

# ANALISA PEMBUATAN ECOBRICK BERBAHAN PETDENGAN CAMPURAN SERAT TEBU TERHADAP BERAT, WAKTU DAN TEKANAN DENGAN METODE TAGUCHI

**Aldi Risaldi<sup>1</sup>, Febi Rahmadianto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

<sup>2</sup>Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo KM. 2 Malang (Jawa Timur)

Email : [rizkybagustabahlaksana@gmail.com](mailto:rizkybagustabahlaksana@gmail.com)

## ABSTRAK

Semakin ketatnya dalam dunia industri, semua pekerjaan dituntut semakin cepat dan tepat. Alat pencacah otomatis cukup praktis dan efisien untuk digunakan. Alat Pencacah merupakan alat yang berguna untuk mengolah bahan organik seperti daun gebang, daun kelapa, dan tebu yang akan diolah menjadi beberapa pengolahan. Berdasarkan tenaga penggerakannya, alat pencacah ini terdiri dari beberapa tenaga yaitu kecil, sedang, dan besar.

Pada *Chopper* untuk alat ini direncanakan bagian utama alat ini menggunakan motor listrik dengan 2000 Watt dan pisau pemotong sebagai proses pemotongan. Setelah pengujian alat pencacah, dan bagian utama yang direncanakan aman. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan perancangan. Perancangan alat pencacah ini difokuskan dalam kebutuhan hasil cacahan. Modifikasi perancangan alat ini dibuat untuk menghasilkan cacahan yang lebih efisien dari beberapa variable yang ada dan akan dikembangkan menjadi beberapa inovasi salah satunya ialah *Ecobrick*.

**Kata kunci** : Motor Listrik, Alat Pencacah, Ecobrick, Tebu,

## ABSTRACT

*The more stringent in the industrial world, all work is required to be faster and more precise. The automatic counter tool is quite practical and efficient to use. The chopper is a tool that is useful for processing organic materials such as gebang leaves, coconut leaves, and sugar cane which will be processed into several processes. Based on the driving force, the chopper consists of several forces, namely small, medium, and large.*

*In Chopper for this tool, it is planned that the main part of this tool will use an electric motor with 2000 Watts and a cutting knife as the cutting process. After testing the enumerator, and the planned main part is safe. This research method uses a design approach. The design of this enumerator is focused on the needs of the enumeration results. Modifications to the design of this tool were made to produce a more efficient count of several existing variables and will be developed into several innovations, one of which is Ecobrick.*

**Keywords** : Electric Motor, Counter Tool, Ecobrick, Sugar Cane,

## 1. Pendahuluan

Produksi limbah sampah plastik saat ini tak terbanding. Masyarakat semakin sulit terlepas dari penggunaan plastik. Hal ini tentu sangat berdampak pada pencemaran lingkungan karena sampah plastik semakin banyak dan menumpuk maka membutuhkan waktu yang cukup lama untuk terurai secara alami. Apalagi karena penggunaan plastik hampir tidak terkendali. Plastik jugamembuat suhu udara semakin panas dari hari ke hari, karena sifat polimernya yang tidak berpori. Saat ini, sebagian besar produk diproduksi tanpa memikirkan ke manamereka akan pergi saat dikonsumsi. Di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta, sampah plastik sangat mudah ditemukan di lingkungan *Foodcourt* dan Laboratorium Biologi.

Dalam upaya mengurangi sampah plastik, peneliti berinisiatif membuat *ecobrick* sebagai pemanfaatan dan daur ulang sampah plastik. *Ecobrick* adalah salah satu upaya kreatif untuk menangani sampah plastik. Fungsinya bukan untuk menghancurkan sampah plastik, melainkan untuk memperpanjang umur plastik tersebut dan mengolahnya menjadi sesuatu yang bermanfaat, yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan umat manusia secara umum. Dengan mengolah kembali sampah botol plastik menjadi barang-barang yang dapat digunakan kembali seperti tempat sampah, kursi, dan meja serta mendukung kesadaran mahasiswa biologi untuk membuang sampah padat tempatnya sesuai petunjuk. Hasil penelitian ditunjukkan dengan tiga kotak sampah yang disediakan di laboratorium Biologi setiap minggunya selalu penuh dan mencapai 60%. Penggunaan *ecobrick* membutuhkan bahan baku yang cukup banyak dan peran masing-masing pihak karena masih menggunakan tenaga manual namun memberikan hasil positif dalam mengurangi sampah plastik di masyarakat. Batako adalah bahan bangunan yang biasanya digunakan untuk tembok. Ada 2 jenis batu bata, yaitu batu bata padat dan batu bata berlubang. Sifat insulasi panas bata berlubang lebih baik daripada bata padat yang menggunakan bahan dan ketebalan yang sama.

Dinding yang terbuat dari batako memiliki kelebihan dalam hal menyerap panas dan suara. Semakin banyak produksi batu bata maka semakin ramah lingkungan dibandingkan dengan produksi batu bata tanah liat karena tidak harus dibakar (Harun Mallisa, 2011). Kekuatan tekan batu bata menentukan kualitas suatu struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang diinginkan, maka semakin tinggi mutu beton yang dihasilkan. Untuk cara pengujian kuat tekan batu bata dilakukan cara uji kuat tekan batu bata sesuai dengan SNI-03-0348-1989-7.9 (Mufika, dkk. 2018).

		Tingkatan mutu			
Jenis	Satuan	I	II	III	IV
Kuat Tekan	Kg/cm <sup>2</sup>	65	45	30	17
Daya Serap	%	25	35		

Tabel 1.1

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) sebagai patokan standar tes. Pengujian komposit diperkuat serat ampas tebu membandingkan arah sudut serat 00 dan 450, perlakuan serat pola anyaman, fraksi volume matrik poliester 44% dan serat ampas tebu 56%, dengan metode hand lay up, diperoleh hasil pengujian bahwa harga kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit dengan arah sudut serat searah 0 0. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tarik dan modulus elastisitas komposit bertulang serat ampas tebu tidak dapat memenuhi standar kuat tarik dan modulus elastis yang disyaratkan oleh BKI, yaitu: untuk arah serat pada sudut 0 0 kuat tarik sebesar 1,69 kg/mm<sup>2</sup> dan modulus elastisitasnya 115,85 kg/mm<sup>2</sup>, untuk arah sudut silang serat 450 kuat tariknya 1,34 kg/mm<sup>2</sup> dan modulus elastisitasnya 108,40 kg/mm<sup>2</sup>

Dengan ini saya akan meneliti tentang pemanfaatan serat tebu untuk di manfaatkan menjadi *ecobrick* dengan PET sebagai pengikat. Penulis memikirkan sebuah gagasan pemanfaatan tebu, alasan inilah yang membuat penulis harus berfikir dimana menciptakan sebuah eksperimen melalui uji *Ecobrick* untuk memanfaatkan Tumbuhan Tebu. Penulis sudah mengetahui dimana beberapa sistem kerja untuk memanfaatkan tebu sebagai bahan *Ecobrick*, sehingga penulis merancang alat pencacah sebagai awal untuk pemrosesan *ecobrick* dan penulis mengangkat tema skripsi dengan judul Analisa Pembuatan *Ecobrick* Berbahan PET dengan Campuran Serat Tebu Terhadap Berat, Waktu dan Tekanan dengan Metode Taguchi

### 1.1 Sampah Plastik

Plastik adalah polimer di mana atom rantai panjang terikat satu sama lain. Plastik biasanya terdiri dari polimer. Polimer adalah rantai panjang unit yang lebih kecil yang disebut monomer. Plastik berbahaya bagi kesehatan manusia, karena residu monomer vinil klorida sebagai komponen karsinogenik polivinil klorida (PVC) akan berpindah ke makanan dan kemudian masuk ke tubuh konsumen. Setelah itu, zat kimia yang masuk ke dalam tubuh akan terakumulasi dan tidak dapat larut dalam air, sehingga tidak dapat dikeluarkan melalui urine atau feses. Bahan yang menumpuk dapat menimbulkan gangguan pada pemakainya

dan dapat menyebabkan kanker. Plastik merupakan bahan yang relatif tidak dapat terurai secara hayati, sehingga penggunaan plastik harus diperhatikan karena banyaknya limbah yang dihasilkan. (Siswono, 2008). Setiap plastik mempunyai karakter dan fungsi yang berbeda. Beberapa jenis-jenis plastik yaitu:

PET (*Polyethylene Terephthalate*) Bahan ini transparan, tahan panas, kuat, dan jika digunakan kembali, kinerja kelistrikannya sangat buruk. PET digunakan sebagai kemasan minuman berkarbonasi (air soda), alas tidur dan serat tekstil. PET bersifat keras, tembus cahaya, tahan panas, dengan titik leleh 85°C. Bahan PET ini merupakan plastik utama yang digunakan untuk membuat kantong kemasan makanan.



Gambar 2.1 Botol-botol plastik Sumber: Suminto, 2017

PP (*Polypropylene*) Bahan ini tahan secara kimiawi, memiliki titik leleh 165°C. dan transparan. PP digunakan dalam kantong plastik, ember, mainan, film, dan suku cadang mobil. Berbagai bentuk polipropilen memiliki tingkat kekerasan dan titik leleh yang berbeda. Bahan PP ini digunakan dalam pembuatan casing akumulator, ornamen mobil, tabung, tas, dan botol.



Gambar 2.2 Produk-produk yang menggunakan plastik jenis PP

PE (*Polyethylene*) Bahan ini memiliki karakteristik permukaan yang halus, tahan panas, fleksibilitas, transparansi dan opasitas, serta titik leleh 115 °C. Inilah mengapa PE banyak digunakan untuk cetakan, kantong plastik, botol plastik dan digunakan untuk penggulangan kabel di dunia modern.



Gambar 2.3 Produk plastik PE Sumber: Suminto, 2017

PVC adalah *Polyvinyl chloride* Ini adalah resin keras dan tangguh yang tidak terpengaruh oleh bahan kimia lainnya. PVC keras, dapat dikombinasikan dengan pelarut, dan memiliki titik leleh 70°-140°C. Fungsinya dalam kehidupan adalah untuk peralatan listrik, pipa plastik (pipa), atap bangunan, dashboard mobil, dll.



Gambar 2.4 Produk plastic PVC Sumber: Suminto, 2017

PS (*Polystyrene*) PS kaku, buram, mudah pecah, dan memiliki titik leleh 95 °C. PS banyak digunakan untuk gantungan baju, rambu lalu lintas, dan penggaris plastik. Saat polistiren dipanaskan dan udara dihembuskan ke dalamnya, polistiren bercampur membentuk polistiren berbusa. Styrofoam sangat ringan, plastik, dan isolator yang baik.



Gambar 2.5 Wadah CD yang berbahan dasar PS

*Polytetrafluoroethylene* (PTFE-Teflon) Polimer ini tahan panas, stabil, kuat, tahan terhadap berbagai bahan kimia, dan memiliki permukaan yang sangat halus. Teflon digunakan pada pelapis waterproofing, peralatan masak, pelapis waterproofing, pipa, film dan poros bantalan. Berikut adalah contoh produk yang terbuat dari lapisan teflon.



Gambar 2.6 Lapisan alat penggorengan yang menggunakan PTFE

*Polyvynilidene chloride* (Plastik Saran) Polimer ini dapat dibuat menjadi lembaran panjang maupun film. Saran plastik banyak digunakan dalam kemasan makanan. Gambar 2.7 menunjukkan contoh penggunaannya untuk mengemas makanan.



Gambar 2.7 Plastik wrap

LDPE Karena kelembutan dan fleksibilitasnya LDPE (*Low density polyethylene*), pertama kali digunakan untuk insulasi kawat. Namun kini aplikasinya sudah berkembang, antara lain untuk botol, kertas pembungkus (kertas pembungkus makanan), kantong sampah, pembuatan film, dan sarung tangan sekali pakai.



Gambar 2.8 Produk yang terbuat dari plastik LDPE Sumber: Suminto, 2017

HDPE (*High density polyethylene*) sangat keras dan memiliki titik leleh yang lebih tinggi dari LDPE. Selain itu, bahan tersebut direndam dalam larutan campuran alkohol dan air. Bahan ini biasanya digunakan untuk membuat hula hoop dan wadah



Gambar 2.9 Produk botol yang terbuat dari plastik HDPE Sumber: Suminto, 2017

*Polymethyl Methacrylate* (PMMA) atau Acrylic Seperti yang kita ketahui bersama, akrilik digunakan dalam cat dan serat sintesis, seperti bulu buatan, bentuk padatnya lebih keras dan lebih transparan daripada kaca. Bahan ini biasanya dijual sebagai pengganti kaca dengan merek dagang plexiglass. Bahan ini digunakan dalam pembuatan kanopi pesawat dan casing ponsel



Gambar 2.10 Pelindung ponsel berbahan dasar Acrylic (PMMA)

*Polyurethane* Material plastik lain yang banyak dikenal di masyarakat adalah polyurethane. Ini digunakan dalam pembuatan kasur, pengisi dan pelapis furnitur, pakaian olahraga dan bahan isolasi. Gambar 2.11 menunjukkan penggunaan poliuretan pada produk kursi.



Gambar 2.11 Kursi yang terbuat plastik jenis *Polyurethan*

## 1.2 Pengertian Ecobrick

Asal kata ecobrick dalam bahasa Inggris adalah “ecology” dan “brick”. Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) ekologi diartikan sebagai ilmu tentang hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan alam sekitarnya. Bata artinya batu, bata, tembok batu, batu merah bisa juga berarti orang baik atau tembok. Kedua kata ini digabungkan menjadi “ecobrick yang berarti bata ramah lingkungan (Fatchurrahman, 2018).

Ecobrick adalah teknik pengelolaan sampah plastik yang terbuat dari botol plastik bekas yang diisi berbagai sampah plastik hingga ujungnya, lalu dipadatkan hingga mengeras. Setelah itu botol-botol diisi dengan kekakuan, botol-botol itu dapat dirangkai dengan lem untuk membentuk meja, kursi sederhana, bahan bangunan dinding, menara, panggung kecil, bahkan pagar dan fondasi taman bermain sederhana atau bahkan rumah. (Fatchurrahman, 2018).

Kota yang pertama kali secara resmi mengadopsi *ecobrick* di dunia ialah Yogyakarta sebagai metode pemerintah guna mengatasi masalah limbah plastik perkotaan. Seperti yang dikatakan Russel Maier, salah satu pemimpin utama gerakan *ecobrick* dunia. Russel adalah desainer regenerasi berasal Kanada dan sudah mengembangkan teknologi *ecobrick* di Filipina dan Bali sejak tahun 2012. Spesialisasinya adalah mengubah batu bata ekologis menjadi olahraga komunitas, perkotaan dan pedesaan. *Ecobrick* adalah sistem pengelolaan dan pemanfaatan kembali sampah plastik. Sebagai rencana bata ekologis untuk sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan, dengan cara yang sederhana dan dengan bahan yang terjangkau diharapkan dapat meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah yang berkelanjutan (Maier *et al.*, 2016).

Ecobrick adalah metode pengolahan sampah plastik, mengemas plastik bersih dan kering menjadi botol plastik hingga kepadatan tertentu. Saat ini produk ecobrick berupa ecobrick, yaitu jenis bata ramah lingkungan yang dapat menggantikan bata tradisional untuk konstruksi bangunan, ruang taman, ruang hijau, dan bahan baku pembuatan furnitur seperti kursi dan meja (Asih dan Fitriani, 2018).

Ecobrick juga merupakan solusi untuk memberi kehidupan baru pada plastik, tanpa biaya. Dimana batu bata ekologis digunakan, sampah plastik akan dikemas ke dalam botol-botol kompak, sehingga sampah tidak perlu dibakar atau dikubur (Marini *et al.*, 2019).

Beberapa panduan pembuatan yang terkait dengan batu bata ramah lingkungan, yaitu:

- Produk ini tidak mengandung zat yang akan menimbulkan korosi pada plastik PET seiring waktu.
- Produk ini dapat dipotong menjadi potongan-potongan yang pas dengan leher botol PET standar berdiameter 22 mm (bata ekologis kelas A).
- Produk tidak mengandung tonjolan/bentuk tajam (seperti kaca dan logam) yang dapat menusuk pekerja ecobrick dari dalam selama pengemasan.
- Produk tidak mengandung zat kimia reaktif, atau jika ada, komponennya ditandai dengan jelas sebagai bata non-ekologis.
- Produk ini tidak mengandung kertas, cairan atau bahan lain kecuali plastik.
- Produk dapat cocok untuk tempat dengan diameter atau ukuran 10-20 cm (Bata ekologi B-grade) (Suminto, 2017).

Hasil pembentukan batu bata ekologis memberikan hasil yang dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Tidak ada manual untuk membuat ecobrick. Demikian pula, tidak ada gambaran penting tentang produksi batu bata ekologis. Namun tetap harus memperhatikan pembentukan kriteria utama desain ecobrick. Namun, beberapa produsen ecobrick seperti Russell Maier dan Ani Himawati memiliki hubungan tertentu dengan masyarakat Mukabumi yang dalam beberapa tahun terakhir aktif dalam kegiatan sosial pembuatan ecobrick di Jakarta, Bali, Yogyakarta, dan Filipina. Selain Russel Maier dan Ani Himawati, ada beberapa aktivis lingkungan yang juga menggunakan sistem ecobrick untuk “membersihkan” sampah plastik di lingkungan, antara lain Susanna Heise di Guatemala pada 2014, Alvaro Molina di Kepulauan

Ometepe pada 2003, dan arsitek Jerman. Andreas Foese berada di Amerika Selatan pada tahun 2000 (Suminto, 2017).

*Ecobrick* mudah untuk dibuat, tetapi membutuhkan kesabaran serta usaha sedikit. Secara umum, langkahnya ialah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan botol plastik bekas, seperti botol kemasan minuman bekas (seperti air mineral), botol bekas minyak goreng, dll. Kemudian cuci dan keringkan.
- b. Mengumpulkan segala jenis kemasan plastik, seperti mie instan, kemasan minuman instan, kertas pembungkus plastik, kantong plastik, dll. Harus dipastikan bahwa plastik tersebut tidak mengandung makanan apapun, kering dan tidak bercampur dengan bahan lain (kertas, klip, benang, dll.)
- c. Masukkan semua jenis plastik pada poin 2 ke dalam botol plastik pada poin 1.
- d. Jangan campur dengan bahan selain plastik seperti kaca, kertas, logam dan benda tajam.
- e. Plastik harus dikemas ke dalam botol plastik dengan sangat rapat dan mengisi ruang botol plastik.
- f. Metode pemadatan dapat berupa alat yang terbuat dari bambu atau kayu.
- g. Anda dapat menggunakan botol dengan ukuran yang sama, atau dengan jenis dan merek yang sama agar lebih mudah dikelola jika Anda ingin membuat barang lain dari batu bata ramah lingkungan ini.
- h. Jika hasil yang diinginkan adalah efek warna-warni, Anda bisa menata kemasan plastik di dalamnya sedemikian rupa agar sesuai dengan warna yang diinginkan. Bisa juga membungkus botol plastik dengan selotip berwarna.
- i. Setelah semua botol plastik diisi dengan kemasan plastik hingga padat, botol plastik tersebut dapat ditumpuk dan digabungkan untuk membentuk objek lain, seperti meja, kursi, bahkan dinding dan partisi ruangan. (Suminto, 2017).

Kelebihan *ecobrick*, Berikut adalah beberapa keuntungan dari *ecobrick* :

- a. Perlindungan lingkungan: *ecobrick* mengurangi jumlah timbunan sampah plastik di lingkungan.
- b. Sehat: mengurangi sampah plastik otomatis akan membuat lingkungan lebih sehat.
- c. Murah: sangat murah untuk membuat batu bata ramah lingkungan, hanya diperlukan plastik bekas, botol bekas, dan batang bambu.
- d. Praktis dan sederhana: membuat batu bata ramah lingkungan sangat sederhana dan praktis, tidak diperlukan mesin pengolah, sehingga setiap orang dapat dengan mudah menyelesaikannya tanpa keahlian khusus.
- e. Tahan lama: bahan plastik tidak mudah terurai dan juga dihindari oleh hewan pengerat, sehingga umur batu bata ramah lingkungan relatif lama.
- f. Ringan: berat batu bata ramah lingkungan jauh lebih ringan (200-210 gram) dibandingkan batu bata konvensional yang beratnya mencapai 500-600 gram.
- g. Bersih: bata ramah lingkungan lebih bersih dari bata tradisional, ketika plastik dipadatkan dalam botol dan ditutup rapat, *ecobrick* tidak memiliki debu dan pasir, sehingga dapat disimpan di dalam ruangan (Danar & Bernardus, 2019)

Kekurangan *ecobrick*, Semua yang ada di bumi ini pasti ada kelemahannya, begitu juga dengan *ecobrick*. Meski dikatakan ramah lingkungan, *ecobrick* juga memiliki beberapa kelemahan, diantaranya:

- a. *Ecobrick* yang terkubur dalam beton sebagai bahan bangunan tidak dapat didaur ulang di masa mendatang.
- b. *Ecobrick* juga sulit rusak dan terurai.
- c. Jika *ecobrick* meleleh, juga akan menghasilkan senyawa gas yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan (Danar & Bernardus, 2019).

Manfaat *ecobrick*, Ketika plastik dibakar, dibuang, itu meracuni bumi, udara dan air. Ketika sampah plastik disimpan, dipilah, dan dibungkus dengan botol, maka dapat dibuat *ecobrick* yang dapat digunakan kembali atau didaur ulang. Kemudian dapat dibangun menjadi ruang hijau untuk memperkaya lingkungan dan masyarakat. Jika Anda sudah memiliki cukup batu bata ramah lingkungan, maka bisa digunakan untuk konstruksi. *Ecobrick* dapat dirangkai menjadi modul untuk konstruksi taman, atau beberapa konstruksi bangunan (Danar & Bernardus, 2019)

### 1.3 Tebu

Tebu merupakan salah satu tanaman yang paling melimpah di Indonesia, terutama di pulau Jawa dan Sumatera. Pohon tebu merupakan bahan baku pembuatan produk gula. Dalam proses pembuatan gula, ampas tebu menjadi bahan yang tidak terpakai dan dibuang begitu saja. Ini membuat bahan ampas tebu tak ternilai harganya, atau sangat murah. Ampas tebu bisa didapatkan di pedagang es tebu, maupun pabrik gula. Pedagang dan pabrik biasanya langsung membuang ampasnya, namun ada juga pedagang yang menggunakan ampas tebu sebagai campuran pakan ternak. Dari sini terlihat bahwa penggunaan bahan ampas tebu masih sangat sedikit (Angelo, Setiawan, & Poilot, 2019)





Gambar 2.12 Serat Tebu

Serat ampas tebu (bagasse) merupakan limbah organik dalam jumlah besar diproduksi di pabrik pengolahan gula tebu di Indonesia. Serat ini memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi selain sebagai produk limbah pabrik tebu, serat ini juga mudah didapat, murah, tidak berbahaya kesehatan, dapat terdegradasi secara alami (biodegradability). nantinya dengan pemanfaatan sebagai penguat serat komposit yang mumpuni mengatasi masalah lingkungan (Yudo & Jatmiko, 2008). Tebu (*Saccharum officinarum*) mengandung zat ekstraktif, terutama gula atau pati sehingga dapat menghambat proses pengeleman, dimana zat ini sangat banyak efek pada konsumsi perekat, tingkat pengerasan perekat dan daya menahan komponen. Selain itu, ekstraktif yang mudah menguap bisa menyebabkan hembusan atau pembatas proses pengepresan, dimana dengan perlakuan perendaman partikel tebu dalam air dingin akan melarutkan beberapa zat ekstraktif yang menimbulkan daya rekat lebih kuat (Rambe, Fauzi, & Khanifa, 2016).

Ampas tebu merupakan sisa dari proses penggilingan tebu setelah mengekstraksi atau mengeluarkan getahnya. Ketersediaan ampas tebu di Indonesia cukup melimpah seiring dengan jumlah pabrik gula tebu yang baik dikelola oleh negara (PT erkebunan Nusantara/PTPN) maupun swasta. Data P3GI 2010 menunjukkan bahwa pada tahun 2009 terdapat 15 perusahaan (62 pabrik gula) dengan jumlah tebu giling sebanyak 29,911 juta ton per tahun (Hidayati, Kurniawan, Restu, & Ismuyanto, 2016). Dari jumlah tebu digiling, diperoleh ampas tebu sebanyak 2,991 juta ton, berdasarkan data P3GI yang melakukan perhitungan dengan menggunakan metode tersebut Luak mengasumsikan 10% ampas tebu kering dari tebu giling (Fajriutami, Fatriasari, & Hermiati, 2016).

#### 1.4 Metode Taguchi

Metode Taguchi sendiri di cetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1949 ketika mendapatkan tugas untuk memperbaiki sistem telekomunikasi di Jepang. Metode ini di cetuskan dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dapat dalam meminimalisir biaya dan resources seminimal mungkin.

Sasaran metode Taguchi adalah menjadikan produk robust terhadap noise karena itu sering disebut sebagai Robust Design. Definisi kualitas menurut Taguchi adalah kerugian yang diterima oleh masyarakat sejak produk tersebut dikirimkan. Filosofi Taguchi terhadap kualitas terdiri dari empat buah konsep, antara lain :

- Kualitas harus didesain ke dalam produk dan bukan sekedar memeriksanya.
- Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target.
- Produk harus didesain sehingga robust terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
- Biaya kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

Karakteristik kualitas adalah hasil suatu proses yang berkaitan dengan kualitas produk yang melalui proses tersebut. Menurut Taguchi, karakteristik kualitas yang terukur dapat dibagi menjadi tiga kategori :

- Nominal is the best Karakteristik kualitas yang menuju suatu nilai target yang tepat pada suatu nilai tertentu
- Smaller the better Pencapaian karakteristik apabila semakin kecil (mendekati nol ; nol adalah nilai ideal dalam hal ini) semakin baik
- Larger the better Pencapaian karakteristik kualitas semakin besar semakin baik

Langkah penelitian Metode Taguchi dibagi menjadi tiga fase utama yang meliputi keseluruhan pendekatan eksperimen. Tiga fase tersebut antarlain :

- Fase perencanaan
- Fase pelaksanaan
- Fase analisis



Fase perencanaan merupakan fase yang paling penting dari eksperimen untuk menyediakan informasi yang diharapkan. Fase perencanaan adalah ketika faktor dan levelnya dipilih, dan oleh karena itu merupakan langkah yang terpenting dalam eksperimen.

Fase terpenting kedua adalah fase pelaksanaan, sehingga hasil eksperimen telah didapatkan. Jika eksperimen direncanakan dan dilaksanakan dengan baik, analisis akan lebih mudah dan cenderung untuk dapat menghasilkan informasi yang positif tentang faktor dan level.

Fase analisis adalah ketika informasi positif atau negatif berkaitan dengan faktor dan level yang telah dipilih, dihasilkan berdasarkan dua fase sebelumnya. Fase analisis adalah hal terpenting terakhir yang mana peneliti akan dapat menghasilkan hasil yang positif.

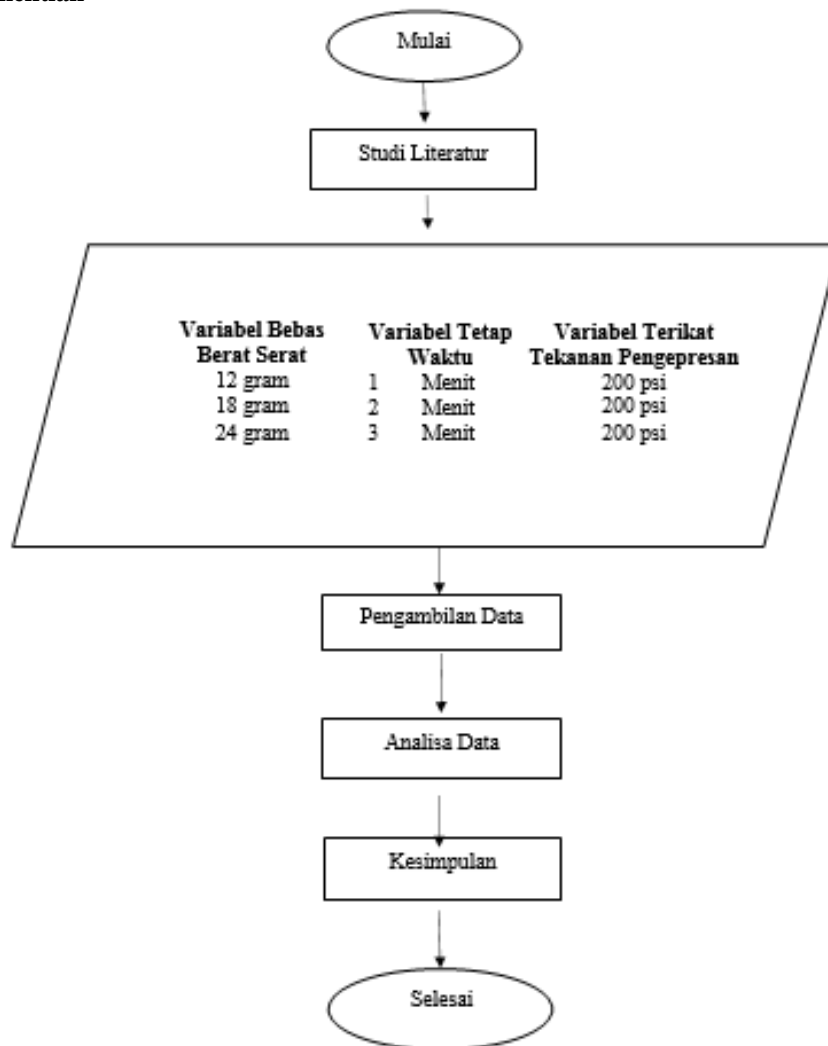
Langkah utama untuk melengkapi desain eksperimen yang efektif adalah sebagai berikut :

- Perumusan masalah : Perumusan masalah harus spesifik dan jelas batasannya dan secara teknis harus dapat dituangkan ke dalam percobaan yang akan dilakukan.
- Tujuan eksperimen : Tujuan yang melandasi percobaan harus dapat menjawab apa yang telah dinyatakan pada perumusan masalah, yaitu mencari sebab yang menjadi akibat pada masalah yang kita amati.
- Memilih karakteristik kualitas (Variabel Tak Bebas) : Variabel tak bebas adalah variabel yang perubahannya tergantung pada variabel - variabel lain. Dalam merencanakan suatu percobaan harus dipilih dan ditentukan dengan jelas variabel tak bebas yang akan diselidiki.
- Memilih faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas (Variabel Bebas) : Variabel bebas (faktor) adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor – faktor yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan. Dalam seluruh percobaan tidak seluruh faktor yang diperkirakan mempengaruhi variabel yang diselidiki, sebab hal ini akan membuat pelaksanaan percobaan dan analisisnya menjadi kompleks. Hanya faktor – faktor yang dianggap penting saja yang diselidiki. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor – faktor yang akan diteliti adalah brainstorming, flowcharting, dan cause effect diagram.
- Mengidentifikasi faktor terkontrol dan tidak terkontrol : Dalam metode Taguchi, faktor – faktor tersebut perlu diidentifikasi dengan jelas karena pengaruh antara kedua jenis faktor tersebut berbeda. Faktor terkontrol (control factors) adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan, atau faktor yang nilainya ingin kita atur atau kendalikan. Sedangkan faktor gangguan (noise factors) adalah faktor yang nilainya tidak bisa kita atur atau dikendalikan, atau faktor yang tidak ingin kita atur atau kendalikan.
- Penentuan jumlah level dan nilai faktor : Pemilihan jumlah level penting, artinya untuk ketelitian hasil percobaan dan ongkos pelaksanaan percobaan. Makin banyak level yang diteliti maka hasil percobaan akan lebih teliti karena data yang diperoleh akan lebih banyak, tetapi banyaknya level juga akan meningkatkan ongkos percobaan.
- Identifikasi interaksi antar faktor terkontrol : Interaksi muncul ketika dua faktor atau lebih mengalami perlakuan secara bersama akan memberikan hasil yang berbeda pada karakteristik kualitas dibandingkan jika faktor mengalami perlakuan secara sendiri – sendiri. Kesalahan dalam penentuan interaksi akan berpengaruh pada kesalahan interpretasi data dan kegagalan dalam penentuan proses yang optimal. Tetapi Taguchi lebih mementingkan pengamatan pada main effect (penyebab utama) sehingga adanya interaksi diusahakan seminimal mungkin, tetapi tidak dihilangkan sehingga perlu dipelajari kemungkinan adanya interaksi.
- Perhitungan derajat kebebasan (degrees of freedom / dof) : Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum percobaan yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati.
- Pemilihan Orthogonal Array (OA) : Dalam memilih jenis Orthogonal Array harus diperhatikan jumlah level faktor yang diamati, antara lain :
  - Jika semua faktor adalah dua level , pilih jenis OA untuk level dua faktor
  - Jika semua faktor adalah tiga level , pilih jenis OA untuk level tiga faktor
  - Jika beberapa faktor adalah dua level dan lainnya tiga level , pilih yang mana yang dominan dan gunakan Dummy Treatment, Metode Kombinasi, dan Metode Idle Column.
  - Jika terdapat campuran dua, tiga, atau empat level faktor , lakukan modifikasi OA dengan metode Merging Column.
- Penugasan untuk faktor dan interaksinya pada Orthogonal Array : Penugasan faktor – faktor baik faktor kontrol maupun faktor gangguan dan interaksi – interaksinya pada Orthogonal Array terpilih dengan memperhatikan grafik linier dan tabel triangular. Kedua hal tersebut merupakan alat bantu penugasan faktor yang dirancang oleh Taguchi. Grafik Linier mengindikasikan

berbagai kolom ke mana faktor – faktortersebut. Tabel triangular berisi semua hubungan interaksi – interaksi yang mungkin antara faktor – faktor (kolom - kolom) dalam suatu OA.

- Persiapan dan pelaksanaan percobaan : Persiapan percobaan meliputi penentuan jumlah replikasi percobaan dan randomisasi pelaksanaan percobaan.
  - Jumlah Replikasi : Replikasi adalah pengulangan kembali perlakuan yang sama dalam suatu percobaan dengan kondisi yang sama untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi. Replikasi bertujuan untuk Mengurangi tingkat kesalahan percobaan, Menambah ketelitian data percobaan, dan Mendapatkan harga estimasi kesalahan percobaan sehingga memungkinkan diadakan test signifikansi hasil eksperimen.
  - Randomisasi : Secara umum randomisasi dimaksudkan untuk Meratakan pengaruh dari faktor faktor yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit percobaan, memberikan kesempatan yang sama pada semua unit percobaan untuk menerima suatu perlakuan sehingga diharapkan ada kehomogenan pengaruh pada setiap perlakuan yang sama , dan Mendapatkan hasil pengamatan yang bebas (independen) satu sama lain. Pelaksanaan percobaan Taguchi adalah pengerjaan berdasarkan setting faktor pada OA dengan jumlah percobaan sesuai jumlah replikasi dan urutan seperti randomisasi.
- Analisis data : Pada analisis dilakukan pengumpulan data dan pengolahan data yaitu meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyaji data dalam suatu lay out tertentu yang sesuai dengan desain yang dipilih untuk suatu percobaan yang dipilih. Selain itu dilakukan perhitungan dan penyajian data dengan statistik analisis variansi, tes hipotesa dan penerapan rumus – rumus empiris pada data hasil percobaan.
- Interpretasi hasil : Interpretasi hasil merupakan langkah yang dilakukan setelah percobaan dan analisis telah dilakukan. Interpretasi yang dilakukan antara lain dengan menghitung persentase kontribusi dan perhitungan selang kepercayaan faktor untuk kondisi perlakuan saat percobaan.
- Percobaan konfirmasi : Percobaan konfirmasi adalah percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat. Tujuan percobaan konfirmasi adalah untuk memverifikasi Dugaan yang dibuat pada saat model performansi penentuan faktor dan interaksinya, dan Setting parameter (faktor) yang optimum hasil analisis hasil percobaan pada performansi yang diharapkan.

## 2.1 Metode Penelitian



Gambar 8. Diagram alir penelitian

## 2.2 Penjelasan Diagram Alir

- 1) Studi Literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Secara Umum Studi Literatur adalah cara untuk menyelesaikan persoalan dengan menelusuri sumber-sumber tulisan yang pernah dibuat sebelumnya. Teknik ini dilakukan dengan tujuan untuk mengungkapkan berbagai teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang sedang dihadapi/diteliti sebagai bahan rujukan dalam pembahasan hasil penelitian. Pengertian Lain tentang Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan.
- 2) Persiapan Bahan Proses mempersiapkan komponen – komponen untuk perancangan prototype mesin pencacah tebu, PET, Serat Yebu. Adapun beberapa alat yang dipakai seperti : mesin press ,technometer
- 3) Pembuatan Ecobrick Proses penyampuran komponen – komponen menjadi *ecobrick*.
- 4) Uji Coba Fungsi Prototype Proses uji *ecobrick* dengan cara impact, tekan dan tarik .
- 5) Pengambilan Data Proses pengambilan data dengan beberapa percobaan, yang mana pengujian dilakukan secara bergantian antara satu dengan yang lain.
- 6) Pengolahan Data dan Pembahasan Proses pengolahan data dilakukan dengan cara mengkomparasikan hasil dari pengujian dua material yang berbeda yang selanjutnya akan dianalisis Pembahasan adalah proses menganalisis data hasil pengujian berdasarkan teori – teori yang berhubungan dengan topik penelitian.
- 7) Kesimpulan Proses penarikan kesimpulan adalah proses akhir dari penelitian yang berisi kesimpulan hasil komparasi pengaruh variasi serat tebu terhadap *ecobrick*.

## 2.3 Perencanaan Penelitian

Pada rencana penelitian terdapat beberapa variabel yang digunakan yaitu:

- Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi berat serat.

- Variabel terkait adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas.
- Variabel Terikat Variabel Terikat pada penelitian ini adalah menggunakan bahan PET

#### 2.4 Komponen Perancangan

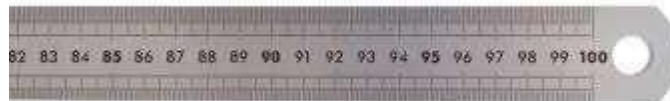
Adapun komponen-komponen yang digunakan untuk pembuatan prototype mesin Vacuum Forming adalah :

- Palu Palu adalah alat perkakas untuk memukul atau menempa suatu benda.



Gambar 3.2 Palu

- Penggaris Penggaris atau mistar adalah sebuah alat pengukur dan alat bantu gambar untuk menggambar garis lurus. Terdapat berbagai macam penggaris, dari mulai yang lurus sampai yang berbentuk segitiga. Penggaris dapat terbuat dari plastik, logam, berbentuk pita dan sebagainya. Juga terdapat penggaris yang dapat dilipat.



Gambar 3.3 Penggaris

- Mesin pres Mesin cetak bata adalah mesin yang digunakan untuk mencetak adonan mentah menjadi batu bata dengan ukuran tertentu.



Gambar 3.4 Mesin Presh

- Mesin Pencacah **Mesin pencacah** adalah suatu alat yang digunakan untuk mencacah atau menghancurkan plastik menjadi serpihan-serpihan kecil dengan menggunakan pisau pemotong yang dipasang pada sebuah poros yang dihubungkan melalui pulley dan transmisi sabuk pada sebuah motor bensin.



Gambar 3.5 Mesin pencacah

- Golok *Golok adalah* pisau besar terbuat dari besi atau baja yang digunakan untuk membelah atau memotong.



Gambar 3.6 Golok

- Kompor Kompor (dari bahasa Belanda: komfoor) adalah perapian untuk memasak/meleburkan yang menggunakan bahan bakar.



Gambar 3.7 Kompor

- Minyak goreng mengandung asam lemak jenuh dan tak jenuh. Asam lemak jenuh pada minyak goreng terdiri atas **Kaproat, Kaprilat, Laurat, Miristat, Palmitat, dan Stearat. Sementara asam lemak tak jenuhnya yaitu Oleat, dan Linoleat.**



Gambar 3.8 Minyak

- Timbangan Untuk mengukur berat bahan yang akan di buat



Gambar 3.9 Timbangan

- Stopwatch Alat untuk mengukur waktu pada proses pencetakan



Gambar 3.10 Stopwatch

- Wajan Berfungsi sebagai wadah saat melakukan pemanasan plastik pada kompor hingga menjadi lelehan.



Gambar 3.11 Wajan

- PET Plastik jenis ini berbahan PET (Polyethylene Terephthalate) dan biasanya digunakan dalam pembuatan botol soft-drink, botol air sekali pakai dan tempat kosmetik.



Gambar 3.12 PET

- Tebu

Ampas tebu merupakan **limbah berserat dan berupa padatan yang volumenya mencapai 30-40% dari tebu giling**. Ampas ini sebagian besar mengandung bahan-bahan lignoselulosa, yang sebagian besar terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin dan tidak dapat larut dalam air



Gambar 3.13 Tebu



## 2.5 Variabel Penelitian

Penelitian yang saya lakukan ini mempunyai 3 variabel yaitu

- Variabel bebas adalah variabel yang di tentukan sebelum penelitian, variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi berat cacahan 12,18,24 (gram)
- Variabel control adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabelbebas, Variabel Kontrol pada penelitian ini adalah waktu adalah 1,2,3(Menit)
- Variabel Tetap pada penelitian ini ada di tekanan setiap spesimen yang akan di buat yaitu 200 psi.

## 2.6 Prosedur Pengujian

1. Menyiapkan spesimen untuk di uji dengan variabel yang sudah ditetapkan
2. Menimbang benda uji
3. Meletakkan benda uji pada mesin uji tekan dengan posisimendatar
4. Mengoperasikan mesin hingga mendapat data impact secaramaksimum saat benda uji patah
5. Menentukan nilai kuat impact .
6. Menghitung energi dan harga Impact untuk hasil yang telah didapatkann

## 2.7 Pengujian

Tabel 3.2 Pengujian

Berat Serat	Waktu Tekan	Tekanan pengepresan		
12gr	1 Menit	200 psi		
12gr	2 Menit	200 psi		
12gr	3 Menit	200 psi		
18gr	1 Menit	200 psi		
18gr	2 Menit	200 psi		
18gr	3 Menit	200 psi		
24gr	1 Menit	200 psi		
24gr	2 Menit	200 psi		
24gr	3 Menit	200 psi		

Pengukuran ketebalan lembaran spesimen sebelum dan setelah mengalamiproses pembentukan, untuk hasil cetakan diukur di lima titik yang berbedadan dibuat rata-rata. Langkah pengambilan data dilakukan dalam kurun

1. Langkah pertama ialah mengetahui Panjang lengan dan berat mesin ujiimpact.
2. Berikutnya meletakkan spesimen pada tempat yang telah di sediakan.
3. Setelah menentukan tekanan alpha sesuai standart ASTM untukpengujian
4. Selanjutnya melakukan pengujian impact
5. Setelah itu melihat hasil impact yang ada pada setiap spesimen
6. Kemudian mendata hasil impact.

Setelah seluruh hasil pengujian dengan variasi maka kita dapat menentukanenergi dan harga impact untuk dapat masuk dalam metode taguchi. Menghitung energi yang dibutuhkan untuk memecahkan sampeldapat dihitung menggunakan rumus

$$E = m \times g \times R (\text{Cos } \beta - \text{Cos } \alpha)$$

Keterangan :

- E = Energi impact (J)
- M = Berat Pendahuluan (Kg)
- G =Gravitasi (9,8 m/s)
- R = Panjang lengan Pendulun (m)
- $\text{Cos } \alpha$  = Sudut awal ( ° )
- $\text{Cos } \beta$  = Sudut akhir ( ° )

Harga impact pada pengujian dapat dihitung dengan rumus, sebagaiberikut :

$$HI = \frac{E}{A}$$

HI = Harga Impact (J/mm<sup>2</sup>)E =  
Energi impact

A = Luas penampang di bawah takik

### 3. Analisa dan Pembahasan

Tabel pengujian di bawah ini menunjukkan tahapan pengujian yang diambil data selama proses pengujian PET dengan proses peleburan dengan beberapa indikatorvariabel yang berbeda-beda terhadap perlakuannya.

Tabel 4.1

BeratSerat	Waktu	Tekanan Pengepresan
12gr	1 Menit	200 psi
12gr	2 Menit	200 psi
12gr	3 Menit	200 psi
18gr	1 Menit	200 psi
18gr	2 Menit	200 psi
18gr	3 Menit	200 psi
24gr	1 Menit	200 psi
24gr	2 Menit	200 psi
24gr	3 Menit	200 psi

Hasil Uji Faktor Setting Level Taguchi

Tabel 4.2

Berat Serat	Waktu	Tekanan Pengepresan	Uji 1	Uji2	Uji 3
12gr	1 Menit	200 psi	0,022	0,027	0,032
12gr	2 Menit	200 psi	0,006	0,011	0,016
12gr	3 Menit	200 psi	0,022	0,027	0,032
18gr	1 Menit	200 psi	0,002	0,007	0,012
18gr	2 Menit	200 psi	0,034	0,039	0,044
18gr	3 Menit	200 psi	0,018	0,023	0,028
24gr	1 Menit	200 psi	0,038	0,043	0,048
24gr	2 Menit	200 psi	0,002	0,007	0,012
24gr	3 Menit	200 psi	0,002	0,007	0,012

**Response Table for Signal to Noise Ratios**

Larger is better

<b>Level</b>	<b>Berat Serat</b>	<b>Waktu</b>	<b>Tekanan</b>
1	-34,87	-36,26	-38,18
2	-37,06	-39,74	-46,85
3	-42,26	-38,18	-29,15
Delta	7,39	3,48	17,70
Rank	2	3	1

Tabel 4.3

**Response Table for Means**

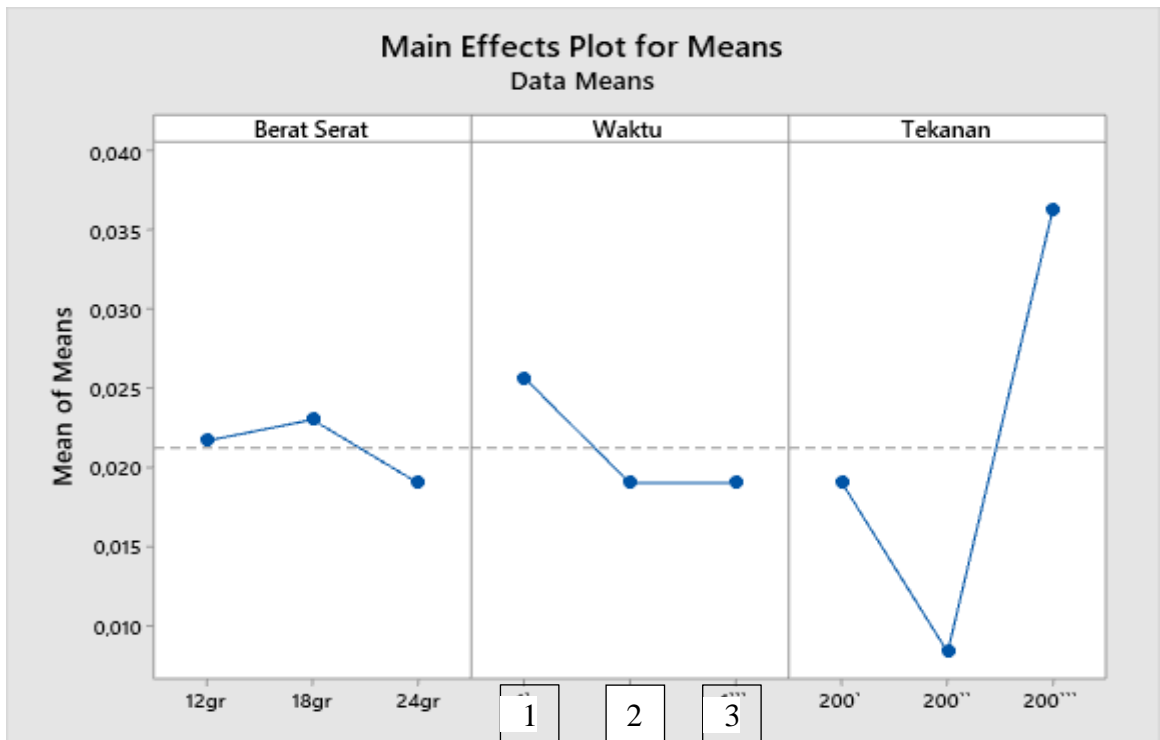
<b>Level</b>	<b>Berat Serat</b>	<b>Waktu</b>	<b>Tekanan</b>
1	0,021667	0,025667	0,019000
2	0,023000	0,019000	0,008333
3	0,019000	0,019000	0,036333
Delta	0,004000	0,006667	0,028000
Rank	3	2	1

Tabel 4.4

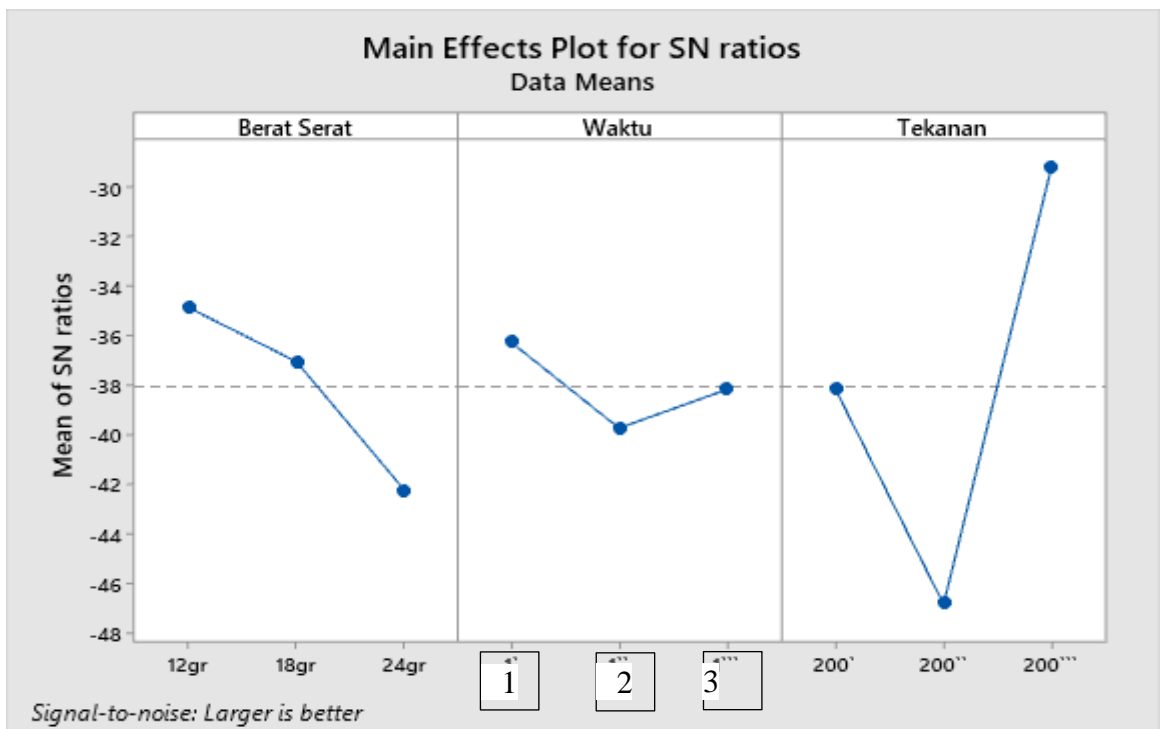




#### 4.1 Grafik Hasil Taguchi Method



Gambar 4.1





## 4.2 Pembahasan

Dalam hasil yang didapat dalam penelitian diatas ialah didapatkannya hasil optimal untuk nilai hasil uji impact dalam hasil ecobrick, dilakukan dengan menghitung hasil penelitian awal dalam setiap level faktornya. Hasil uji impact pada ecobrick yang di dapat menggunakan karakteristik kualitas respon “larger is better” yang berarti pencapaian karakteristik kualitas semakin besar semakin baik., sehingga didapatkannya level factor yang memiliki nilai. Pada variabel tersebut diperoleh kekuatan impact sebesar 0,022/mm<sup>2</sup>, 0,034 J/mm<sup>2</sup> dan 0,038 J/mm<sup>2</sup>.

Kekuatan impact tertinggi diperoleh pada waktu penekanan selama 1 menit , tekanan 200 psi , dan berat serat 24 gram. Hal ini dikarenakan pada variasi ini didapatkannya hasil dengan adanya impact konstan.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh variasi berat Serat dan hasil penekanan hidrolis didapatkan:

- 1) Pada variable berat serat yang paling tinggi terhadap hasil kekuatan impact adalah variasi *berat* dengan berat serat 24 gram.
- 2) Pada variable tekanan yang paling tinggi terletak pada tekanan 200 psi
- 3) Dan waktu paling ideal yang telah di tentukan terletak pada waktu 1 Menit

### **5.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat peneliti sampaikan tentang pengaruh Berat serat pada Mesin Hidrolik Pencetak terhadap Sifat Mekanik adalah peneliti berharap terdapat pengembangan campuran cetak ecobrick ini dengan variasi variabel lainnya agar dapat memahami tingkat kuat hasil pemanfaatan serat maupun cacahan lebih luas .