

ANALISIS POWER YANG DIPERLUKAN PADA RANCANG BANGUN ALAT BANTU SENAI PORTABEL

Required Power Analysis in The Design and Fabrication of Portable Senai Equipment

Eko Arif Syaefudin^{1*}, Aam Amaningsih Jumhur¹, Dyah Arum Wulandari², Wardoyo², Muhammad Alfian Dwi Putra¹

¹ Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

² Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

* Email korespondensi : eko-arif-syaefudin@unj.ac.id

Artikel Info - : Diterima : 06-12-2021; Direvisi : 03-06-2022; Disetujui : 15-06-2022

ABSTRAK

Mesin sebagai alat bantu dalam pekerjaan manusia saat ini menjadi kebutuhan utama yang perlu ada pada industri barang maupun jasa. Mesin sebagai alat bantu tersebut berdasarkan penggunaannya dibagi menjadi 2 jenis yaitu permanen/statis dan mobilitas/portabel. Mesin permanen lebih banyak digunakan pada dunia industri, sedangkan portabel lebih banyak untuk jasa perbaikan, dimana membutuhkan berbagai lokasi yang kadang sulit dijangkau dan posisi aplikasi penggunaannya dapat beroperasi dengan baik, serta menghemat waktu, tenaga, biaya operasional dan bisa digunakan dimana saja. Kelemahan mesin portabel terletak pada *power* yang digunakan karena sumber dayanya kebanyakan menggunakan baterai. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih jauh untuk mendapatkan analisa kebutuhan *power* yang sesuai di lapangan. Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental untuk mendapatkan hasil relevan terhadap *power* yang digunakan sesuai kebutuhan desain alat bantu. Analisis perancangan kontrol dan *power* menggunakan komponen-komponen seperti motor listrik DC, saklar, adaptor dan sensor *infrared*. Dari hasil analisis perhitungan perancangan kontrol dan *power* didapatkan hasil pada perhitungan daya motor listrik sebesar 114 W (daya umum yang digunakan pada mesin bor portabel) dan perhitungan torsi sebesar 6,5 Nm kapasitas dalam pembuatan ulir luar menggunakan alat ini mampu maksimal diameter M6 dengan material ST41.

Kata Kunci: Portabel, Kontrol Power, Motor Listrik DC, Sensor Infrared

ABSTRACT

Machines as tools in human work are currently the main needs that need to be in the goods and service industry. The machine as a tool based on its use is divided into 2 types, namely permanent/static and mobility/portable. Permanent machines are more widely used in the industrial world, while portable machines are more for repair services, which require various locations that are sometimes difficult to reach, and the application position can operate properly, and save time, energy, operational costs, and can be used anywhere. The weakness of portable machines lies in the power used because the power source uses mostly batteries. For this reason, further research is needed to obtain an analysis of the appropriate power requirements in the field. The steps taken in this study used experimental research methods to obtain results relevant to the power used according to the design needs of the tool. Control and power design analysis uses components such as DC electric motors, switches, adapters, and infrared sensors. From the results of the analysis of the control and power design calculations, the results obtained in the calculation of the electric motor power of 114 W (general power used in portable drilling machines) and the calculation of torque of 6.5 Nm the capacity in making external threads using this tool is capable of a maximum diameter of M6 with ST41 material.

Keywords: Portable, Power Control, DC Electric Motor, Infrared Sensor

1. Pendahuluan

Konseptual pada kemajuan teknologi saat ini menjadi dasar utama untuk membuat dan mengembangkannya menjadi alat yang dirancang/direncanakan. Semua rancangan yang akan dibuat ditujukan untuk mempermudah pekerjaan. Salah satu pengembangan alat yang dibuat saat ini seperti alat pembuat lubang (mesin bor). Diawali dengan model manual yaitu membuat lubang dengan tenaga manusia sampai yang modern yaitu membuat lubang dengan tenaga mesin/listrik. Tujuan utamanya antara lain sebagai alat bantu yang dapat menghemat tenaga, waktu dan, biaya operasional dan produk.

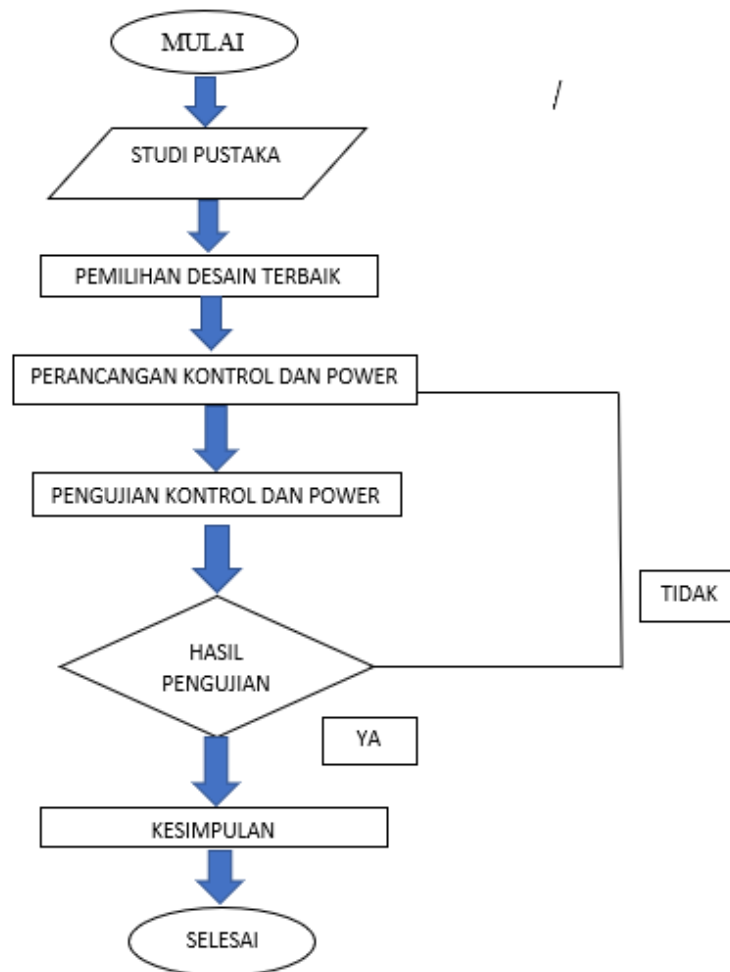
Pembuatan ulir diperlukan dan diaplikasikan di berbagai peralatan teknik. Untuk membuat ulir banyak cara yang digunakan salah satunya dengan menggunakan senai manual untuk proses pembuatan ulir pada baut yang berukuran kecil. Senai adalah alat bantu perkakas praktik kerja bangku yang di gunakan untuk membuat ulir bagian luar, untuk ulir bagian dalam dapat menggunakan mata tap (pembuat ulir dalam berbentuk bor) yang dapat langsung dipasang pada mesin bor portabel [1-3]. Senai memiliki berbagai bentuk diantaranya senai berbentuk bulat, senai berbentuk bujur sangkar, senai yang dapat digeser, senai belah, dan senai yang mempunyai tangkai Selain ditujukan dengan penggunaan yang portabel, senai tersebut perlu dibuat otomatis untuk mempermudah pekerjaan manusia yaitu dengan menggunakan desain dan perhitungan yang akurat serta proses pembuatan yang mudah dibuat dalam jumlah yang besar maupun massal. Dalam penelitian ini terfokus pada perancangan kontrol dan *power* pada pembuatan alat bantu mesin bor portabel atau mesin bor dimodifikasi.

Pada saat operasionalnya akan dipilih senai yang sesuai dengan dimensi dari panjang bagian ulir dan jenis ulir yang akan dibuat. Maka diperlukan kontrol saat operasional untuk membatasi panjang dan putaran senainya [4], [5], selanjutnya akan dibahas pada penelitian ini. Dimana dalam proses penelitian ini perlu adanya perancangan kontrol dan *power* untuk memudahkan penggunaan Alat bantu senai pada mesin bor portabel [6], [7]. Pada perancangan kontrol dan *power* ini digunakan beberapa komponen seperti motor listrik DC, adaptor, saklar 6 kaki dan sensor *infrared*. Motor listrik DC digunakan sebagai penggerak Alat bantu senai pada mesin bor portabel. Motor listrik DC kemudian akan diubah arus tegangan listriknya yang tadinya arus DC menjadi arus AC dengan menggunakan adaptor. pada motor listrik DC hanya memiliki putaran searah kemudian diubah menjadi putaran bolak-balik dengan menggunakan saklar kaki 6 sebagai pengubah putaran pada motor listrik DC. Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan sensor *infrared* sebagai pendeteksi jarak pemakanan benda kerja agar sesuai dengan hasil yang diinginkan [1].

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, dimana untuk mendapatkan nilai *power* yang diperlukan pada desain awal yaitu dengan melihat kemampuan unjuk kerja alat yang dibuat pada saat operasional beban minimum dan maksimum pada pembuatan ulir. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dengan perancangan alat bantu pembuatan ulir portabel hingga pengujian hasil unjuk kerja alat. Setelah alat bantu senai pada mesin bor portabel dibuat berdasarkan desain yang direncanakan, selanjutnya dilakukan perancangan kontrol dan *power*. Setelah itu dilakukan pengujian kontrol dan *power* untuk menganalisis kinerja kontrol dan *power* serta menghitung daya, torsi, momen puntir dan tegangan puntir pada alat tersebut. Kemudian keluarlah hasil pengujian *power* pada Alat bantu senai pada mesin bor portabel.

Dalam penelitian ini dapat digambarkan dengan bagan aliran proses penelitian ditunjukkan pada Gambar 1, sebagai berikut.

**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

2.1. Desain Alat Bantu Portabel Ulir

Dalam tahap ini dibuat beberapa rancangan desain, kemudian dari beberapa rancangan dipilih berdasarkan bentuk yang memenuhi persyaratan bentuk dan fungsional mesin senai, cara kerja mesin dan portabel pada mesin senai. Langkah yang dilakukan diantaranya sebagai berikut. Pada desain kedua ini lebih diutamakan sisi *portability*-nya, bentuk dari mesin senai ini dibuat lebih sederhana agar tidak terlalu berat saat digunakan dan memenuhi unsur portabel [8]. Pengoperasian alat bentuk ulir portabel ini sama seperti dengan mesin bos portable, namun dilengkapi dengan alat bantu pemegang benda kerja untuk memudahkan pembuatan ulirnya seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Prinsip kerja dari model yang dibuat ini (Gambar 3) yaitu benda kerja dimasukkan/dipegang pada *chuck drill* lalu di kencangkan, kemudian mata senai di dekatkan / diumpankan secara manual terlebih dahulu pada benda kerja. Sebagai langkah awal operasional perlu dilakukan pembuatan awalan ulir secara manual sebagai alur kerja mata senai selanjutnya.

Untuk melepaskan mata senai setelah proses pembuatan dilakukan dengan operasi putaran motor listrik berlawanan arah/dibalik agar mata senai terlepas dari benda kerja. Berikut desain alat bantu senai pada mesin bor portabel pada Gambar 3.



Gambar 2. Mesin Bor Portabel Pada Umumnya [9]

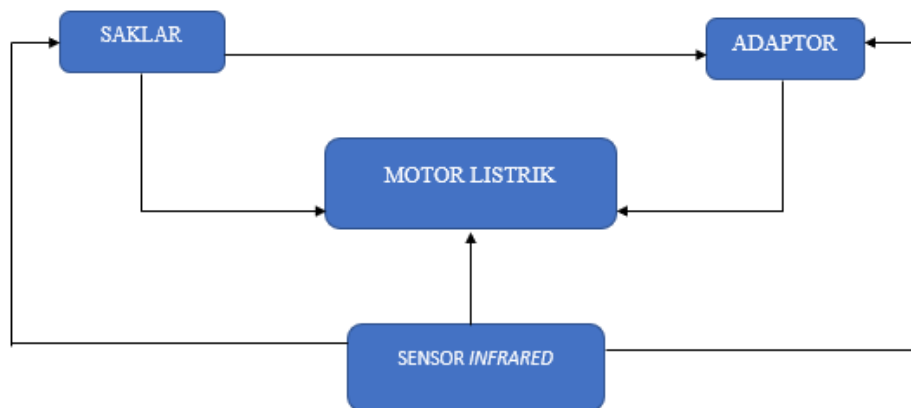


Gambar 3. Desain Alat Bantu Senai Pada Mesin Bor Portabel

Maka pada pemilihan desain terbaik ini peneliti dan tim mesin senai memilih desain di atas pada Gambar 3 yang akan dilakukan pembuatan sesuai dengan desain di atas.

2.2. Analisa kebutuhan kontrol dan power

Pada sebuah perancangan dibutuhkan komponen-komponen yang akan digunakan dalam kontrol dan power. Pada tahap ini Peneliti membuat blok diagram sistem secara keseluruhan agar memudahkan dalam melakukan perancangan sistem.



Gambar 4. Blok Diagram Sistem

Pada perancangan ini terdiri dari komponen motor listrik, adaptor, saklar dan sensor *infrared*. Pada Gambar 4 di atas motor listrik menjadi komponen utama dalam perancangan kontrol dan power. Motor listrik ini diatur tegangan arusnya, putarannya dan jarak pada proses pembuatan ulir, oleh komponen saklar, adaptor dan sensor *infrared* yang terhubung pada motor listrik. Saklar terhubung kepada motor listrik dan adaptor, sementara adaptor hanya terhubung dengan motor listrik dan sensor *infrared* terhubung kepada saklar, adaptor dan motor listrik. Berikut ini adalah penjelasan dari komponen-komponen perancangan kontrol dan power:

2.2.1. Motor Listrik

Pada perancangan ini menggunakan motor listrik. motor listrik merupakan komponen utama sebagai penggerak mesin. Pada perancangan kontrol dan *power* menggunakan motor listrik AC [10], motor listrik jenis AC ini sesuai dengan yang diinginkan karena memiliki arus bolak balik. Pada proses pembuatan ulir dibutuhkan arus bolak balik. Spesifikasi dari motor listrik AC: Motor AC *Gearbox* CGM-315-4CA Toshiba Corporation, 220 V AC 50 Hz 1.2 Uf, 13 W, *Gear ratio* 1: 5, 260 rpm, *High torque* 30 Kg. Motor AC desain awal yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Motor Listrik AC

2.2.2. Saklar 3 Kaki

Pada perancangan ini menggunakan saklar 3 kaki, saklar ini digunakan sebagai penghubung dan pemutus arus serta mengatur putaran kanan dan kiri pada motor listrik. Dengan spesifikasi 6A 250 VAC dan 10 A 125 VAC.

2.2.3. Adaptor

Pada perancangan ini menggunakan adaptor, Adaptor ini digunakan sebagai pengatur arus listrik dan mengurangi kecepatan pada motor listrik, dengan spesifikasi adaptor AC 3-12 V 2A 24 W. Dalam penelitian ini digunakan tegangan 12V, 19V dan 24V. Adaptor yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Adaptor

2.2.4. Sensor *Infrared*

Pada perancangan ini menggunakan sensor *infrared*, Sensor ini digunakan sebagai pembatas jarak pemakanan pada benda kerja yang akan di buat ulir, atur sensornya sesuai jarak pemakanan benda yang akan dibuat ulir [7]. Berikut ini Gambar 7 merupakan komponen sensor *infrared* yang dipergunakan.



Gambar 7. *Sensor Infrared*

2.3. Pengujian Kontrol dan Power

Setelah melakukan tahap perancangan kontrol dan *power* masuklah ke tahap pengujian kontrol dan *power*. Pada tahap pengujian ini melihat bagaimana kinerja dari komponen-komponen kontrol dan *power* sudah baik kinerja pada mesin senai atau perlu adanya perbaikan dan pergantian pada komponen kontrol dan *power*. Pada pengujian ini ada beberapa komponen yang perlu diganti dengan komponen yang baru sebagai berikut.

2.3.1. Motor Listrik

Pada motor listrik yang sebelumnya telah dilakukan pengujian, hasil kinerja dari motor listrik sebelumnya belum sesuai dengan yang diinginkan sehingga berdasarkan referensi maka Peneliti mengubah motor listrik sebelumnya yaitu AC 220V dengan motor listrik yang baru yaitu motor listrik berpenggerak DC yang sesuai dengan yang diinginkan pada Alat bantu senai pada mesin bor portabel [10]. Berikut ini spesifikasi dari motor listrik yang baru: Motor DC Matsushita GMX-8PV017A, 19 V, 6 A, 194 rpm.

2.3.2. Adaptor

Dari beberapa pengujian sampling menggunakan motor listrik, didapat hasil untuk penggunaan adaptor sebagai sumber tenaga yang sesuai yaitu dengan spesifikasi *output* 12-20 V 4.5 A dan *output* 24 V 5 A 96 W.

2.3.3. Sensor Infrared

Pada sensor *infrared* tidak adanya permasalahan dan tidak diubah dikarenakan sudah sesuai dengan kebutuhan pada Alat bantu senai pada mesin bor portabel [11].

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Hasil Perancangan

Setelah dilakukan desain dan pembuatan alat, maka unjuk kerja alat dilakukan pengujian unjuk kerja alat. Dalam penggunaan Alat bantu senai portabel ini dengan cara memasukkan benda kerja ke dalam *chuck* dan kemudian benda kerja dicekam, setelah benda kerja terpasang kemudian atur jarak sensor pada benda kerja sesuai jarak yang ditentukan. Kemudian dekatkan mata senai dengan benda kerja, atur *power* yang diperlukan terlebih dahulu pada adaptor. Untuk menganalisis kemampuan unjuk kerja alat, maka dilakukan dengan 3 perbandingan *power* untuk setiap ukuran ulir yang dibuat, diantaranya 12V, 19V dan 24 V.

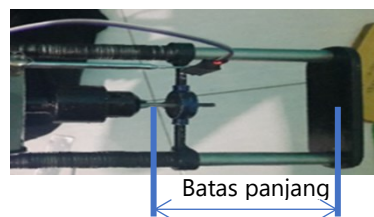
Berikut bentuk horizontal dari desain alat bantu senai portabel yang dibuat pada mesin bor portabel serta perancangan kontrol dan *power* yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Penambahan Pemegang Senai Pada Mesin Portabel

Alat bantu senai yang juga diaplikasikan pada mesin bor portabel ini bisa digunakan dengan bentuk horizontal ataupun bentuk vertikal. Untuk bentuk horizontal bisa digunakan dengan cara dipegang kedua gagang Alat bantu senai pada mesin bor portabel dan untuk bentuk vertikal bisa didudukkan di meja atau ditempat kan dimana saja. Berikut bentuk vertikal Alat bantu senai pada mesin bor portabel serta perancangan kontrol dan *power*:

Hasil kinerja sensor *infrared* dapat dilihat sensor dapat bekerja sesuai dengan jarak / batas panjang ulir, dimana dalam penelitian ini ditentukan sepanjang 100 mm. Batas ulir tersebut dilakukan dengan menentukan kedudukan sensor dengan panjang maksimal 130mm. Model pergeseran posisi sensor ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Sensor *Infrared*

Hasil pengujian operasional dan unjuk kerja alat menunjukkan bahwa alat yang didesain dapat beroperasi dan digunakan dengan baik. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai kebutuhan *power* dilakukan dengan analisa perhitungan daya.

3.2. Hasil Perhitungan Daya Yang Diperlukan

Untuk mencari daya yang dibutuhkan pada motor listrik yang berguna memutar poros motor listrik agar dapat menggerakkan benda kerja dan senai pada proses pembuatan ulir. Dalam perhitungan daya motor listrik dibutuhkan untuk mesin senai portabel dengan cara melakukan perhitungan secara aktual menggunakan catu daya digital yang dihubungkan pada motor listrik dengan ketentuan awal Tegangan = 19 V dan Arus = 6 A, kemudian didapatkan hasil perhitungan daya sebagai berikut daya pada persamaan 1, 2, dan 3.

$$P = V \times I \quad (1)$$

Didapat nilai $P = 114 \text{ W}$

Dalam perhitungan torsi motor listrik untuk mengetahui putaran yang dihasilkan dan beban yang diterima oleh motor listrik pada proses pembuatan ulir. Didapatkan hasil perhitungan torsi sebagai berikut

$$\begin{aligned} T &= \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n} \\ T &= \frac{114 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 6} \\ &= \frac{2.3.14.194}{6.840} \\ &= \frac{1.218,32}{1.218,32} \\ &= 5,6142885285 \text{ kgf.mm} = 5,6 \text{ Nm} \end{aligned} \quad (2)$$

3.3. Hasil Perhitungan Ukuran Diameter Ulir Luar

Sebelum mencari perhitungan pada momen puntir dan tegangan puntir dibutuhkan perhitungan ukuran diameter ulir luar yang akan digunakan. Pada perhitungan ini benda kerja yang akan digunakan yaitu M6 dikarenakan alat bantu senai pada mesin bor portabel maksimal ulir luar yang dibuat yaitu M6. Pada perhitungan ukuran diameter ulir luar didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} D &= D^1 + K & (3) \\ &= 4,917 + 1 \\ &= 5,917 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.4. Perhitungan Momen Puntir dan Tegangan Puntir

Pada perhitungan momen puntir benda kerja yang akan dihitung adalah M6, dikarenakan M6 merupakan benda kerja maksimal yang dibuat ulir pada alat bantu senai pada mesin bor portabel. Untuk mengetahui momen puntir dan tegangan pada benda kerja M6 maka dapat dihitung dari panjang maksimum benda kerja, dengan bahan yang akan dibuat ulir yaitu ST41 dan faktor tekanan permukaan yang diizinkan pada ulir ($V=3$). Pada benda kerja M6 momen puntir yang bekerja yaitu tegangan puntir yang dikalikan momen puntir. Berikut ini merupakan hasil perhitungan pada momen puntir dan tegangan puntir (persamaan 4, 5, dan 6)

$$M_p = \tau_p \times W_p \quad (4)$$

$$T_t = T_{\text{max bahan}} / \text{faktor keamanan}$$

$$T_{\text{max}} = T_t \text{ bahan} \times \text{gravitasi}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{max}} &= 41 \text{ kg/mm}^2 \times 9,81 \text{ m/det}^2 \\ &= 402,21 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_t &= \text{tegangan tarik izin} \\ &= 402,21/3 \\ &= 134,04 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Perhitungan Tegangan Puntir} \quad (5)$$

$$\tau_p = M_p / W_p$$

$$\begin{aligned} \tau_p &= 0,5 \times 134,06 \text{ N/mm}^2 \\ &= 67,035 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$W_p = \pi/16 \times d^3$$

$$\begin{aligned} W_p &= 3,14/16 \times 6^3 \\ &= 42,4 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Maka perhitungan pada momen puntir} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} M_p &= 67,035 \times 42,4 \\ &= 2842,284 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

3.5. Perhitungan Arus dan Daya Output Pada Adaptor

Pada pembuatan ulir dengan menggunakan Alat bantu senai pada mesin bor portabel diperlukan pengatur kecepatan putaran pada proses pembuatan ulir. Pengaturan kecepatan motor listrik ini dengan menggunakan adaptor, untuk mengetahui berapa arus dan daya yang dikeluarkan pada motor listrik. Arus dan daya yang digunakan yaitu 12 V/19 V/24 V pada proses pembuatan ulir menggunakan Alat bantu senai pada mesin bor portabel. Berikut ini hasil perhitungan arus dan daya *output* adaptor 12 V/19 V/24 V menggunakan persamaan 7, 8 dan 9. Selanjutnya untuk keseluruhan dari hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1, 2 dan 3 di bawah.

$$1 \quad \text{Perhitungan pada tegangan 12 V} \quad (7)$$

$$P = V \times I$$

$$\begin{aligned} P &= 12 \times 1,29 \text{ A} \\ &= 15,48 \text{ W} \end{aligned}$$

$$2. \quad \text{Perhitungan pada tegangan 19 V} \quad (8)$$

- $P = V \times I$
 $P = 19 \times 1,46 \text{ A}$
 $= 27,74 \text{ W}$
3. Perhitungan pada tegangan 24 V (9)
- $P = V \times I$
 $P = 24 \times 5 \text{ A}$
 $P = 120 \text{ W}$

Tabel 1. Hasil Perhitungan Mekanika

Perhitungan	Hasil
Tegangan Tarik Bahan	402,21 N/mm ²
Tegangan Tarik izin	134,04 N/mm ²
Tegangan Puntir	67,035 N/mm ²
Momen Tahanan Puntir	42,4 mm ³
Momen Puntir	2842,284 Nmm

Tabel 2. Hasil Perhitungan Arus Dan Daya Listrik

Hasil Perhitungan	12 V	19 V	24 V
Arus dan daya output adaptor	15,48 W	27,74 W	120 W

Hasil pembuatan ulir dengan uji fungsi dengan mur dari kemampuan alat berdasarkan kemampuan di atas.

Tabel 3. Uji Fungsional

No	Ukuran	Visual	Hasil Cek dengan mur
1	M3	OK	OK
2	M5	OK	OK
3	M6	OK	OK
4	M8	NO	NO

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada perancangan kontrol dan *power* alat bantu senai pada mesin bor portabel untuk mendapatkan analisa *power* minimum yang dibutuhkan, maka penulis dapat menarik kesimpulan yaitu :

1. Hasil dari perhitungan *power* didapat maksimum ulir ukuran M6 yang dapat dibuat dengan menggunakan daya minimum sebesar 114 W, dimana dengan tegangan catu daya sebesar 19V dan 6 A arus listrik yang digunakan.
2. Berdasarkan hasil perhitungan pada motor listrik didapatkan hasil perhitungan daya sebesar 114 W, hasil perhitungan torsi sebesar 5,6 Nm, hasil perhitungan ukuran diameter ulir luar sebesar 5,917 mm, hasil perhitungan tegangan puntir sebesar 67,035 N/mm², hasil perhitungan momen puntir sebesar 2842,284 Nmm dan hasil perhitungan daya dan arus yang dikeluarkan oleh adaptor 12V = 15,48 W, 19 V = 27,74 W, 24V = 120 W untuk daya yang dikeluarkan catu daya saat operasional (beban) pembuatan ulir.
3. Hasil keseluruhan dari pengujian alat bantu senai pada mesin bor portabel didapatkan hasil ulir yang dibuat maksimal M6 dengan bahan ST41, aluminium dan kuningan.

5. Daftar Pustaka

- [1] F. Kraemer, M. Klein, and M. Oechsner, "Fatigue Strength Of Metric Steel Screws Depending On Pre-Load And Nut Type," *Engineering Failure Analysis*, vol. 112, pp. 104484, 2020.
- [2] M. E. Hadi, Nofriadi, and S.S, "Perancangan dan Rekayasa Alat Bantu Untuk Snei Ulir Standar Pada Mesin Bubut," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 9-14, 2007.

- [3] P. N. Utomo, "Rancang Bangun Alat Bantu Tap dan Snei Untuk Bengkel Mesin Skala Rumah," *Politeknik Negeri Sriwijaya*, 2014.
- [4] Pujono, and I.R.W. Fauzi, "Rancang Bangun Mesin Senai Untuk Ulir M11," *Infotekmesin*, vol 9, no.2, pp. 53-60, 2018.
- [5] Sularso, and K. Suga, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin," *Book of PT. Pradnya Paramita*, 2004.
- [6] Anarwati, Agustin, and Setiono, "Rancang Bangun Alat Pengatur Kecepatan Putar Motor DC Power Windows Berbasis PLC Panasonic Menggunakan Human Machine Interface (HMI)," *Gema Teknologi*, vol. 19, no.3, pp. 32-37, 2017.
- [7] H. E. Azizul., "Sistem Kontrol, Malang " *UMM Press*, 2012.
- [8] A. Susanto, "Alat Bantu Belajar Motor Langkah," *Jurusan Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*, 2007.
- [9] A. W. a. :, "https://bacteriality.com/merk-bor-listrik-terbaik/," *time access 13.00 WIB*, 11 Juni 2021.
- [10] I. P. M. Bagia N, I., "Motor – Motor Listrik Cetakan 1," *Book publish of CV.Rasi Terbit*, vol. Printed 1, 2018.
- [11] P. Ridho, "Aplikasi Sensor *Infrared* Sebagai Pendeteksi Cangkir Plastik Air Mineral Untuk Mengaktifkan Motor AC Pada Rancang Bangun Mesin Penghancur Plastik," *Politeknik Negeri Sriwijaya*, 2016.