tarik serat hanya terlepas dari matrik PP. terlihat seperti Gambar 6 diatas ini. Serat adalah yang berwarna kuning dan matrik berwarna biru. Dan juga terlihat lubang atau porositas disebabkan oleh ketidakmampuan matrik untuk menerima beban tarik yang besar sehingga terjadi *debonding*. Porositas yang terjadi mengakibatkan penurunan kekuatan sifat mekanik yang dimiliki oleh material tersebut karena porositas merupakan cacat pada material. [7]



Gambar 7. Struktur Mikro Tekanan 8 Bar Perbesaran 100x

Terlihat pada Gambar 7, setelah mendapatkan perlakuan yaitu dengan penambahan tekanan injeksi sebesar 8 bar,kekuatan tariknya meningkat. Hal ini terjadi karena waktu proses penginjeksian matrik PP dan serat ampas tebu

didalam *barrel* mendapat tekanan yang lebih tinggi dari sebelumnya sehingga spesimen menjadi padat sehingga membentuk ikatan yang baik pada *interface* atau permukaan antara serat dan matrik. Jadi saat pengujian tarik serat tidak terlepas atau (*Pull Out*) tetapi patah (*fiber breaking*).



Gambar 8. Struktur Mikro Tekanan 9 Bar perbesaran 100x

Pada penambahan tekanan injeksi sebesar 9 bar, semakin meningkatnya kekuatan tarik. Dari pengamatan struktur makro sebelumnya tidak tampak *void* atau lubang. Hal ini berpengaruhnya tekanan injeksi dalam pembuatan spesimen sehingga spesimen semakin padat. Dalam Gambar 8 terlihat bahwa serat dan matrik PP melekat sehingga serat dan matrik memiliki ikatan atau *bonding strength* yang kuat membuat serat ampas tebu patah. Tampak pada gambar tidak terdapat celah atau rongga pada *interface* antara permukaan serat dan matrik.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis pembahasan pada bab sebelumnya dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Dari hasil pengujian tarik dan pengujian hipotesa menggunakan software spss, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh tekanan injeksi terhadap kekuatan tarik komposit yang dihasilkan. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui beban tarik maksimal yang mampu ditanggung oleh spesimen atau material uji. Spesimen ditekam pada alat uji tarik dan akan dikenai beban tarik hingga spesimen hingga patah. Pada Tekanan Injeksi 7 Bar rata-rata kekuatan tarik yang dihasilkan sebesar $0,74 \text{ N/mm}^2$. Bentuk patahan yang terjadi setelah diuji tarik yaitu patah getas. Pada Tekanan 8 bar, rata-rata nilai kekuatan tarik meningkat menjadi $0,82 \text{ N/mm}^2$. Sama seperti spesimen Tekanan 7 bar jenis patahan yang terbentuk yaitu patah getas. Pada Tekanan 9 bar,rata – rata kekuatan tarik $1,03 \text{ N/mm}^2$. Bentuk patahan specimen yaitu patah getas.
- Dari hasil pengujian mikroskop atau pengujian mikro, maka dapat disimpulkan bahwa kegagalan atau cacat yang terjadi pada spesimen adalah adanya *void* atau porositas, kemudian adanya serat yang hanya terlepas atau *fiber pull out* akibat ikatan yang lemah antara matriks dan serat.
- Pada penelitian dengan menggunakan komposisi PP dan Serat Ampas Tebu, untuk kekuatan tarik tertinggi adalah pada variabel tekanan injeksi 9 bar dengan nilai kekuatan

tarik 1,27 N/mm² dan mempunyai keuletan 2,42%. Sedangkan nilai terendah yaitu terjadi pada variabel tekanan injeksi 7 bar dengan nilai kekuatan tarik sebesar 0,69 N/mm² dan mempunyai keuletan 0,60%.

Berpenguat Serat E-Glass Chop Strand Mat dan Matriks Resin Polyester. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sriwijaya. Palembang.

saran

Saran yang dapat diajukan agar percobaan berikutnya dapat lebih baik dan dapat menyempurnakan percobaan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, yaitu

- a. Dari hasil pengujian yang dilakukan terdapat beberapa kekurangan, dimana salah satunya adalah campuran yang dihasilkan tidak sepenuhnya bersifat homogen. Oleh karena itu gunakan *injection moulding* dengan tipe *screw*. Karena *screw* dapat mengaduk material dalam *barrel* sehingga plastik dan serat dapat tercampur secara merata..
- b. Untuk mendapatkan hasil yang optimal supaya menggunakan nilai-nilai variabel yang berbeda, Contohnya kecepatan injeksi, waktu tahan (*holding time*), waktu injeksi (*inject time*) .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasnan, Buiyanto., 2008. *Pengaruh Temperatur Mold dan Temperatur Leleh Material terhadap Cacat Produk dan Cycle Time Serta Penentuan Setting Parameter Pada proses Injection Moulding dengan Perangkat Lunak C-Mold 3D QuickFill 99.7*. Skripsi. Teknik Mesin. Institut Teknologi Surabaya.
- [2] Yudo Hartono, Jatmiko Sukanto. 2008. *Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Bagasse) ditinjau dari kekuatan tarik dan impak*. Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [3] Farid, 2014. *Pengaruh Persentasi Massa Serat terhadap Sifat Mekanis Komposit Matriks Polipropilen dengan Penguat Serat Ampas Tebu pada Proses Injection Moulding*, Tugas Akhir S-1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember. Jember
- [4] Mahmuda Efri, dkk. 2013. *Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matrik Epoxy*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Lampung.
- [5] Taufik M. ikhsan, dkk. 2013 *Perilaku Creep pada Komposit polyester dengan Serat Kulit Bambu Apus (Gigantochloa Apus (J.A & J. H. Schlustes) Kurz)*. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [6] Ramadhana Arif. 2013. *Pengaruh Variasi Tekanan dan Persentase Massa Serbuk Arang Kayu Terhadap Kekuatan Tarik Material Plastik Polypropylene Pada Proses Injection Moulding*. Tugas akhir S-1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jember
- [7] Alian Helmy. 2011. *Pengaruh variasi Fraksi Volume Semen Putih Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Komposit Glass Fiber Reinforce Plastic (GFRP)*