

RANCANG BANGUN *SANDING MACHINE* OTOMATIS MENGGUNAKAN *CONVEYOR* DENGAN *PROXIMITY SENSOR*

Irfan Dani ¹,

Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurul Jadid
Email: irfandani12345@gmail.com

Amalia Herlina ²

Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurul Jadid
Email: amalia@unuja.ac.id

Safrudin ³

Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurul Jadid
Email: safrudin89@gmail.com

ABSTRACTS : These sanding machines generally operate on a limited scale or on a modern scale. In order for the newly made wood sanding machine to be more effective in the entire production process, it is necessary to have a mode of transportation used to transport raw materials, especially wood. Literature studies, field research, and the design process are the methods used. The results of the research that has been done, transporting a wood sanding machine with a 24Volt DC engine drive system shows that the difference in speed/Rpm can be changed by using a dc dimer. From a 12 Volt DC voltage, you get a speed of 38 Rpm, a 17 Volt DC voltage gets a speed of 43 Rpm, while a 21 Volt DC voltage gets a speed of 80 Rpm. DC motors as drives, belt regulators, and conveyor belts. And also use a tachometer to calculate the speed/Rpm on the conveyor and sanding drum. The sensor in this system functions as an automatic assistance system that will operate the sanding machine and as a proximity sensor to identify objects that pass through the sensor. The detection range of the proximity sensor is 30 cm, which makes it possible to detect objects passing through the sensor.

Keyword: DC Dimer; DC Motor; Infrared Proximity Sensor; Tachometer.

ABSTRAK: Mesin amplas ini umumnya bergerak dalam skala terbatas maupun dalam skala modern. Agar mesin pengamplas kayu baru yang dibuat dapat lebih efektif dalam seluruh proses produksinya, diperlukan adanya moda transportasi yang digunakan untuk mengangkut bahan baku khususnya kayu. Studi literatur, penelitian lapangan, dan proses desain adalah metode yang digunakan. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, pengangkutan pada mesin amplas kayu dengan sistem penggerak mesin 24Volt DC menunjukkan bahwa perbedaan kecepatan/Rpm dapat diubah dengan menggunakan dimer dc. Dari tegangan DC 12 Volt mendapatkan hasil kecepatan 38 Rpm, Tegangan DC 17 Volt mendapatkan hasil kecepatan 43 Rpm, Sedangkan tegangan DC 21 Volt mendapatkan hasil kecepatan 80 Rpm. Motor DC sebagai penggerak, pengatur belt, dan belt konveyor. Dan juga menggunakan tachometer untuk menghitung kecepatan/Rpm pada koveyor dan drum amplas. Sensor pada sistem ini berfungsi sebagai sistem bantuan otomatis yang akan mengoperasikan mesin pengamplasan dan sebagai sensor proximity untuk mengidentifikasi benda yang melewati sensor. Jangkauan deteksi sensor jarak adalah 30 cm, yang memungkinkan untuk mendeteksi objek yang melewati sensor. .

Kata Kunci: Dimer DC; Motor DC; Sensor Proximity Infrared; Tachometer.

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, kebutuhan akan teknologi pun muncul. Seiring dengan meningkatnya penggunaan teknologi, terutama kebutuhan akan mesin. Sehingga pembuatan mesin ini menjawab kebutuhan para pengrajin kayu (*Furniture*) Sebuah perabotan dari kayu harus melewati tahapan-tahapan pengolahan. Tidak hanya itu, Pengolahan kayu merupakan kegiatan yang dilakukan terhadap kayu dengan tujuan untuk meningkatkan nilai jual kayu tersebut. Dalam pengerjaan kayu, mulai dari bahan mentah hingga bahan siap pakai, dapat dibagi menjadi beberapa hal, antara lain pengolahan kayu, spesifikasi mesin, dan kebutuhan konsumen/pasar [1].

Hasil kerajinan berbahan dasar kayu antara lain meja, kursi, lemari, jendela, pintu, dan perabot rumah tangga lainnya. Permintaan pengrajin kayu saat ini cukup baik. Permintaan dan keinginan produk mebel lebih berkembang, namun tingkat penyelesaian furnitur tidak sebanding, karena keterbatasan sumber daya manusia (SDM) dan teknologi [2].

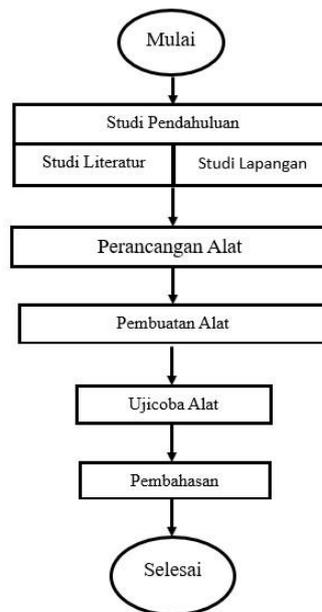
Diantara kelebihan mesin penghalus kayu ini adalah adanya konveyor sebagai alat pendorong kayu ke mesin ampelas (*Drum Sander*). *Conveyor* adalah mesin pemindah material yang biasanya

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurul Jadid

digunakan pada industri perakitan atau industri lainnya. proses pengangkutan atau pemindahan bahan produksi setelah selesai atau produk dari satu bagian ke bagian lain [2]. Dan di mesin ini juga ada *Sensor Proximity switch* atau sensor jarak adalah sebuah detektor yang bekerja tergantung pada jarak objek ke sensor. Kekhasan sensor ini adalah mendeteksi objek pada jarak yang cukup dekat [3] Dan mesin ini juga menggunakan amplas atau biasa dikenal dengan amplas yaitu sejenis kertas yang digunakan untuk menghaluskan permukaan benda dengan cara menggosokkan salah satu permukaan amplas yang telah ditambahkan bahan kasar pada permukaan benda tersebut [4] ampelas yang digunakan di Drum ampelas dengan ukuran/grid 100 sedangkan untuk ukuran ampelas pada conveyor berukuran/grid 240, alasan menggunakan ampelas agar alas konveyor tidak licin apabila mengangkut kayu. Mesin ini juga terdapat dimmer dc yang berfungsi untuk mengubah Tegangan Listrik [5]. Sehingga pengguna dapat mengatur kecepatan motor dc/konveyor dari 12 volt- 24 volt.

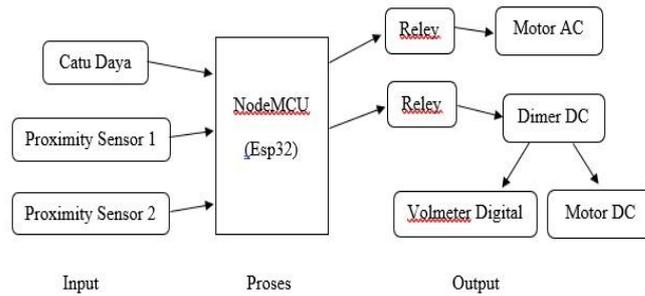
Proses penelitian mesin ampelas menggunakan conveyor ini dilakukan di Desa Bucur kulon Kecamatan Pakuniran kabupaten *probolinggo* dan Mesin pengampelasan kayu ini merupakan mesin yang digunakan sebagai mesin penghalus kayu. Dan mengapa disebut otomatis karena pada mesin ini terdapat sensor proximity yang dapat mendeteksi keberadaan objek pada jarak tertentu sehingga jika terdeteksi oleh sensor tersebut maka conveyor akan bekerja mengangkut kayu tersebut ke mesin ampelas. Oleh karena itu penulis ingin mempermudah pekerjaan pengrajin kayu serta dapat mempercepat dalam proses pengampelasan kayu sehingga dapat meningkatkan prekonomian pengrajin kayu.

METODOLOGI



■ **Gambar 1.** *Flowchart* alur penelitian

Seperti pada Gambar Diagram diatas, Untuk melengkapi desain akhir ini digunakan model pengembangan untuk alur penelitian. Prosedur pengembangan sistem akan menjadi lebih jelas di setiap langkahnya berkat langkah-langkah yang lugas dan struktur yang mudah dipahami dari model pengembangan ini. Berikut adalah diagram blok yang didesain untuk prototipe alat:



■ Gambar 2. Diagram blok

Pada gambar di atas dapat dilihat secara detail yang terdiri dari beberapa bagian. Bagian *input*, proses dan *output*. Bagian *input* terdiri dari beberapa bagian elektronik yang berfungsi sebagai *input*, mulai dari catu daya atau catu daya 24V,, proximity sensor 1, dan proximity sensor 2. Dan pada bagian proses yang berfungsi sebagai mikrokontroler atau pengolah data, ada NodeMcu ESP32. Dan selanjutnya di bagian "*output*" berkemampuan sebagai hasil dari apa yang diminta oleh siklus, khususnya beberapa bagian yang akan menyala termasuk relay, mesin AC dan DC.

Berikut adalah komponen hardware dan software yang digunakan:

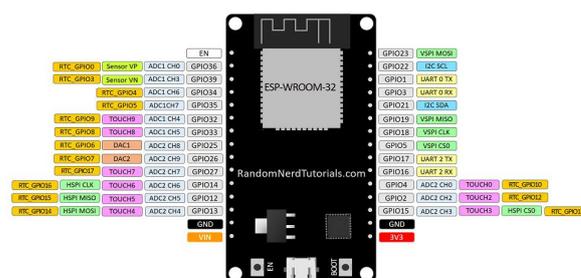
Sensor *proximity* adalah suatu perangkat atau elemen elektronik yang mendeteksi suatu benda atau benda yang berada di dekatnya tanpa melakukan sentuhan fisik secara langsung. Sensor jarak inframerah adalah jenis yang digunakan. Teknologi infra merah pada sensor jarak dapat mendeteksi benda logam dan non-logam. [6].



■ Gambar 3. Proximity sensor E18-D80NK

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. ESP32 sendiri tidak jauh berbeda dengan ESP8266 yang banyak di pasaran, hanya saja ESP32 lebih kompleks dibandingkan ESP8266, cocok untuk sobat dengan proyek yang besar. [7]

ESP32 DEVKIT V1 – DOIT
version with 30 GPIOs



■ Gambar 4. NodeMCU ESP32

Modul *relay* merupakan suatu perangkat yang menggunakan energi untuk memindahkan kontaktor dari keadaan ON ke OFF atau sebaliknya dengan menggunakan prinsip elektromagnetik. Efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan induksi listrik inilah yang menyebabkan kontaktor menutup dan membuka. Saat peralihan saklar dari posisi ON ke posisi OFF merupakan perbedaan mendasar antara saklar dan relay. Saklar dioperasikan secara manual, namun relai bergerak secara otomatis ketika arus listrik melewatinya. [8].



■ **Gambar 5.** Relay

Dimmer adalah suatu alat atau sekelompok bagian kelistrikan yang mengatur tegangan suatu arus listrik. Dimmer ini pertama kali digunakan untuk mengubah intensitas kecerahan lampu. Sejak diperkenalkan, dimmer telah digunakan untuk mengontrol kecepatan berbagai perangkat listrik, termasuk kipas angin, bor, exhaust fan, pompa air, blower, motor listrik, dinamo mesin jahit, ring, gerinda, mixer, dan blender dan lain-lain [5].



■ **Gambar 6.** Dimer DC

Voltmeter digital adalah alat pengukuran yang digunakan untuk menentukan jumlah tepat tegangan listrik yang ada dalam rangkaian listrik atau elektronik. Voltmeter digital akan langsung menampilkan angka pada saat digunakan karena voltmeter dipasang paralel pada ujung-ujung hambatan yang terdeteksi beda potensial [9].



■ **Gambar 7.** Digital voltmeter

Motor listrik DC atau sering dikenal dengan Motor DC adalah sebuah mesin yang mengubah energi listrik menjadi gerak. Motor Arus Searah adalah nama lain untuk motor DC ini. Motor DC,

seperti namanya, memiliki dua terminal dan membutuhkan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk bergerak. Gearbox pada motor DC ini dapat menghasilkan torsi tinggi, konsumsi daya rendah, dan kebisingan rendah. [10].



■ Gambar 8. Motor DC 24V

Motor satu fasa adalah jenis motor AC yang menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menghasilkan energi rotasi yang berguna. Motor satu fasa memiliki stator dan rotor seperti kebanyakan motor listrik, tetapi hanya menggunakan satu belitan di statornya yang hanya membawa satu arus AC, dan rotor cenderung lebih mendasar dari pada desain lainnya. Motor satu fasa juga memerlukan starter karena hanya menggunakan satu fasa daya input yang memberikan torsi awal nol saat berhenti [11].



■ Gambar 9. Motor AC 1 fasa

Power Supply adalah sebuah perangkat keras komponen elektronika yang berfungsi sebagai pemasok arus listrik dengan terlebih dahulu mengubah tegangan dari AC menjadi DC yang kemudian diubah menjadi daya atau energi yang dibutuhkan oleh komponen komputer seperti motherboard, ruang CD, hardisk, dan komponen lainnya. Catu daya memasok ke motherboard, hard drive, pemanas, drive DVD, dan perangkat lain di casing komputer. [12]



■ Gambar 10. Power suplay 24v 30A

Adaptor adalah perangkat yang dirancang untuk mengubah tegangan AC menjadi DC, artinya tegangan arus listrik bolak-balik (AC) akan diubah menjadi tegangan arus searah (DC). Sekarang, pada prinsipnya, adaptor berfungsi, dapat dikatakan berfungsi sebagai catu daya. [13]



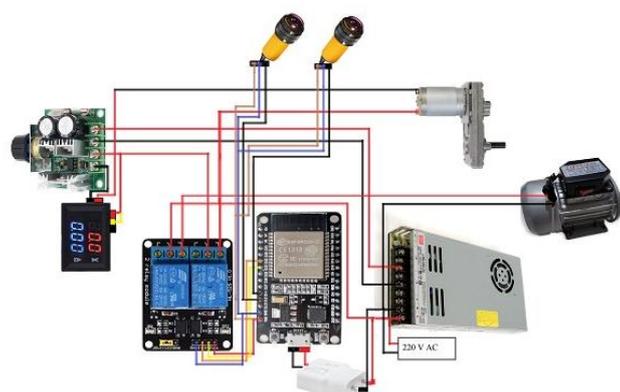
■ Gambar 11. Adaptor 5v

Arduino IDE merupakan program IDE (Integrated Development Environment) yang digunakan secara default untuk memprogram board Arduino dari Arduino. Untuk menulis, membuka, dan memodifikasi kode sumber Arduino, gunakan program ini. Mikrokontroler Esp32 yang disertakan dalam modul Arduino ini dan berisi sketsa, dapat diprogram menggunakan Arduino IDE. Selain editor program, IDE menyediakan berbagai fungsi yang memungkinkan Anda mengkompilasi kode dan mengembangkan aplikasi tanpa memerlukan alat tambahan.[14].



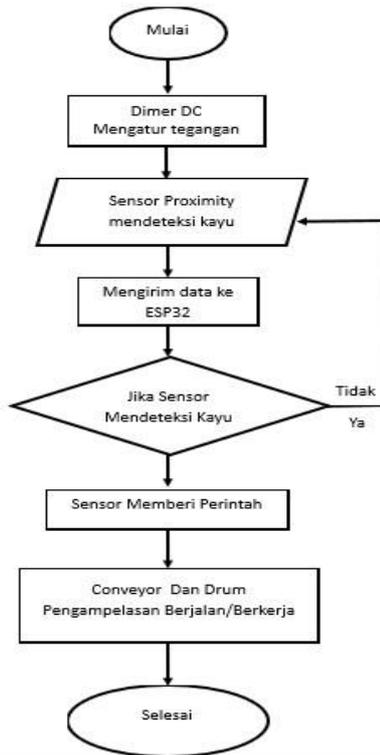
■ Gambar 12. Arduino IDE

Adapun perancangan alat elektronik keseluruhan pada alat yang di rancang pada mesin ampelas adalah sebagai berikut:



■ Gambar 13. Perancangan alat elektronik

Pada gambar diatas merupakan perancangan rangkaian elektronika pada “rancang bangun sanding machine otomatis menggunakan conveyor dengan proximity sensor”. Dan adapun keterangan pada gambar diatas ialah perancangan elektrikal antara mikrokontroler dengan sumber daya listrik, power suplay, adaptor, node mcu esp32, 2 sensor proximity, 2 relay, Dimer DC, digital volmeter, motor dc dan motor ac. Dan jika proximity sensor mendeteksi objek/pohon maka conveyor dan mesin ampelas akan aktif/bekerja.

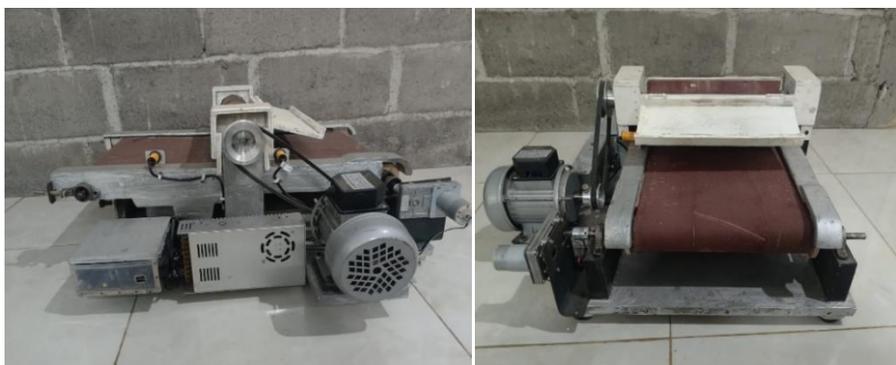


■ Gambar 14. Flowchart sistem

Pada *flowchat* rancang bangun sanding machine otomatis menggunakan conveyor dengan proximity sensor ini, dimana prinsip kerjanya yaitu pertama-tama masukkan colokan ke listrik terlebih dahulu untuk mengaktifkan rangkaian. Kemudian Node MCU akan aktif untuk mengelolah data dari 2 sensor *proximity infrared* dan mengaktifkan indikator output yang digunakan. Selanjutnya mengatur kecepatan conveyor melalui dimmer dc kemudian letakkan kayu yang akan di ampelas ke conveyor dan pastikan ketika salah satu sensor telah mendeteksi kayu tersebut, Maka sensor akan memberi perintah sehingga akan mengaktifkan conveyor dan Drum ampelas, sehingga conveyor akan mengangkat kayu menuju ke drum ampelas. Sehingga nantinya akan mengampelas kayu sampai selesai.

HASIL DAN DISKUSI

Implementasi Program Berikut ditampilkan hasil rancangan keseluruhan perangkat keras berupa mesin ampelas:



■ Gambar 15. Hasil perancangan keseluruhan

Pada gambar 4 terpasang *Sensor Proximity Infrared* yang berfungsi untuk mendeteksi suatu objek atau benda yang berada didekat sensor proximity tanpa ada kontak fisik antar *keduanya*. Pada bagian sisi kiri terpasang beberapa peralatan seperti Motor gearbox dc 24v sebagai penggerak konveyor, Motor AC yang berfungsi menggerakkan drum ampelas, Power Supplay dengan Output 24 v, Dan juga terdapat Box Komponen. Pengambilan data alat ini berada di Desa Bucor Kulon, Kecamatan Pakuniran, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur.

Pengujian dan hasil perangkat keras Pada langkah ini dilakukan rangkain pengujian terhadap kerja pada perancangan perangkat keras yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui tingkat keberhasilan perancangan yang telah dilakukan. Adapun pengujian yang akan dilakukan yakni pengujian hasil pembacaan sensor dan pengujian mesin ampelas.

Pengujian pada *sensor proximity infrared* ini dilakukan untuk mengetahui fungsi sensor infrared sebagai masukkan kontrol untuk pengendalian pada konveyor dan drum ampelas. Adapun hasil pengujian *sensor proximity infrared* pada kayu seperti pada tabel 1.

■ **Tabel 1.** Hasil pengujian sensor *Proximity Infrared*

No	Nama Pengukuran	Percobaan ke-	Kondisi tidak terhalang (Logika)	Kondisi terhalang (Logika)
1	Sensor <i>infrared</i>	1	1	0
		2	1	0
		3	1	0
		4	1	0
		5	1	0

Pengujian *relay* dalam *perancangan* alat ini, *relay* berfungsi sebagai saklar pemutus tegangan input motor DC 24 volt dan Motor AC 220 volt, sehingga dapat di (ON/OFF) kan.

■ **Tabel 2.** Pengujian *relay*

Alur pengujian	Hasil yang diinginkan	Hasil
Relay di hubungkan ke catu daya 3 Volt ESP32,data ke pin 12 ESP32 dan grounding ke pin GND	Relay menyala	sesuai

Pengujian motor DC 24 volt dan motor AC Motor DC dan Motor AC Akan berjalan/bekerja bersamaan apabila sensor Proximity Infrared mendeteksi benda (kayu). Sehingga Conveyor dan drum sander (Drum Ampelas) akan berjalan/bekerja bersamaan. Pengujian motor DC 24 volt berfungsi sebagai alat penggerak Conveyor atau motor DC 24 volt sebagai outputan.

■ **Tabel 3.** Pengujain motor DC

Alur Pengujian	Hasil Yang Di Inginkan	Hasil
Menghubungkan kabel plus Power Supply 24 Volt ke Input + Dimer Dc lalu kabel plus output Dimer ke <i>reley</i> (Com2) lalu kabel plus dari (No2) ke Motor Dc, dan kabel Min dari Power Supplay di hubungkan ke Input Dimer Dc lalu kabel Min output Dimer ke Motor Dc.	Motor Dc 24 Volt menyala, Jika sensor mendeteksi benda (Kayu). Motor Dc 24 Volt tidak menyala, jika sensor tidak mendeteksi benda (Kayu).	Sesuai

Pengujian Motor AC berfungsi sebagai alat penggerak drum ampelas (Drum Sander) atau Motor AC sebagai outputan.

■ **Tabel 4.** Pengujian motor AC

Alur pengujian	Hasil yang di inginkan	Hasil
Menghubungkan kabel plus tegangan 220 volt ke reley (COM1) lalu kabel plus dari (NO1) ke input plus Motor AC DC. Dan kabel Min dari tegangan 220 volt di hubungkan ke Input Min DC	Motor AC menyala, jika Sensor mendeteksi benda (Kayu). Motor AC tidak menyala, jika Sensor tidak mendeteksi Benda (Kayu)	sesuai

Pengujian sanding mesin menggunakan *conveyor* pada tahap ini menjelaskan pengujian sistem pengampelasan yang di terapkan oleh peneliti, diantara yaitu : pengujian conveyor dengan drum ampelas, Pengukuran Rpm Conveyor tanpa beban, Pengujian pada tegangan 12 Volt DC, Pengujian pada tegangan 17 Volt DC dan pengujian pada tegangan 21 Volt DC.

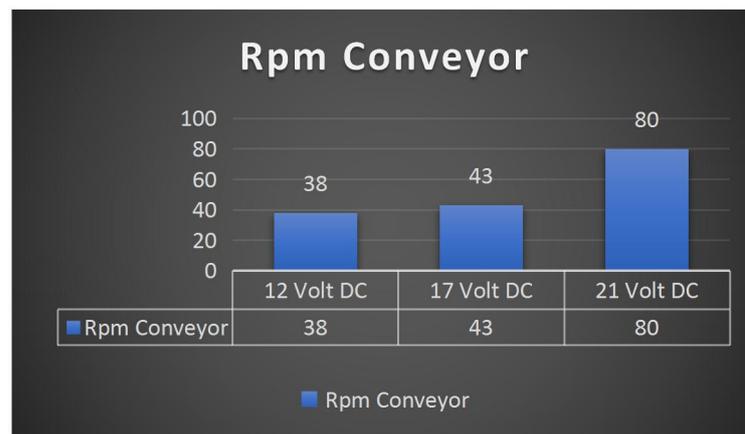
Dalam pengujian sebuah conveyor pada mesin ampelas ini meliputi, pengukuran Rpm, Proses pengukuran rpm dilakukan menggunakan Tachometer. Proses yang pertama dilakukan yaitu pengukuran Rpm terhadap Conveyor, proses kedua dilakukan pengujian terhadap conveyor pada Drum Ampelas dapat dilihat pada beberapa tabel berikut:

■ **Gambar 16.** Tachometer

Tachometer adalah alat ukur genggam yang digunakan untuk mengukur kecepatan benda yang berputar seperti operasi mesin, dalam satuan putaran per menit (RPM). Tachometer hadir dalam bentuk analog dan digital yang memainkan peran penting dalam menentukan output daya mesin [15]. Dalam proses pengampelasan Drum Ampelas menggunakan ampelas ukuran Grid 100, Dan conveyor menggunakan ampelas dengan ukuran grid 240, dan pada percobaan dibawah menggunakan kayu gemelina. Dalam pengukuran Rpm menggunakan tachometer pada beberapa tabel dan grafik di bawah menggunakan 3 kayu, kayu pertama dengan Panjang 30cm, lebar 2,5cm, dan tinggi 1,5cm kayu kedua dengan Panjang 40cm, lebar 2,5cm dan tinggi 1,5 kayu ketiga dengan Panjang 50cm, lebar 2,5, dan tinggi 1,5cm. Berikut pengukuran Rpm conveyor tanpa beban pada tabel 5.

■ **Tabel 5.** Pengukuran Rpm konveyor tidak ada beban

Tegangan	Rpm Conveyor
12 Volt DC	38
17 Volt DC	43
21 Volt DC	80



■ **Gambar 6.** Hasil grafik conveyor

Tabel dan grafik di atas menunjukkan bahwa hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan kecepatan., kecepatan dengan tegangan 12 Volt DC Mendapatkan hasil putaran 38 Rpm, Tegangan 17 Volt DC mendapatkan hasil putaran 43 Rpm, Sedangkan tegangan 21 Volt DC mendapatkan hasil putaran 80 Rpm. Dalam mesin ampelas ini terdapat 3 tahap kecepatan conveyor dimana kecepatan conveyor dapat di atur dengan dimer dc diantaranya terdapat tingkat kecepatan dari tegangan 12 volt,17volt, dan 21volt dengan cara memutar potensiometer.

KESIMPULAN

Perancangan conveyor dibagi menjadi tiga tahap: tahap desain, tahap pembuatan, dan tahap pengujian. Tahap desain merupakan tahap pertama. Tahap satu, atau proses mendesain conveyor, mencakup tugas-tugas termasuk proses desain, yang memerlukan desain bentuk conveyor dan setiap komponennya. Termasuk pemilihan bahan yang akan digunakan. Prosedur pembuatan conveyor yang terdiri dari komponen roller dilakukan pada langkah kedua. Conveyor ini dibuat dengan menggunakan teknik permesinan seperti pengeboran, pemotongan, dan lain-lain. Langkah pengujian conveyor yang mengikuti putaran conveyor adalah yang ketiga.

Dalam mesin ampelas ini terdapat 3 tahap kecepatan conveyor dimana kecepatan conveyor dapat di atur dengan dimer dc diantaranya terdapat tingkat kecepatan dari tegangan 12 volt,17volt, dan 21volt dengan cara memutar potensiometer. Dalam pengukuran Rpm menggunakan tachometer pada beberapa tabel dan grafik di bawah menggunakan 3 kayu, kayu pertama dengan Panjang 30cm, lebar 2,5cm, dan tinggi 1,5cm kayu kedua dengan Panjang 40cm, lebar 2,5cm dan tinggi 1,5cm kayu ketiga dengan Panjang 50cm, lebar 2,5, dan tinggi 1,5cm. sedangkan penghalus Drum Ampelas menggunakan ampelas ukuran Grid 100, Dan conveyor menggunakan ampelas dengan ukuran grid 240.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Matematika *et al.*, “PENERAPAN PROGRAM LINEAR DALAM PROSES PENGOLAHAN KAYU CV . JAWA TIMUR BARU,” 2022.
- [2] S. N. Utomo, R. Winarso, and Q. Qomaruddin, “Rancang Bangun Conveyor Mesin Planer Kayu Dengan Sistem Penggerak Motor Stepper,” *J. Crankshaft*, vol. 2, no. 1, pp. 43–48, 2019, doi: 10.24176/crankshaft.v2i1.3075.
- [3] R. G. Guntara and R. A. Famytra, “Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA) PEMBANGUNAN APLIKASI PANDUAN MEMASAK MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY SEBAGAI FITUR AIR GESTURE PADA PLATFORM ANDROID”.
- [4] M. Hasan Noval *et al.*, “EFFECT OF VARIATION TO MOTORCYCLE ON ENTERPRISE SURFACE TYPES OF DISC AND BELT ON SURFACE BOTTLENECK OF WORKING OBJECTS,” 2018.
- [5] IRPAH, “No Title,” *praktekotodidak*, 2022. <https://praktekotodidak.com/rangkaian-dimmer/>
- [6] D. Pembimbing, “Perencanaan Alat Chain Conveyor Untuk Feeding Baju Hasil Sablon Guna

Meningkatkan Produktivitas Industri Rumahan Sablon - Kaos Feeding Baju Hasil Sablon Guna Meningkatkan,” 2021.

- [7] ihsan rifky, “Spesifikasi mikrokontroler esp32,” *raharja.ac.id*, 2021. <https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroler-esp32-2/>
- [8] A. Razor, “Modul Relay Arduino: Pengertian, Gambar, Skema, dan Lainnya,” *ALDYRAZOR.COM*, 2020. <https://www.aldyrazor.com/2020/05/modul-relay-arduino.html>
- [9] E. Jesica, “No Title,” *zenius*, 2023. <https://www.zenius.net/blog/pengertian-fungsi-cara-membaca-voltmeter>
- [10] Dicson kho, “Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya,” *teknik elektronika*, 2022. <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>
- [11] Arif tutorial, “Motor Satu Fasa Pengertian dan Bagaimana Cara Kerjanya,” *edukasi kini*, 2022. <https://www.edukasikini.com/2022/03/motor-satu-fasa-pengertian-dan.html>
- [12] Dosen co.id, “No Title,” *PakDosen*, 2023. <https://pakdosen.co.id/power-supply/>
- [13] R. Abadi, “No Title,” *thecityfoundry*. <https://thecityfoundry.com/adaptor/>
- [14] P. Handoko, “Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3,” no. November, pp. 1–2, 2017.
- [15] In Measurement, “No Title,” *lfc*, 2022. <https://www.lfc.co.id/blog/detail/tachometer>