

Rancang Bangun Mesin Ukir Bakar Berbasis Arduino Uno

Inda¹, Yoddy Agung Nuhgraha²

¹Mahasiswa Program Studi Mekanik Industri dan Desain, Politeknik TEDC Bandung

²Dosen Program Studi Mekanik Industri dan Desain, Politeknik TEDC Bandung

Email: indanda175@gmail.com , yan_nuhgraha@poltektedc.ac.id

ABSTRAK

Pengrajin ukir bakar masih menggunakan alat seperti pena solder dalam proses pembuatannya. Seni ukir bakar dikerjakan secara manual menggunakan keterampilan tangan para pengrajin. Mesin ukir bakar memiliki peran penting dalam proses pembakaran saat menghasilkan seni ukir ini. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi yang lebih presisi, efisien, dan andal dalam proses pembakaran menggunakan mesin ukir bakar. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk merancang mesin ukir bakar berbasis *Arduino Uno*. Metode penelitian meliputi studi *literatur*, persiapan alat, serta pemilihan bahan untuk konstruksi rangka. Rangka menjadi elemen penting dalam perancangan mesin, karena berfungsi sebagai penopang beban selama mesin beroperasi. Hasil simulasi tegangan *von Mises* menunjukkan nilai sebesar 3,408 N/mm² (MPa) dan 6,470 N/mm² (MPa).

Kata Kunci: Mesin Ukir Bakar, Rangka

ABSTRACT

Burn engraving artisans still use tools similar to soldering pens in their crafting process. Burn engraving art is manually created using the skills of the artisans. Burn engraving machines play a significant role in the burning process when producing this art. Therefore, this study aims to develop a more precise, efficient, and reliable solution for the burning process using a burn engraving machine. Additionally, this study also seeks to design a burn engraving machine based on Arduino Uno. The research methods include a literature review, tool preparation, and material selection for the frame construction. The frame is a crucial component in machine design as it supports the load during machine operation. The von Mises stress simulation results show values of 3.408 N/mm² (MPa) and 6.470 N/mm² (MPa).

Keywords: Burn Engraving Machine, Frame

1. PENDAHULUAN

Dalam industri seni, khususnya di Indonesia, seni ukir bakar, yang juga dikenal sebagai *pyrography*, hingga kini masih menggunakan alat seperti pena solder dalam proses pembakarannya. Proses ini dilakukan secara manual dengan keterampilan tangan para pengrajin. Mesin ukir bakar berperan penting dalam mendukung proses pembakaran selama pembuatan seni ukir bakar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi yang lebih presisi, efisien, dan andal menggunakan mesin ukir bakar berbasis *Arduino Uno*.

Ukiran adalah seni menggoreskan atau memahat huruf, gambar, atau pola pada berbagai media seperti kayu, logam, atau material lainnya, sehingga menghasilkan bentuk yang timbul, cekung, atau datar sesuai desain. Ukiran pada media seperti batu, kayu, tulang, atau logam biasanya menggunakan teknik pahat yang menonjolkan kerincian dan keindahan bentuk seperti timbul, cekung, dan datar. Motif utama dalam ukiran sering kali berupa representasi tumbuhan, binatang, atau

manusia, dengan berbagai ornamen modern sebagai elemen dekoratif. Teknik ukir itu sendiri bervariasi, termasuk ukir datar (rancapan), ukir krawangan (tembus), dan ukir susun.

Sejarah seni ukir menunjukkan bahwa seni ini telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat. Menurut Sudarmono (1979:4), kerajinan ukir mulai dikenal sejak masuknya agama Hindu dan Buddha ke Indonesia, yang menjadi sumber inspirasi utama seni ukir. Seni ini berkembang sebagai salah satu cabang seni rupa yang terus mengalami kemajuan hingga saat ini. Seni ukir yang diwarisi dari budaya Hindu-Buddha telah memberikan pengaruh besar terhadap perkembangan seni rupa ukir-ukiran di Indonesia, menjadikannya bagian integral dari tradisi dan kehidupan masyarakat.

2. KAJIAN TEORI

2.1 Seni Ukir Bakar

Seni ukir atau teknik ukir termasuk dalam salah satu cabang kerajinan tangan. Secara umum, aktivitas mengukir dilakukan pada objek dengan permukaan yang keras, seperti logam, kayu, perunggu, kuningan, batu, dan material lainnya.

2.2 Pyrography

Pyrography, atau seni lukisan bakar, adalah teknik melukis di atas kayu menggunakan alat pembakar khusus yang menyerupai solder elektrik. Dibandingkan melukis di atas kertas atau kanvas, metode ini memerlukan ketelitian dan beberapa tahapan proses untuk menghasilkan karya seni yang indah. Peralatan dan bahan yang diperlukan untuk membuat lukisan bakar relatif sederhana, seperti papan kayu, gergaji, alat penghalus, lem kayu, pensil, dan alat pembakar yang telah dimodifikasi menjadi alat lukis bakar. Tahap penyelesaian atau finishing pada lukisan bakar dapat dilakukan dengan memberikan lapisan pengkilap, seperti clear atau bahan serupa. Dengan penambahan lapisan ini, warna alami dan pola serat kayu tetap terlihat jelas, sementara hasil akhir terlihat lebih cerah dengan nuansa monokrom yang alami.

2.3 Perancang

Perancangan merupakan penentuan proses dan data yang diperlukan oleh sistem baru. Manfaat tahap perencanaan sistem ini memberikan gambaran rencana bangun yang lengkap sebagai pedoman bagi programmer dalam mengembangkan aplikasi. Sesuai dengan komponen sistem yang dikomputerisasikan, maka yang harus didesain dalam tahap ini mencakup *hardware* atau *software*, *database* dan aplikasi Riswantoro (2018).

Menurut (mohamad subhan, 2012: 109) “perancangan adalah pengembangan spesifikasi baru berdasarkan rekomendasi hasil analisis sistem. Perancangan suatu alat termasuk dalam metode teknik, dengan demikian langkah – langkah pembuatan perancangan akan mengikuti metode teknik”. Perancangan teknik adalah suatu aktivitas dengan maksud tertentu menuju kearah tujuan dari pemenuhan kebutuhan manusia, terutama yang dapat diterima oleh faktor teknologi peradaban.

2.4 Rangka

Rangka adalah struktur datar yang terdiri dari sejumlah batang – batang yang disambung – sambung satu dengan yang lain pada ujungnya, sehingga membentuk suatu rangka kokoh. Konstruksi rangka bertugas mendukung beban atau gaya yang bekerja pada sebuah sistem tersebut. Beban tersebut harus ditumpu dan diletakan pada peletakan – peletakan tertentu agar dapat memenuhi tugasnya. (Weli, 2019).

2.5 Solidworks

Solidworks merupakan *software* yang digunakan untuk membuat desain produk dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti roda gigi, *cashing handphone*, mesin mobil, dsb. *Software* ini merupakan salah satu opsi diantara desain *software* lainnya sebut saja *Catia*, *Inventor*, *Autocad*, dll. namun bagi yang berkecimpung dalam dunia teknik khususnya teknik mesin dan teknik industri, file ini wajib dipelajari karena sangat sesuai dan prosesnya lebih cepat daripada harus menggunakan *Autocad*. File dari *Solidworks* ini bisa di *Eksport* ke *software* analisis semisal *Ansys*, *Flovent*, dll. desain kita juga bisa disimulasikan, dianalisis kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya (Hantoro, 2012).

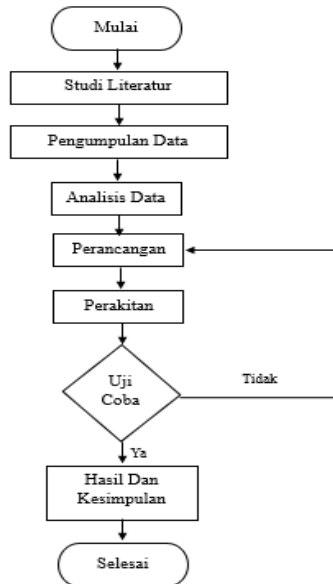


Gambar 1. *Software Solidworks 2020*

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Berikut merupakan proses perancangan rangka pada mesin ukir bakar berbasis *arduino uno*.

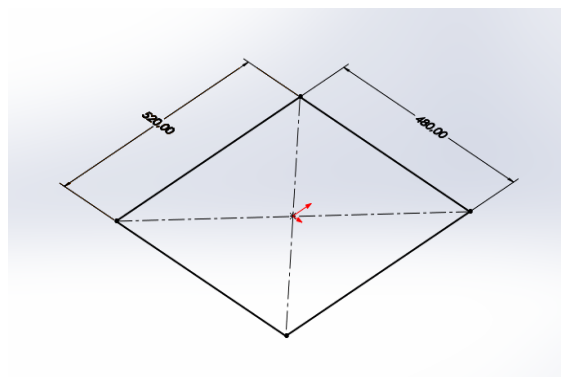


Gambar 2. Diagram Alir

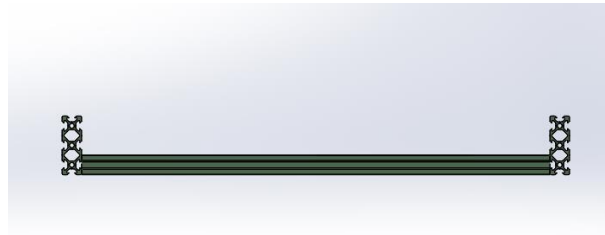
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Perancangan Rangka Mesin Ukir Bakar

Perancangan dan pembuatan mesin merupakan dua aktivitas yang saling berkaitan dan sama-sama penting. Sebuah rancangan tidak akan bermanfaat jika tidak diwujudkan dalam bentuk nyata, dan sebaliknya, sebuah benda teknik tidak dapat dibuat tanpa terlebih dahulu memiliki gambar rancangan sebagai panduan (Dharmawan, 1999:2). Pada perancangan rangka mesin ukir bakar berbasis *Arduino Uno* ini, digunakan perangkat lunak *SolidWorks 2020* sebagai alat bantu untuk merancang desain rangka. Dimensi dasar rangka yang dirancang adalah 520 mm x 480 mm x 60 mm x 20 mm. Tahap awal dalam pembuatan rangka adalah menggambar sketsa desain. Sketsa rangka bawah memiliki dimensi panjang 520 mm, lebar 480 mm, tinggi 60 mm, dan ketebalan 20 mm. Gambar sketsa rangka bawah mesin ukir bakar berbasis *Arduino Uno* dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2 berikut.

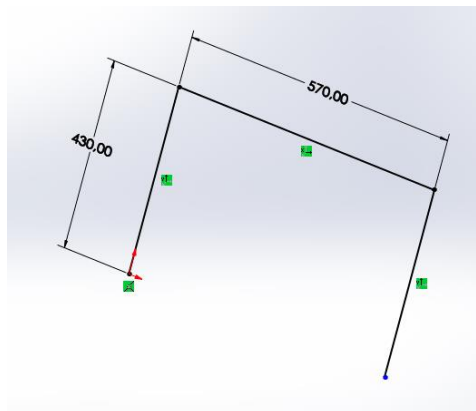


Gambar 3. Desain Rangka Bawah Pada Fitur *Part*



Gambar 4. Sketch Rangka Bawah Mesin Ukir Bakar Berbasis Arduino Uno

Sketch rangka atas memiliki ukuran tinggi 430 mm, lebar 570 mm. Berikut merupakan gambar *sketch* rangka atas mesin ukir bakar berbasis *arduino uno* pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 5. *Sketch* Rangka Atas Mesin Ukir Bakar Berbasis Arduino Uno

Setelah selesai menggambar sketsa rangka dan memasukkan dimensi yang telah ditentukan, langkah berikutnya adalah membuat model 3D menggunakan fitur *Extruded Boss* pada perangkat lunak *SolidWorks 2020*. Proses ini dilakukan hingga model sesuai dengan dimensi yang dirancang. Setelah model 3D selesai, rangka bagian bawah dan bagian atas kemudian digabungkan menggunakan fitur *Assembly* pada perangkat lunak yang sama. Hasil akhir dari desain rangka mesin ukir bakar berbasis *Arduino Uno* yang telah digabungkan menggunakan fitur *Assembly* dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini.

4.2 Proses Desain Rangka

Dalam proses desain perancangan, perangkat lunak *SolidWorks 2020* digunakan untuk membuat gambar. Tahap pertama dimulai dengan menggambar setiap komponen dari masing-masing unit secara terpisah. Semua komponen dibuat dalam bentuk 3D agar menghasilkan gambar perancangan yang lebih jelas dan mudah dipahami. Pada tahap awal, penggambaran dilakukan dengan memilih opsi *"Part"* di *SolidWorks*. Setelah semua komponen selesai digambar, tahap berikutnya adalah merangkai seluruh komponen menggunakan fitur *"Assembly"*. Setelah proses perakitan selesai, dilakukan tahap *"Drawing"* untuk mendetailkan desain, yang kemudian digunakan sebagai panduan dalam produksi setiap bagian (*part*).

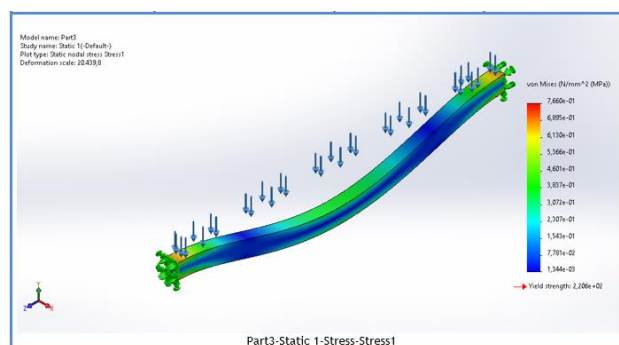
Aluminium adalah unsur kimia dengan lambang Al dan nomor atom 13. Aluminium merupakan logam yang paling melimpah di bumi. Meskipun bukan termasuk logam berat, aluminium merupakan elemen yang menyusun sekitar 8% dari permukaan bumi dan menjadi logam paling melimpah ketiga. Aluminium banyak digunakan dalam berbagai produk, seperti aditif makanan, antasida, aspirin berbasis buffer, astringen, semprotan hidung, antiperspiran, air minum, knalpot mobil, asap rokok, aluminium foil, peralatan memasak, kaleng, keramik, dan kembang api.

ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) adalah kopolimer yang terdiri dari tiga jenis monomer: *akrilonitril*, *stirena*, dan *polibutadiena*, yang dihasilkan melalui proses polimerisasi. Komposisi ketiga monomer ini dapat bervariasi, yaitu 15%-35% *akrilonitril*, 5%-30% *butadiena*, dan 40%-60% *stirena*. Proses polimerisasi menghasilkan persilangan antara rantai *polibutadiena* yang panjang dengan kopolimer *akrilonitril-stirena* yang lebih pendek.

Kelompok nitril yang terpolarisasi menyebabkan ABS memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan polistirena murni. *Stirena* memberikan tampilan permukaan yang mengkilap pada ABS, sementara *polibutadiena*, yang bersifat elastis seperti karet, memberikan ketangguhan yang tinggi, bahkan pada suhu rendah. Secara umum, ABS digunakan dalam aplikasi dengan rentang suhu $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-4\text{ }^{\circ}\text{F}$ hingga $176\text{ }^{\circ}\text{F}$), tergantung pada struktur dan komposisi monomernya. Beberapa jenis ABS yang tahan panas bahkan dapat digunakan hingga suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Simulasi adalah proses untuk menganalisis suatu sistem dalam kondisi tertentu menggunakan perangkat lunak, dalam hal ini *SolidWorks* 2020. Simulasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan rangka mesin ukir bakar berbasis *Arduino Uno*, memastikan desain rangka mampu menahan beban dan memenuhi kebutuhan operasional.

Rangka bawah yang dirancang menggunakan material *plain carbon steel* menunjukkan hasil *displacement* sebesar 4,949 mm setelah diberi gaya (F) sebesar 30 N. *Displacement* atau pergeseran adalah perubahan posisi suatu titik atau bagian pada model ketika dikenakan beban atau tekanan tertentu. Analisis *displacement* sering dilakukan dalam simulasi untuk memahami bagaimana sebuah komponen berperilaku dan merespons beban yang diberikan dalam kondisi tertentu.



Gambar 6. Hasil Simulasi

Setelah menjalankan simulasi statis di *Solidworks* didapatkan hasil simulasi kekuatan struktur. Data yang didapat berupa pembebanan pada kedua Poros Sumbu y dan x menggunakan material *Plain Carbon Steel* dengan *Yield Strength* $220,594000\text{ N/mm}^2$.

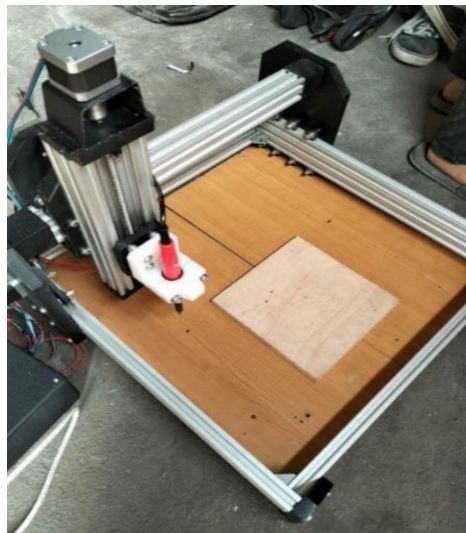
4.3 peralatan yang digunakan

Alat – alat yang digunakan dalam proses pembuatan rancangan bangun rangka mesin ukir bakar berbasis *arduino uno* dengan sistem kerja dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

Tabel 1. Peralatan Yang Dibutuhkan

No	Kegiatan Pengerjaan	Alat – Alat Yang Digunakan
1	Kegiatan pengerjaan menggunakan mesin	- gerinda tangan - mesin bor - mesin CNC
2	Kegiatan pengerjaan manual	- Palu - Kikir - Penggores - Kunci pas - Obeng
3	Kegiatan pengerjaan mengukur	- Mistar baja - Roll meteran - Mistar siku - Penggaris - Jangka sorong

Setelah melakukan tahapan mulai dari perancangan, pembuatan, dan *assembly* rangka dan lainnya, hasil dapat dilihat pada gambar 7 dibawah.



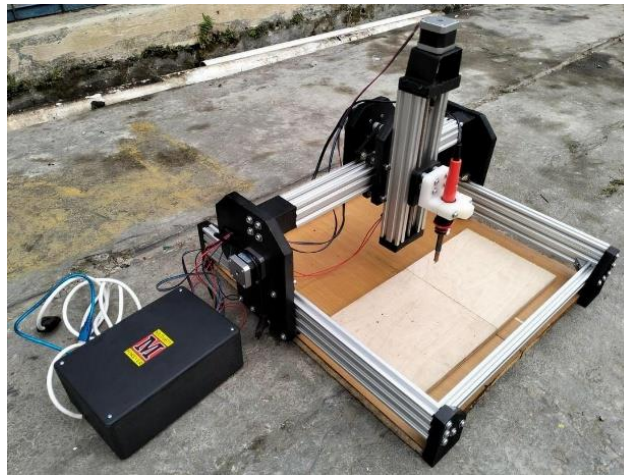
Gambar 7. Rangka Mesin Ukir Bakar

4.5 Kekuatan Rangka

Hasil simulasi dan pengujian menunjukkan bahwa tegangan tarik pada material aluminium dan nylon, baik melalui perhitungan manual maupun simulasi statik menggunakan *software SolidWorks*, berada dalam batas aman untuk digunakan. Pengujian langsung dengan menggerakkan motor pada sumbu Y dan X juga tidak menunjukkan adanya gaya lentur pada kedua sumbu tersebut.

Selain itu, *struktur bracket* motor pada sumbu X dan Y, serta *bracket bearing* sumbu X dan Y, tidak mengalami perubahan gaya lentur selama pengujian. Dengan demikian, rangka mesin ukir bakar

dinyatakan aman untuk digunakan dalam produksi benda kerja. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pengujian

5. KESIMPULAN

Setelah melalui tahapan perancangan dan pembuatan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Perancangan desain rangka mesin ukir bakar berbasis *Arduino Uno* dilakukan menggunakan *software SolidWorks 2020*. Bahan yang digunakan untuk rangka mesin ini adalah aluminium profil dan *nylon (ABS)*. Pemilihan bahan material sangat berpengaruh terhadap kekuatan rangka.
2. Hasil analisis statik menunjukkan bahwa pada bagian sumbu X, tegangan maksimum *von Mises* sebesar $3,408 \text{ N/mm}^2$ (MPa) dengan beban 20 N, sedangkan pada bagian sumbu Y, tegangan maksimum *von Mises* mencapai $6,470 \text{ N/mm}^2$ (MPa) dengan beban 30 N.
3. Berdasarkan hasil analisis tersebut, pemilihan bahan material untuk struktur sumbu X dan Y dinyatakan aman digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Choirony, I. V., Hariyanto, M. S., Ulum, M., Ubaidillah, A., Elektro, T., Teknik, F., ... Timur, J. (2021). Rancang Bangun Acrylic Engraver And Cutting Machine Menggunakan Cnc Milling 3 Axis Berbasis Mikrokontroler. 13–21.
- Dameria, Ane, 2009, Mengenal Mesin CNC Router dan Pengaplikasiannya,
- Eko Putra, Agfianto, 2004, Pemrograman dan Aplikasi, Yogyakarta: Gava Media
- Gumelar, A. (2020). Rancang Bangun Cnc (Computer Numerically Controlled) Pcb Layout Berbasis Mikrokontroler P- Issn: 2302-3295. 8(3).
- Lora S, Irish. (2006). Great Book Of Woodburning: Pyrography Techniques, Patterns And Projects For All Skill Levels, 21-42.
- ILTEK, 2010, "Pengaruh Penggunaan Daya terhadap Parameter Pemotongan Aluminium pada Mesin CNC TU-2A", nomor 9, volume 5.
- Kurnia pradana, ditya, 2011, "Rancang bangun CNC Router untuk membuat ukiran", nomer 1, volume 10, Universitas Udayana.



Nizam, R. (2020). Hiasan Dinding Velboa Bertema Kasih Ibu Melalui Teknik Pyrography. Ornamen, 17(1), 51-62.

Pyrography – A Deep Dive Exploration of the Art of Wood Burning Artincontext by artincontext November 2, 2022.

Riyadi, A. A., Teknik, F., & Tegal, U. P. (2020). Efektifitas Kinerja Mesin Cnc Port U Shield 3 Axis Dengan Mesin Cnc 5 Axis Port U Mach 3 Breakout Board Untuk Pembuatan Casing Hp.