

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Kayu Mdf

Kayu adalah bagian batang atau cabang serta ranting tumbuhan yang mengeras mengalami *lignifikasi* (pengayuan). Kayu digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari memasak, membuat perabotan seperti meja, kursi, bahan bangunan, pintu, jendela, rangka atap, bahan kertas, dan masih banyak lagi. Kayu juga dapat dimanfaatkan sebagai hiasan-hiasan rumah tangga dan sebagainya. Penyebab terbentuknya kayu adalah akibat akumulasi selulosa dan lignia pada dinding sel berbagai jaringan di batang. Ilmuan kayu (*wood science*) mempelajari aspek mengenai klasifikasi kayu serta serat-serat kimia, fisika, dan mekanika kayu dalam berbagai kondisi penanganan. Beberapa jenis kayu dipilih karena bersifat kedap air, isolator, dan mudah dibentuk (Budiastomo & Sylvia, 2020).

Pada awalnya, kayu karet utamanya digunakan untuk kayu pertukangan dengan diameter besar. Namun, dengan kemajuan teknologi dalam pengolahan dan pengawetan kayu karet saat ini, kayu karet berdiameter kecil juga telah banyak dimanfaatkan, terutama dalam produksi papan serat *Medium Density Fibreboard* (MDF). MDF dapat diolah menjadi bubuk kayu, yang kemudian digunakan untuk membuat papan partikel, pulp, dan kertas. Berbagai produk kayu karet seperti *furnitur*, papan partikel, lantai parket, *molding*, *laminasi*, dan *pulp* saat ini tersedia luas di pasar. Kualitas papan serat yang dibuat dari kayu karet setara dengan kayu lapis yang berasal dari hutan alam (Boerhendhy et al., 2020).

2.2 Jenis-Jenis Papan Komposit

Terdapat 3 jenis papan komposit yang biasanya di gunakan untuk membuat kerajinan, berikut penjelasannya.

2.2.1 Papan Serat Berkerapatan Sedang (MDF)

Medium Density Fiberboard (MDF) adalah jenis produk panel kayu yang terbuat dari bahan berlignoselulosa, khususnya serat kayu. Bahan baku untuk pembuatan MDF dapat berasal dari serat berbagai jenis kayu atau limbah berbahan *lignoselulosa*, yang dalam proses pembuatannya memerlukan penambahan bahan perekat untuk mengikat serat-serat tersebut bersama. Produk MDF yang tersedia di pasaran umumnya menggunakan perekat berbasis *formaldehida* seperti *urea formaldehida* (UF), *phenol formaldehida* (PF), dan *melamin formaldehida* (MF) (Ellayawan Arbintarso, 2019).

Bentuk MDF biasanya berupa papan atau lembaran sesuai kebutuhan. MDF sangat fleksibel sehingga mudah dibentuk. MDF lebih berat dari *plywood* dan *particle board* karena memakai campuran bahan kimia resin, Kelebihan MDF meliputi permukaan yang halus dan fungsi serbaguna. Namun, kelemahannya adalah kemampuannya mudah menyerap air yang dapat menyebabkan masalah seperti pertumbuhan jamur dan kerusakan lebih mudah (Murtopo et al., 2022).



Gambar 2. 1 Papan kayu Mdf
(*Papan-Mdf_169*, n.d.)

2.2.2 Papan Untai Berarah (OSB)

Oriented Strand Board (OSB) adalah produk papan kayu struktural yang terbuat dari partikel-partikel yang tersusun dalam untaian dan diperkuat dengan perekat *thermosetting* tahan air. Produk papan komposit berbentuk untaian yang terstruktur dengan baik yang dibuat dengan perekat *thermosetting* melalui kempa panas, di mana arah serat lapisan permukaan tegak lurus dengan lapisan inti disebut OSB. Kelebihan OSB dibandingkan produk komposit lainnya diantaranya adalah memiliki stabilitas dimensi dan sifat mekanis yang baik. Produk OSB memiliki keunggulan dibandingkan dengan papan komposit lainnya karena dapat digunakan baik untuk aplikasi struktural maupun non-struktural seperti bingkai *furnitur*, papan dekoratif, lemari, permukaan meja industri, dan lainnya (Ningsih & Karlinasari, 2023).



Gambar 2. 2 Papan Kayu OBS
(Alibaba, 2021)

2.2.3 Papan Partikel

Papan komposit sebagai bahan yang sangat aplikatif di berbagai bidang, seperti kedirgantaraan, kerangka otomotif, konstruksi dan furnitur karena biaya produksi yang rendah, kekuatan dan kekakuan yang tinggi, anti korosi dan termal yang baik, serta tidak sensitif terhadap kelembaban. Permintaan dan konsumsi papan komposit dari serbuk kayu menunjukkan peningkatan, karena stabilitasnya dan harganya yang murah. Pembuatan papan komposit memiliki efek positif terhadap lingkungan dan ekonomi, karena menggunakan bahan limbah atau residu(Desiasni et al., 2023)

Modulus of elasticity (MOE), *Modulus of Rupture* (MOR), dan keteguhan tarik merupakan mechanical properties dari papan partikel. MOE atau kekuatan lentur papan partikel dipengaruhi oleh kandungan dan jenis bahan perekat yang digunakan, selain daya ikat rekat dan panjang serat. Papan partikel akan semakin elastis jika nilai kekuatan lenturnya semakin tinggi. MOR merupakan sifat mekanis yang menunjukkan kekuatan material dalam menahan beban yang bekerja

terhadapnya sampai patah. Secara umum, nilai MOE dan MOR yang diperoleh lebih baik untuk papan partikel dengan kerapatan yang lebih tinggi. Sementara keteguhan tarik tegak lurus permukaan lembaran papan partikel juga biasa disebut dengan keteguhan internal atau *internal bound* (IB). (Andromeda Dwi, 2021)



Gambar 2. 3 Papan Partikel
Sumber (*Firedoors*, n.d.)

2.3 Pengertian Laser *Cutting*

Mesin CNC laser *cutting* adalah teknologi yang menggunakan laser sebagai alat pemotong dengan mengarahkan energi tinggi pada titik-titik tertentu. Proses pemotongan menggunakan laser menerima instruksi langsung dari komputer, sehingga pemotongan secara otomatis dapat dilakukan oleh mesin CNC (*Control Numeric Computer*). Teknologi laser saat ini sudah sedemikian pesat dan digunakan hampir disegala bidang, seperti di bidang manufaktur, medis, seni, transaksi perdagangan, dan percetakan. Walaupun ada berbagai jenis laser yang ada di

pasaran, namun di bidang manufaktur yang seringkali dijumpai adalah Laser *Cutting*(Asroni, 2022).

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, aplikasi laser semakin meluas di berbagai bidang. Aplikasi untuk aplikasi pemessinan laser dapat berupa laser engraving, laser marking, dan laser *cutting*. Penerapan ukiran laser pada bahan adalah teknik yang tersebar luas saat ini, terutama di bidang proses manufaktur. Keuntungan menggunakan teknologi pengukiran laser dibandingkan metode tradisional adalah otomatis dikontrol oleh sistem CNC (*Computer Numerical Control*), yang meningkatkan akurasi kerja dan membuat proses pengukiran lebih akurat. Proses pengukiran dengan laser memerlukan pengoperasian mesin laser dengan parameter yang sesuai yang diatur dalam sistem kontrol agar mesin laser berfungsi dengan baik. Oleh karena itu, proses pengukiran laser harus dikombinasikan dengan benda kerja untuk mencapai kualitas yang baik. Jenis laser menentukan bahan apa yang dapat diukir dengan logam dan non-logam. Kekuatan laser memengaruhi kemampuan pengukiran material, dan jarak kepala laser pengukir laser memengaruhi titik fokus yang dihasilkan. Proses ukiran. Kecepatan gerak laser mempengaruhi kekasaran hasil ukiran pada permukaan benda kerja. Menggunakan parameter yang benar untuk jenis bahan tertentu dapat mengurangi kerugian akibat cacat dan kerusakan akibat proses pengukiran laser(M. A. Putra, 2024).

2.4 Kekurangan dan Kelebihan Laser *Cutting*

Masalah yang sering terjadi dalam proses laser *cutting* adalah kecacatan pemotongan.kecacatan tersebut diantaranya surface kasar sampai tidak

terpotongnya produk pada proses pemotongan. Untuk mencapai hasil pemotongan dengan kekasaran minimum akan mempengaruhi laju pemotongan yaitu waktu yang lebih lama. Tetapi jika waktu pemotongan semakin cepat menyebabkan nilai kekasaran yang tinggi dikarenakan sinar laser yang terlalu cepat untuk memotong material. Untuk mendapatkan hasil produk dengan kekasaran minimum dapat dicapai dengan pengaturan parameter yang mempengaruhi, yaitu titik fokus sinar laser, tekanan gas *cutting*, dan *cutting speed* (Hidayat et al., 2021).

Potensi teknologi Mesin Laser CNC ini sangat menjanjikan apabila industri di bidang manufaktur dapat menggunakannya, khususnya industri otomotif yang berhubungan dengan proses *cutting* yang didalamnya terdapat proses *blanking*, *piercing*, dan *parting*. Proses *blanking* yang digunakan di industri manufaktur biasanya menggunakan konstruksi dies berupa *punch* dan *dies* sebanyak satu atau dua stasiun kerja dimana dalam proses pembuatannya dan proses produksinya memerlukan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Dalam proses pemotongan laser *cutting*, kecepatan potongnya juga bisa diatur sesuai kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi waktu pemotongan, akan tetapi kecepatan potong juga akan mempengaruhi hasil pemotongan. Oleh karena itu, penelitian tentang pengaruh kecepatan potong mesin CNC laser *cutting* terhadap benda kerja penting untuk dilakukan. Hal ini agar industri manufaktur dapat mempercepat proses produksi dan meminimalisir biaya yang dikeluarkan (Sunarto et al., 2023).

2.5 Jenis-jenis Laser

Laser telah menjadi teknologi yang memfasilitasi manusia dalam menyelesaikan tugas dengan cepat, praktis, dan akurat. Dalam penggunaannya,

laser memiliki berbagai aplikasi utama, seperti tanda (marking), bor, penggilingan mikro, pemotongan, ukiran, pengelasan, dan perlakuan panas/pengerasan dalam industri otomotif, penerbangan, dan mikroelektronika. Dalam industri kreatif dan kerajinan, mesin laser digunakan untuk memproduksi berbagai barang, seperti karya seni dari granit, kulit binatang, gantungan kunci, aksesoris, dan ukiran, serta untuk mengurangi ketebalan pelat besi dan membuat lekukan. Mesin laser memiliki berbagai jenis, termasuk laser YAG (*Yttrium Aluminium Garnet*), laser CO₂, laser *cutting*, dan laser fiber (Halim et al., 2022).

2.6.1 Laser Fiber

Mesin laser fiber merupakan mesin yang memiliki produktivitas tinggi dalam mencapai target produksi di *CV. XYZ* sehingga topik terkait pengoptimalan pemotongan laser untuk pemotongan lembaran logam dan penting nya menentukan metode perawatan pada mesin CNC Laser Fiber. Beberapa cara untuk menentukan waktu perawatan efektif dengan *MTTR* memperhitungkan waktu yang diperlukan untuk diagnosis, kedatangan ahli pemeliharaan, kedatangan komponen atau komponen pengganti, dan perbaikan aktual itu sendiri. Dalam rangka meningkatkan efektivitas, penting untuk mengidentifikasi penyebab menurunnya efektivitas dan faktor-faktor dominan dari *six big losses*. Penggunaan diagram Pareto dapat digunakan untuk menganalisis faktor-faktor tersebut dan menentukan faktor mana yang memberikan kontribusi terbesar terhadap menurunnya efektivitas (Roziq Husen & Iskandar, 2023).



Gambar 2. 4 Laser Fiber
(Roziq Husen & Iskandar, 2023)

2.6.2 Laser Engraving

Merupakan salah satu teknologi yang digunakan dalam desain untuk mengukir atau menandai objek. Dalam metode ini, sinar laser digunakan untuk menghapus material padat sesuai dengan pola yang ditentukan sebelumnya. Mesin laser adalah alat kreatif yang memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan alat potong lainnya seperti CNC *router* dan gergaji. Laser menggunakan energi panas untuk memotong, sehingga material tidak menerima tekanan sebagaimana yang terjadi pada alat potong lainnya. Selain itu, ketika memotong bahan seperti kayu MDF, hasilnya akan halus dan langsung siap digunakan sesuai kebutuhan.



Gambar 2. 5 Laser Engraving
(GXUCNC, 2023)

2.6.3 Laser YAG

Laser *neodymium: yttrium-aluminium-garnet* (Nd: YAG) adalah alat yang diadaptasi dari sinyal-sinyal yang berdenyut dan bertujuan untuk mengatur jumlah panas yang dihasilkan. Dalam perawatan periodontal, laser Nd: YAG telah digunakan untuk bedah jaringan lunak dan mengurangi hipersensitivitas dentin. Selain itu, laser Nd: YAG mampu mengurangi jumlah bakteri dalam *poket periodonta*. (Louisa & Vilit, 2022).

Laser Nd:YAG biasanya digunakan pada operasi rongga mulut dan *orophaynx* karena memiliki penetrasi yang tinggi, sangat cocok untuk *hemostasis* dan *koagulasi*, tetapi memiliki efek penguapan yang tinggi terhadap jaringan sekitar(D. P. Putra & Nukman, 2023).



Gambar 2. 6 Laser YAG
(Louisa & Vilit, 2022)

2.6.4 Laser CO₂

Laser CO₂ adalah salah satu jenis laser yang menggunakan gas CO₂ untuk menghasilkan energi tinggi dengan efisiensi yang baik. Gas CO₂ disimpan dalam tabung yang digunakan untuk menghasilkan sinar laser. Keunggulan utama dari laser CO₂ termasuk efisiensi tinggi dan *output* daya yang besar. *Output* daya biasanya mencapai antara 5 hingga 20% dari input daya, yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan dengan laser gas lainnya. Panjang gelombang laser CO₂ berkisar antara 9 hingga 11 μm , sehingga cocok untuk berbagai aplikasi pada material. Laser jenis CO₂ memang memiliki daya yang besar (sampai ratusan watt). Tetapi mesin jenis ini harganya mahal. Dalam penelitian ini, kami sebagai PLP berupaya untuk membuat mesin laser cutting yang murah dan sederhana, sehingga dapat mendukung kinerja PLP di dalam laboratorium(Saputro & Darwis, 2020).



Gambar 2. 7 Laser CO₂
(Saputro & Darwis, 2020)

2.6 Aplikasi *Lightburn*



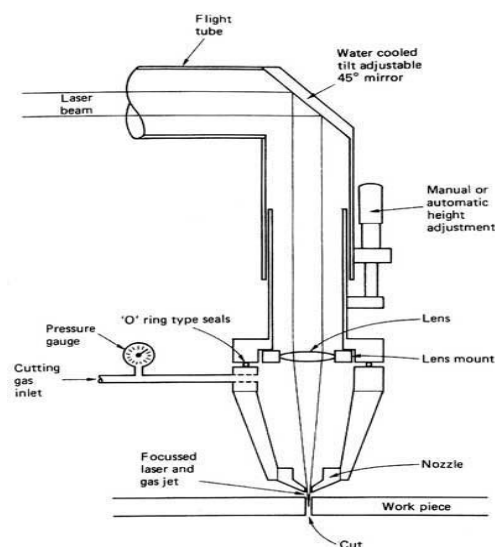
Gambar 2. 8 Aplikasi *Lightburn*
(Lightburn, 2022)

Lightburn adalah perangkat lunak yang diciptakan untuk mengontrol mesin pemotong laser atau mesin CNC yang dilengkapi dengan laser. Aplikasi ini dirancang khusus untuk digunakan dengan peralatan semacam itu dan menyediakan berbagai fitur untuk proses desain, pengaturan, serta pengendalian pemotongan atau

pengukuran menggunakan laser. *Lightbrun* sangat diminati di kalangan pengrajin, pembuat *prototipe*, dan industri kreatif yang memanfaatkan teknologi laser untuk berbagai aplikasi seperti pemotongan, pengukuran, dan penandaan pada beragam material seperti kayu, kertas, plastik, kainzz, dan bahan lainnya(Prasetyo et al., n.d.).

2.7 Prinsip Kerja Laser *Cutting*

Prinsip kerja pemotongan laser adalah mengarahkan sinar laser daya tinggi ke material yang akan dipotong melalui computer. Teknologi pemotongan laser perusahaan dapat memotong bentuk yang sulit diproses pada mesin milling CNC. Hasil yang didapat cukup akurat karena memiliki tingkat akurasi 0,001 mm. *Frekuensi* operasi dioda pemotongan laser itu sendiri dalam spektrum yang terlihat adalah sekitar 1014 Hz-15 Hz, atau ratusan ribu kali *frekuensi* gelombang mikro. Cahaya yang dihasilkan digunakan untuk memotong berbagai bahan, seperti akrilik, triplek, kain, dan kulit.(Roziq Husen & Iskandar, 2023)



Gambar 2. 9 Prinsip kerja laser *cutting*
(Roziq Husen & Iskandar, 2023)

1. Resonator laser menghasilkan sinar laser dengan diameter sekitar $\frac{3}{4}$ inci.
2. Sinar laser yang dikeluarkan kemudian dialihkan oleh lensa pembias untuk memastikan bahwa sinar laser keluar sesuai dengan jalurnya tanpa mengalami perubahan arah.
3. Sinar laser dipandu menuju lensa fokus untuk menghasilkan konsentrasi yang optimal dari laser tersebut.
4. Setelah laser berhasil difokuskan, ia kemudian akan dikeluarkan melalui *nozzle* bersamaan dengan jet gas bertekanan.
5. Sinar laser dan jet gas bekerja bersama secara otomatis untuk melakukan pemotongan benda kerja sesuai dengan pola yang diatur oleh sistem CNC.

2.8 Parameter Laser *Cutting*

parameter proses tersebut antara lain terdiri dari titik fokus sinar laser, kecepatan gas, dan kecepatan pemotongan. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kombinasi parameter proses laser cutting untuk menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang kecil. Analisis data nilai kekasaran permukaan dilakukan dengan metode *Taguch*. Bentuk penampang permukaan hasil pemotongan dengan menggunakan laser *cutting* (Lubis et al 2023).

Teknik pemotongan laser melibatkan fokus radiasi pada satu titik, dikenal sebagai "titik energi maksimum," untuk meningkatkan suhu secara tepat guna agar dapat memotong bahan yang beragam. Pada generator laser, komponen penting termasuk media aktif (atom atau molekul) yang ditempatkan di antara dua cermin,

serta sumber eksitasi yang digunakan untuk memicu pembentukan sinar laser. Proses ini terjadi saat sumber eksitasi merangsang atom atau molekul dalam media aktif menjadi bersemangat (menghasilkan emisi foton). Ketika elektron kembali ke orbit dengan tingkat energi lebih rendah setelah rangsangan oleh sumber eksitasi, foton dilepaskan. Ini menghasilkan emisi foton ketika elektron turun ke tingkat energi yang lebih rendah (Rizal et al., 2022).