

I. LATAR BELAKANG

Di dalam dunia pendidikan maupun industri, pembuatan alat untuk pengujian-pengujian yang dilakukan terhadap bahan dasar suatu alat/bahan sangat banyak dan bervariasi, mulai dari alat yang berkapasitas besar maupun berkapasitas sedang.

Pada saat memproduksi alat, banyak industri menengah ke bawah yang membuat alat/benda tanpa melakukan pengujian terhadap bahan dasar yang dipakai. Terutama pengujian untuk mengetahui struktur dan kekuatan maksimum dari jenis bahan dasar itu sendiri. Pengujian bertujuan untuk mengetahui menggunakan alat/benda secara tepat serta efektif terutama dibidang otomotif dan industri yang tidak sembarangan menggunakan alat/benda yang bahan dasarnya tidak sesuai dengan standarisasinya.

Plastik adalah salah satu bahan dasar untuk membuat suatu alat/benda, mulai dari perabotan rumah tangga sampai pembuatan komponen kendaraan. Alasan penggunaan plastik sebagai bahan dasar adalah struktur dan sifat plastik yang mudah dibentuk/dicetak serta tidak korosif. Untuk mengetahui kekuatan tiap jenis plastik, maka perlu dilakukan beberapa deretan pengujian terhadap batang plastik, salah satunya pengujian defleksi pada jenis-jenis batang plastik. Fitriyanto (2013).

Alat uji defleksi batang plastik menggunakan pemanas (*Heat Plastic Deflection Temperature*) adalah suatu alat uji yang digunakan untuk menilai suhu dimana polimer, plastik atau spesimen komposit plastik mengalami deformasi dibawah beban lentur yang diberikan. Suhu distorsi panas juga dikenal sebagai 'suhu defleksi di bawah beban atau 'suhu panas defleksi' (HDT).

Mengingat harga alat uji defleksi batang plastik ini tidak ekonomis, pengoperasiannya yang susah dan diproduksi dalam skala besar, Oleh karena itu perlu dilakukan perancangan dan pembuatan alat uji coba defleksi plastik secara sederhana serta ekonomis namun memenuhi fungsi dari kegunaan alat uji coba yang diperlukan.

II. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Hariyanto (2014), menyelidiki pengaruh siklus termal terhadap kekuatan bending panel komposit sandwich, yaitu tebal core 10 mm dan tebal skin 2 mm dengan V_f komposit skin dan core sebesar 40%. Manufaktur core SP-UF dilakukan dengan cetak tekan, sedangkan komposit *skin* serat rami- UPRs dan komposit *sandwich* dilakukan juga dengan cetak tekan. Komposit *sandwich* diteliti dengan ketebalan skin 2 mm dan core 10 mm. Perlakuan panel komposit *sandwich* dengan siklus *thermal* pada variasi temperatur 75 °C, 125°C, 175 °C dan jumlah siklus 25x, 75x, dan 125x, serta tanpa perlakuan digunakan

sebagai kontrol pengujian untuk mengetahui fenomena sebelum dan sesudah perlakuan. Pada temperatur ruang 35°C mendapatkan nilai defleksi maksimum 8,3 mm dengan tegangan bending maksimum 48,6 MPa. Pada temperatur ruang 75 °C nilai defleksi maksimum sebesar 9,3 mm dan tegangan bending maksimum 20,9 MPa. Pada temperatur ruang 125°C memiliki nilai defleksi maksimum 10,1 mm dengan tegangan bending sebesar 34,7 Mpa . Pada temperatur ruang 175°C nilai defleksi menurun sebesar 9,6 mm dan nilai tegangan bending sebesar 14,6 Mpa.

Hylton (2004), menjelaskan pengujian suhu defleksi digunakan untuk mengetahui ketahanan material terhadap panas dalam jangka pendek dan sebagai pedoman pengaturan suhu cetakan. Pada saat pengujian, ukuran spesimen yang digunakan adalah 50,8 mm x 12,7 mm x 6,35 mm. Beban yang dipakai menggunakan 0,455 MPa dan 1,82 MPa dengan cara membandingkan hasil dari penggunaan kedua beban. Terjadinya defleksi diketahui ketika nilai defleksi menunjukan angka 0,25 mm lalu mencatat pada suhu berapa mengalami defleksi. Fluida dipanaskan saat pengujian dengan kecepatan 2° C/menit sampai suhu maksimal spesimen mengalami defleksi.

Suraatmadja dkk (1998) pernah melakukan pengujian lentur pada balok yang disambung dengan polimer. Pada penelitiannya melihat perilaku lentur pada balok yang mempunyai sambungan. Balok yang mempunyai ukuran 100 mm X 150 mm X 1550 mm diberi beban statis di tengah bentang dalam kondisi

balok diletakkan di atas dua tumpuan dengan jarak bersih 1350 mm. Balok yang disambung diperoleh dengan cara memotong balok utuh menjadi sepuluh elemen, masing-masing sepanjang 135 mm, yang kemudian disambung-sambung dengan bahan polimer yaitu *unsaturated polyester* berbasis *recycled polyethylene terephthalate* setebal 3 mm.

2.2 Dasar Teori

Plastik merupakan material polimer. Istilah polimer di masyarakat umumnya dikenal dengan istilah plastik. Plastik adalah polimer rantai panjang atom mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang. Pada dasarnya tidak semua polimer adalah bahan plastik, akan tetapi plastik merupakan material polimer. Berdasarkan sumbernya polimer terbagi menjadi 3, yaitu polimer alam, polimer semi sintetik dan polimer sintetik. (Simbolon dalam Wulansari, 2013).

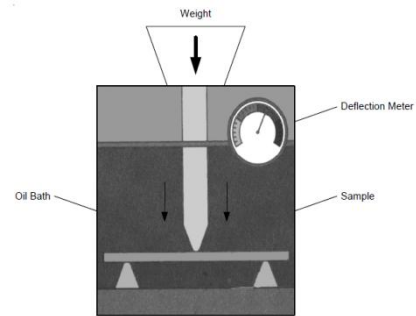
Sifat khas bahan polimer sangat berubah oleh perubahan temperatur. Hal ini disebabkan apabila temperatur berubah, pergerakan molekul karena termal akan mengubah struktur (terutama struktur yang berdimensi besar). Selanjutnya, karena panas, oksigen dan air bersama-sama memancing reaksi kimia pada molekul, terjadilah depolimerisasi, oksidasi, dan seterusnya. Keadaan tersebut jelas akan mempengaruhi sifat-sifat mekanik, listrik, dan kimia. Koefisien pemuaian sebagai akibat dari pergerakan molekul oleh panas dan temperatur gelas (T_g) yang berupa indeks penting bahan, titik cair (T_m) dan nilai defleksi thermal

akibat pengaruh beban tekuk dan temperatur tinggi (*HDT*), titik lunak dan ketahanan panas. (Arifianto, 2008).

Heat Deflection Temperature (*HDT*) merupakan temperatur dimana material mulai mengalami perubahan bentuk, akibat pengaruh beban tekuk (0,455 MPa) dan temperatur tinggi. *HDT* digunakan sebagai batasan temperatur aplikasi dari suatu produk plastik. Karena itu, perlu dipilih material polimer yang memiliki *HDT* yang sesuai dengan aplikasi. Pada dasarnya semakin tinggi *HDT* maka material akan semakin tahan terhadap temperatur tinggi.

2.1 Prinsip Kerja Alat Uji

Prinsip kerja pengujian suhu defleksi batang plastik adalah pengujian defleksi terhadap batang plastik dengan memberikan panas yang dihantarkan oleh fluida cair. Pengujian suhu defleksi panas juga disebut sebagai pengujian suhu distorsi panas yang umumnya digunakan untuk pengendalian kualitas dan mengetahui kualitas bahan untuk ketahanan panas dalam jangka pendek. Data yang diperoleh dengan metode ini tidak dapat digunakan untuk memprediksi suatu perilaku bahan plastik pada suhu yang tinggi dan tidak dapat digunakan dalam memilih atau menentukan material untuk perancangan. Nilai suhu yang diberikan dibawah nilai suhu leleh plastik (*Melting point*). Pemberian panas bertujuan untuk mengetahui pada suhu berapa batang plastik mengalami lendutan atau defleksi dan mengetahui nilai defleksi yang dihasilkan. Willey (2007).



Gambar 2.1 Pengujian Suhu Defleksi Batang Plastik (Hylton, 2004)

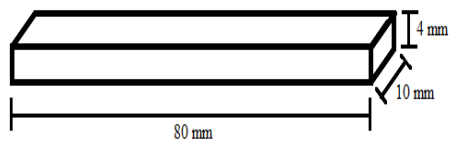
III. METODE PROSES PEMBUATAN

3.1 Pendekatan Pembuatan

Pendekatan pembuatan merupakan suatu sistem pengambilan data dalam suatu pembuatan. Pembuatan ini menggunakan metode pembuatan dan pengembangan yaitu suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru, atau menyempurnakan produk yang telah ada yang dapat dipertanggungjawabkan.

A. Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan pada saat proses pengujian alat uji suhu defleksi menggunakan batang plastik berjenis *Polypropelene*, *ABS* dan *Acrylic*. Masing-masing spesimen berukuran 80mm x 10mm x 4 mm. spesimen akan ditunjukkan pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Ukuran Spesimen Pengujian.

B. Bahan yang digunakan pada pembuatan alat uji suhu defleksi.

Pada proses pembuatan alat uji suhu defleksi, langkah pertama adalah pemilihan bahan yang digunakan untuk membuat rangka yang kokoh. Plat baja siku adalah bahan yang kuat dan kokoh untuk dijadikan rangka utama. Setelah rangka jadi, lempengan aluminium dipasang pada tiap sisi rangka sebagai *cover* ruang pemanas dan *Acrylic* dijadikan *cover* pada ruang komponen kelistrikan. Demi keamanan alat uji ditambahkan kipas *blower* mini yang sudah diubah tegangan inputnya menggunakan AD/DC Adaptor 220V-12V dibagian ruang komponen listrik agar panas yang dihasilkan oleh ruang pemanas, suhu ruang komponen listrik dapat terjaga dan tidak mengganggu kinerja bacaan suhu dari *thermostat*. Lalu alat uji dipasang pemutus aliran berupa MCB jika terjadinya konsleting listrik agar komponen listrik lainnya tidak terkena imbas dari adanya konsleting listrik tersebut. Pengujian defleksi menggunakan *dial indicator* sebagai alat pembaca defleksi dan *thermocouple* sebagai sensor suhu.

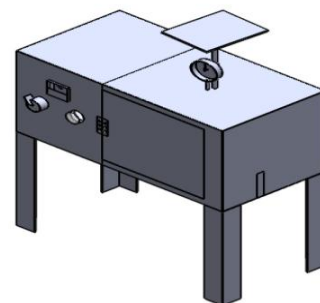
3.2 Diagram Alir



Gambar 3.2 Diagram Alir

3.3 Perancangan Alat Uji

Perancangan alat uji pada tahap awal dimulai dengan membuat sketsa kasar sekema alat uji suhu defleksi pada kertas dengan pertimbangan awal agar alat uji mempunyai sifat mudah dibuat, mudah untuk merawat, dan portable.



Gambar 3.3 Rancangan Alat Uji

3.4 Pembuatan Alat Uji

A. Pembuatan Rangka

Setelah pemilihan bahan baku selesai, kemudian dilakukan pembuatan rangka menggunakan teknik penyambungan antar rangka dengan menggunakan las busur listrik. Alasan penggunaan las busur listrik adalah selain mudah dikerjakan, las busur listrik tidak membuat batang rangka menjadi “melengkung” atau memuai dikarenakan panas yang dihasilkan terfokuskan pada daerah sambungan lasnya saja. Kemudian, pemilihan plat siku sebagai rangka karena menggunakan plat siku lebih kokoh dan kuat dibandingkan plat strip.



Gambar 3.4 Pembuatan Rangka

A. Pemasangan Cover

Penggunaan lempengan aluminium sebagai bahan cover dengan alasan lempengan berbahan dasar aluminium memiliki nilai daya tahan terhadap korosi yang tinggi serta harga yang murah dibandingkan dengan jenis yang lain. Pada saat proses pemasangan cover, lempengan aluminium dipotong dahulu sesuai ukuran tiap sisi alat uji.



Gambar 3.5 Pemasangan Cover

B. Pewarnaan dan *Finishing*

Proses pewarnaan menggunakan metode penyemprotan dengan cat semprot/ *spray paint*. Pengecatan dilakukan dengan 2 tahap, yaitu pengecatan dasar lalu pengecatan utama. Proses pengeringan cat menggunakan panas matahari tetapi tanpa kontak langsung. Alasan menggunakan metode cat semprot, karena proses pengecatannya mudah, harga ekonomis dan cat yang dihasilkan merata dibandingkan menggunakan cat kuas.

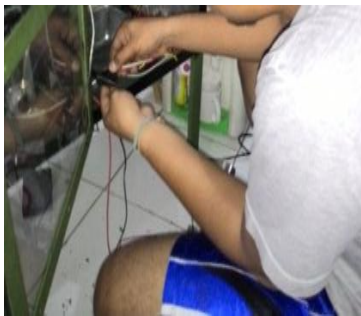


Gambar 3.6 Proses Pewarnaan

C. Pemasangan Rangkaian Listrik

Pembagian arus listrik alat uji menggunakan satu sumber listrik dibagi menjadi tiga sumber. Arus positif awal melewati MCB sebagai pengaman ketika terjadinya korsleting listrik lalu dihubungkan ke tiga port terminal. Arus negatif menjadi massa di tiap-tiap komponen. Untuk penggunaan tegangan 220V dihubungkan langsung ke komponen yang dapat menerima tegangan 220V tanpa menggunakan adaptor seperti

thermostat, lampu indikator, *magnetic contactor*, sakelar, dan pemanas listrik. Namun jika ada komponen seperti kipas *blower* yang hanya menerima tegangan 12V harus diturunkan dahulu menggunakan *adaptor power supply* yang arus listriknya diambil dari *port* satu dari tiga *port* terminal yang ada.



Gambar 3.7 Pemasangan Rangkaian Listrik

D. Pengujian Alat Uji

Setelah Alat selesai dirakit dan sebelum di uji coba, alat di dahulukan pengecekan kinerja tiap-tiap komponen. Pengecekan tersebut ialah:

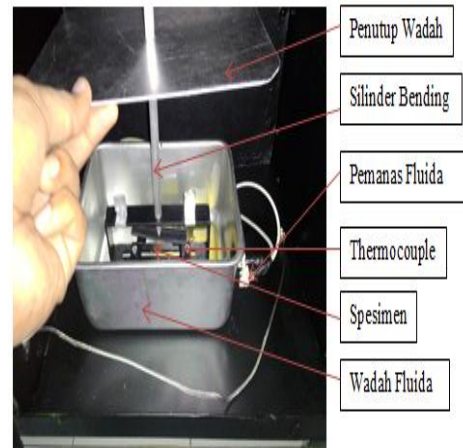
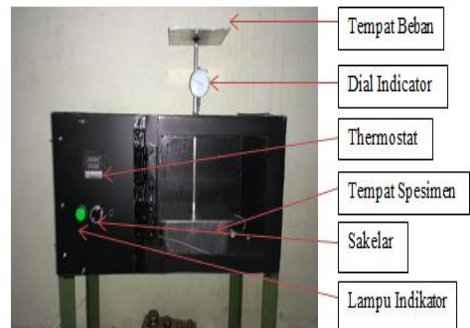
- 1) Pengecekan fungsi MCB dan sakelar.
- 2) Pengecekan keakuratan *thermostat* dan *thermocouple*.
- 3) Pengecekan fungsi dari *magnetic contactor* dalam menerima sinyal dari *thermostat*.
- 4) Percobaan pemanas listrik dengan menggunakan air sebagai pengganti minyak.
- 5) Percobaan penggunaan *dial indicator* dalam mengukur turunnya lendutan



Gambar 3.8 Pengujian Alat Uji

IV. Hasil Pembuatan dan Pengujian Alat Uji.

A. Hasil Pembuatan Alat Uji



Gambar 4.1 Alat Uji Suhu Defleksi

B. Spesifikasi Alat Uji Suhu Defleksi

Buatan

Kisaran Suhu	250 °C
Laju Pemanasan	3°C/Min
Kesalahan Suhu	2°C
Max. Kesalahan Defleksi	0,1 mm
Jumlah Tempat Sampel	1 buah
Berat Tiang dan Pallet	400 gram
Metode Pendinginan	Tidak Ada
Voltase	Fase Tunggal, 220V, 50 Hz
Dimensi	600 mm, 300 mm, 600 mm

Gambar 4.2 Spesifikasi Alat Uji

Pabrikasi

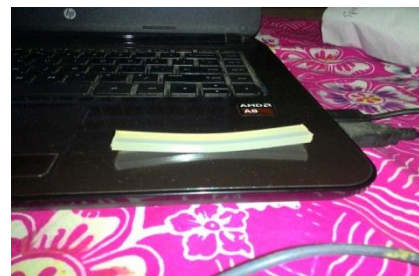
Kisaran Suhu	300 °C
Laju Pemanasan	2°C/Min
Kesalahan Suhu	0.1 °C
Max. Kesalahan Defleksi	0,1 mm
Jumlah Tempat Sampel	3 Buah
Berat Tiang dan Pallet	68 gram
Metode Pendinginan	Ada
Voltase	Fase Tunggal, 220V, 50 Hz
Dimensi	528 mm, 545 mm, 37 mm

Gambar 4.3 Spesifikasi Alat Uji

C. Pengujian Alat Pada Spesimen :

- Ukur spesimen dengan ukuran panjang 80 mm, lebar 10 mm dan tebal 4 mm.
- Tempatkan spesimen pada dudukan pada posisi ditengah-tengah antara kedua dudukan.
- Tekan spesimen dengan silinder bending yang telah diberikan beban yaitu 8.00 Mpa (13,3 N).
- Arahkan thermocouple pada posisi dengan jarak 20 mm dari spesimen.
- Taruh spesimen kedalam wadah fluida dengan posisi tegak.
- Tuang fluida cair kedalam wadah spesimen dan rendam spesimen dengan jarak permukaan fluida 50 mm dari posisi spesimen.
- Tutup pintu ruang pemanas.

- Atur posisi *dial indicator* tepat diatas permukaan alat uji dengan posisi jarum panjang menunjukkan 0.00 mm.
- Pastikan suhu awal fluida 27°C.
- Tarik tuas MCB ke arah ON.
- Putar sakelar ke posisi ON.
- Atur suhu yang diinginkan dengan cara menekan tombol "Set" pada *thermostat*.
- Tunggu dan baca pada suhu berapa spesimen mengalami defleksi serta baca berapa mm spesimen mengalami defleksi pada *dial indicator*.
- Setelah pengujian selesai, tunggu sampai suhu fluida menjadi 40°C kebawah lalu kurus fluida dan ambil spesimen yang telah mengalami defleksi.



Gambar 4.4

Spesimen Yang Telah Mengalami Suhu Defleksi

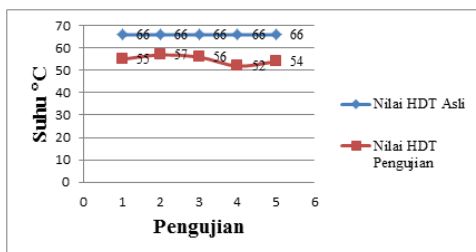
Setelah pengujian selesai dan data yang telah didapat, kemudian menghitung nilai defleksi, konsumsi daya laju, perpindahan panas dan menganalisa hasil pengujian dan kinerja alat uji.

D. Hasil Pengujian

Pada proses pengujian defleksi batang plastik jenis ABS, Polypropelene, Acrylic

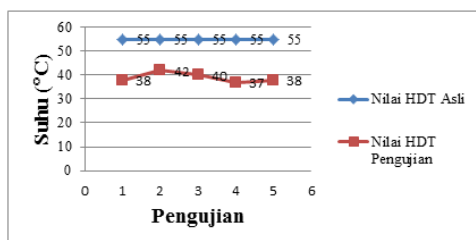
menggunakan metode C dengan beban 8.00 Mpa dan hasil perbandingan yang didapatkan nilai *HDT* standar dengan Nilai *HDT* pengujian.

Pengujian Ke	Nilai HDT Asli (°C)	Nilai HDT Pengujian (°C)
1	66	55
2	66	57
3	66	56
4	66	52
5	66	54



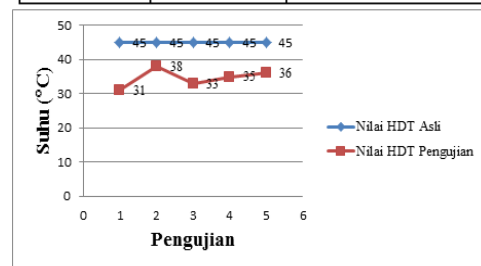
Gambar 4.5 Hasil Pengujian ABS

Pengujian ke	Nilai HDT Asli	Nilai HDT Pengujian
1	55	38
2	55	42
3	55	40
4	55	37
5	55	38



Gambar 4.6 Hasil Pengujian Acrylic

Pengujian ke	Nilai HDT Asli	Nilai HDT Pengujian
1	45	31
2	45	38
3	45	33
4	45	35
5	45	36



Gambar 4.7 Hasil pengujian Polypropelene

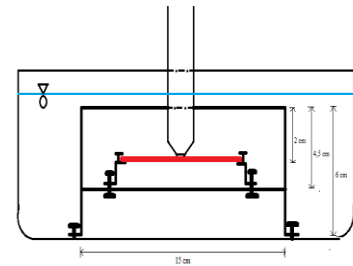
Perbedaan yang terjadi saat pengujian alat uji buatan dengan alat uji pabrikan terdapat pada suhu defleksi yang dicapai. Hal ini disebabkan oleh berbedanya kualitas alat ukur suhu, beban standar dan pemanas listrik yang digunakan saat pengujian, sehingga bacaan suhu yang dihasilkan jauh lebih cepat mengalami defleksi dibandingkan dengan hasil pengujian menggunakan alat uji pabrikan. Kemudian, perbedaan hasil dalam lima kali percobaan menggunakan satu jenis plastik disebabkan oleh kondisi struktur atom spesimen berbeda satu sama lain. Yang artinya, semakin jelek struktur spesimen plastik, semakin cepat pula spesimen mengalami suhu defleksi.

V. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan pada perancangan, pembuatan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat uji suhu defleksi batang plastik yang telah dirancang dan dibuat dengan spesifikasi alat yaitu: tegangan listrik rangkaian 220V arus dibatasi dengan pengaman MCB arus listrik maksimum 4A. Maksimum pemakaian daya listrik alat ini sebesar 350 Watt.
 2. Hasil nilai suhu defleksi tiap-tiap jenis plastik yang didapatkan dengan menggunakan alat uji buatan berbeda dengan nilai suhu defleksi pada nilai standar yang tercantum pada *Material Property Data*, dikarenakan nilai beban standar yang dipakai untuk pengujian berbeda dengan nilai beban standar pengujian ISO.
 3. Hasil pengujian pada plastik ABS mengalami defleksi pada suhu 53°C dan nilai standar deviasi yang didapat dari pengujian yaitu 2,78. Plastik Acrylic mengalami defleksi pada suhu 39°C dan didapatkan nilai standar deviasi 2. Kemudian pada pengujian plastik Polypropelene mengalami defleksi pada suhu 35°C dengan nilai standar deviasi 2,7.
2. Perlu ditambahkan pendingin pada ruang pemanas agar pada saat proses pengkondisian, suhu fluida yang telah dipanaskan lebih cepat menurun yang nantinya dapat mempercepat waktu pengujian selanjutnya.
 3. Memperhatikan efisiensi alat, kedepannya agar dapat merubah dimensi dan bentuk dari alat tersebut.
 4. Posisi penempatan spesimen harus dalam kondisi stabil atau tidak bergeser.



5. Penambahan tempat spesimen yang sesuai dengan standar pabrikan agar pengujian dapat dilakukan tiga spesimen sekaligus.

2. Saran

1. Pada pengembangan pembuatan alat uji suhu defleksi kedepannya, penggunaan alat ukur seperti *thermostat*, *dial indicator*, dan komponen listrik lainnya diganti dengan kualitas yang lebih baik agar kinerja alat uji dapat optimal serta akurat sesuai dengan standar alat uji pabrikan.