

Perancangan Mesin Penggulung Dinamo Semi-Otomatis

Yusuf Nur Rohmat^{1*}, Racmatullah¹, Rizky Maulana Akbar¹, Badruzzaman¹, Leo Van Gunawan¹, Oktavianus Ardhian Nugroho²

¹ Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu, Indonesia.

² Mesin Industri, Politeknik Industri ATMI, Cikarang, Indonesia.

ABSTRAK – Industri rumahan untuk perbaikan dinamo di Desa Sindang Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu, dalam menjalankan usahanya untuk memperbaiki motor-motor listrik, dinamo, maupun trafo-trafo distribusi dilakukan secara manual menggunakan *mechanical counter*. Kerusakan yang sering terjadi pada peralatan-peralatan tersebut terjadi pada kumparan, biasanya disebabkan kelebihan muatan sehingga terbakar. Proses menggulung kumparan/lilitan pada dinamo bisa dilakukan secara manual maupun dengan menggunakan mesin penggulung. Jenis mesin penggulung yang biasa digunakan Industri rumahan dinamo di Desa Sindang Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu masih menggunakan *mechanical counter*. Ketelitian dari jumlah lilitan mempengaruhi hasil akhir dari kualitas perbaikan yang dihasilkan, selain dari jenis kawat lilitan yang diterapkan. Metode penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen kuantitatif. Sehingga didapatkan hasilnya bahwa proses otomatisasi mesin penggulung dinamo sukses diterapkan. Pembacaan hasil dengan menggunakan limit switch masih belum bisa diterapkan pada putaran yang tinggi (diatas 1 rpm), hal ini bisa diperbaiki dengan menggunakan sensor yang lainnya (Optocoupler Photoelectric). Pada hasil perencanaan perhitungan dari mesin penggulung dinamo semi otomatis didapatkan momen inersia sebesar 49.092,6mm², displacement sebesar 200,1, pembebanan 4.924,8 kg.mm dan tegangan terbesar senilai 10.050 N/m² sedangkan tegangan terkecil 0,087 N/m².

Kata kunci: Perancangan, Mesin, Penggulung, Dinamo, Semi-otomatis

ABSTRACT – Home industry for dynamo repair in Sindang Village, Sindang District, Indramayu Regency, in carrying out its business to repair electric motors, dynamos, and distribution transformers, is done manually using a mechanical counter. The damage that often occurs in this equipment occurs in the coil, usually caused by being overloaded so that it burns. Winding the coils/coils on the dynamo can be done manually or using a winding machine. The type of winding machine commonly used by the dynamo home industry in Sindang Village, Sindang District, Indramayu Regency, still uses a mechanical counter. The accuracy of the number of windings affects the result of the quality of the repairs, apart from the type of winding wire applied. The research method used is quantitative experimental research. So that the result is that the automation process of the dynamo roller machine has been successfully implemented; reading the results using a limit switch still needs to be applied at high rotation (above 1 rpm). This can be corrected by using another sensor (Photoelectric Optocoupler). In the calculation planning results from the semi-automatic dynamo winding machine, the moment of inertia is 49,092.6mm², displacement is 200.1, loading is 4,924.8 kg.mm, and the most considerable stress is 10,050 N/m². In contrast, the slightest stress is 0,087 N/m².

Keyword: Design, Machine, Winder, Dynamo, Semi-automatic.

Dikirim: 23 November 2022; Direvisi: 28 November 2022; Diterima: 29 November 2022

PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) di zaman moderen ini, maka manusia berusaha untuk menciptakan atau membuat suatu peralatan yang lebih efisien dan praktis yang dapat

membantu bahkan menggantikan tenaga manusia dengan alat bantu yaitu berupa mesin [1]. Dinamo atau yang lebih kita kenal dengan motor listrik merupakan sebuah perangkat elektro magnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk ,misalnya memutar impeler pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan dll. Kebutuhan dinamo kian meningkat, dinamo digunakan juga pada alat rumah tangga sepertimixer, borlistrik, fan angin dll serta di industri. Dinamo kadang kala disebut kuda kerja nya industri sebab diperkirakan bahwamotor motor menggunakan sekitar 70% beban listri total diindustri.

Dinamo banyak digunakan di dalam dunia industri karena penggunaannya sangat mudah. Dinamo sendiri terdiri dari beberapa komponen dan salah satu komponen utamanya adalah kumparan berupa lilitan tembaga. Pada era teknologi yang berkembang sangat pesat, *home-industry* yang menawarkan jasa penggulangan dinamo di Indramayu dan sekitarnya masih banyak menggunakan tenaga manual, yaitu tenaga manusia. Hal tersebut tidak praktis karena memiliki banyak kekurangan. Home Industry perbaikan dinamo di Desa Sindang Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu, dalam menjalankan usahanya dengan memperbaiki motor-motor listrik, dinamo, maupun trafo-trafo distribusi. Kerusakan yang sering terjadi pada peralatan-peralatan tersebut sering kali terjadi pada kumparannya, biasanya dikarenakan terbakar yang disebabkan kelebihan muatan. Proses menggulung kumparan/lilitan pada dinamo bisa dilakukan secara manual maupun dengan menggunakan mesin penggulang. Jenis mesin penggulang yang biasa digunakan Home Industry Dinamo di Desa Sindang Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu masih menggunakan Mechanical Counter.

Otomatisasi proses berbasis arduino sudah banyak diterapkan dalam untuk mempermudah pekerjaan. Salah satu solusi untuk mempermudah pekerjaan proses pelilitan kawat bisa dengan menggunakan mikrokontroler arduino. Beberapa penelitian yang telah dilakuakn menggunakan sistem berbasis arduino diantaranya adalah pada penelitain oleh Sifa, dkk. (2020) [2] pernah melakukan rancang bangun elektro pneumatik untuk pelatihan berbasis arduino yang dimanfaatkan untuk SMK. Rahmi dan Sifa. (2022) [3] melakukan studi analisis efisiensi box untuk fermentasi oncom tahu menggunakan sistem berbasis arduino. Badruzzaman dan Endramawan (2021) [4] merancang bangun kipas angin otomatis yang diterapkan pada bilik pengelasan dilaboratorium teknik mesin politeknik negeri indramayu.

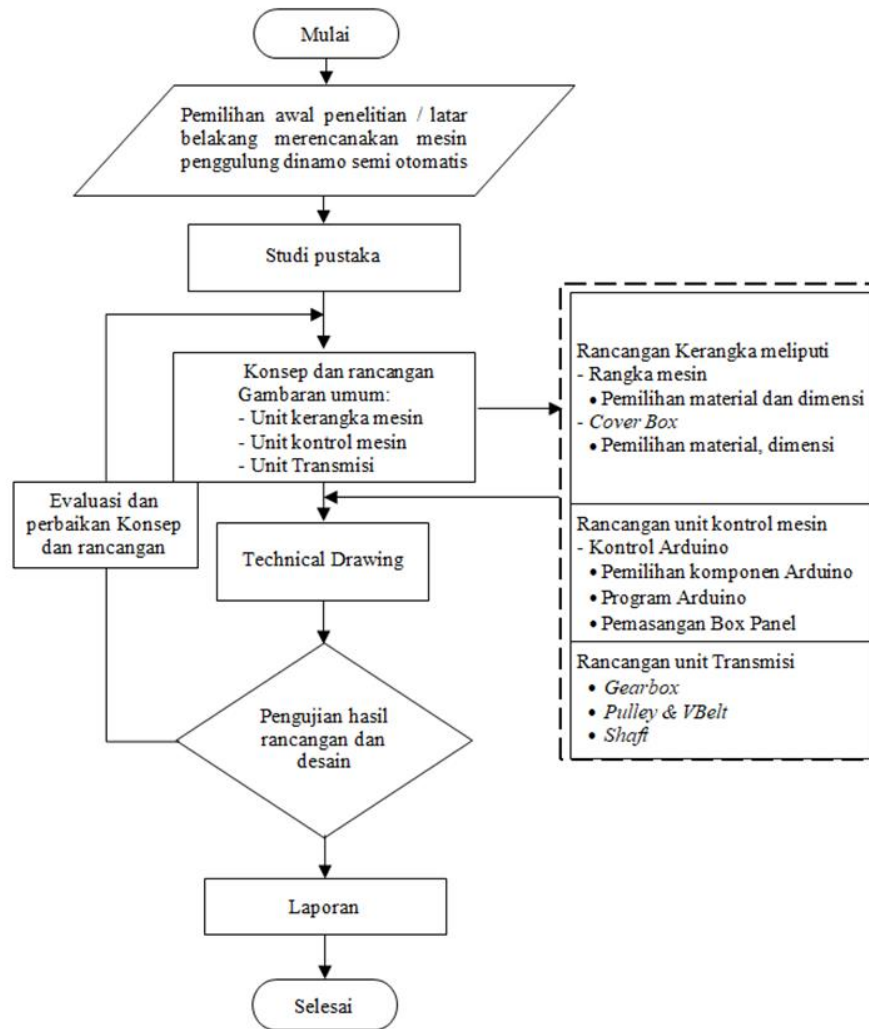
Oleh karena itu pada perancangan ini ketelitian dan ketepatan lilitan sangat diperhatikan karena mempengaruhi kualitas hasil dari dinamo, untuk itu penelitian ini diperuntukkan untuk memperbaiki kualitas tersebut dengan menambahkan otomatisasi pada mesin penggulang yang biasa digunakan Home Industry Dinamo di Desa Sindang Kabupaten Indramayu. Perlunya otomatisasi mesin penggulang agar hasil gulungan untuk dinamo bisa lebih cepat proses penggulangannya. Selain itu hasil gulungan bisa didapatkan jumlah gulunganyang lebih presisi. Serta bisa ditampilkan hasil dari jumlahnya kedalam LCD, untuk memudahkan pembacaan hasil lilitan. Pengotomatisasian yang akan dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroller ATMEGA328. Mikrokontroller ini bisa didapatkan dipasaran dengan nama Arduino. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, pada perancangan serta pembuatan alat ini digunakan mikrokontroler sebagai pengendali utama. Mikrokontroler ini nantinya akan mengolah data masukan berupa jumlah gulungan yang diinginkan.

METODE

Gambar 1 merupakan diagram alir perancangan mesin penggulang dinamo otomatis dan poin-poin dibawah ini penjelasan singkat terkait diagram alir.

- Pemilihan awal penelitian / latar belakang merencanakan mesin penggulang dinamo semi otomatis berbasis arduino.
- Dengan mencari referensi ataupun data – data yang dibutuhkan dari sumber sumber terkait dengan menggunakan beberapa metode, antara lain: Studi literatur, diskusi ilmiah, studi lapangan
- Perencanaan kerangka mesin dan kontrol mesin: Rangka, Coverbox, Poros, dan Kontrol Mesin.

- Membuat desain 3D dan assembly yang sesuai dengan perancangan menggunakan software Solidworks.
- Menguji hasil perancangan dan desain menggunakan software Solidwroks.
- Evaluasi dan perbaiki Konsep dan rancangan.
- Jika hasil perancangan aman atau sesuai dengan yang diinginkan maka membuat desain 2D di software Solidwork dengan standar ISO.
- Selesai.



Gambar 1. Diagram alir perancangan mesin penggulung dinamo semi-otomatis.

HASIL PERANCANGAN

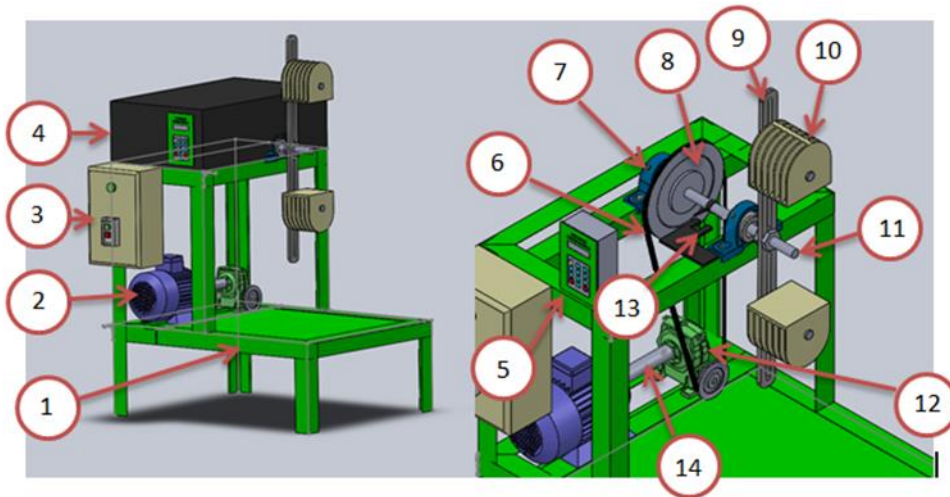
Desain Gambar

Desain mesin penggulung dinamo semi otomatis yang dirancang menggunakan Solid Work, program ini juga digunakan untuk mengamati tegangan, displacement, dan safety factor pada rangka alat yang dibuat. Selain membuat rangka dilakukan juga proses pembuatan cover box, bagian ini perlu karena berfungsi untuk menempatkan mikrokontroler dan melindungi photoelectric sensor dari faktor yang dapat mengganggu kinerja sensor sekaligus menambahkan nilai estetika pada alat. Pada sistem penggerak pada mesin ini menggunakan Motor Listrik yang di transmisikan pada reducer dengan sistem arduino sebagai pengontrolnya. Penggunaan arduino sebagai microcontroller dinilai lebih praktis karena waktu dan tenaga yang diperlukan lebih sedikit.

Dengan mesin yang lebih modern dan kontrol otomatis menggunakan Arduino maka sistem kerja alat bisa setiap saat di ubah ke manual jika terjadi problem pada sistemnya. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada **gambar 2** dan **tabel 1** dibawah ini..

Tabel 1. Komponen mesin penggulung dinamo semi-otomatis

1.	Rangka	6.	V-belt	11.	Shaft Roller
2.	Motor Istrik	7.	Bantalan bearing	12.	Gearbox
3.	Box panel	8.	Pulley	13.	Sensor
4.	Coverbox	9.	Besi rel	14.	Shaft Joint
5.	Mikrokontroler	10.	Mal gulungan		



Gambar 2. Desain 3D mesin penggulung dinamo semi-otomatis.

Pengamatan Tegangan (*Stress*) Rangka

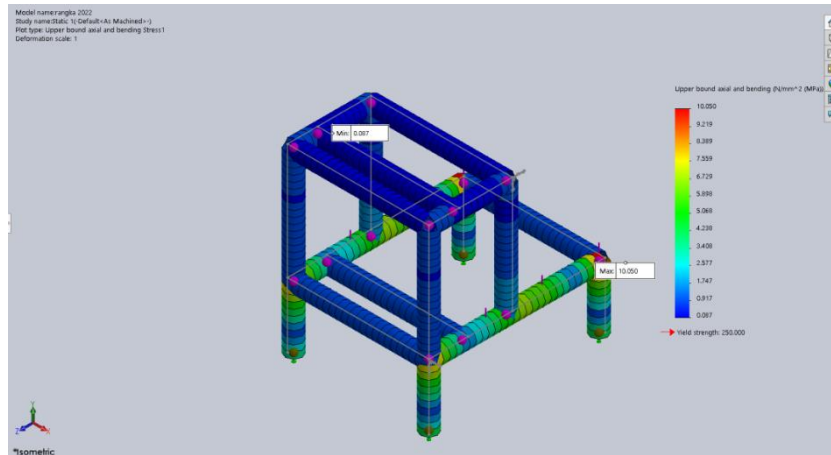
Tegangan (*Stress*) [5] adalah kumpulan gaya (*force*) pada suatu permukaan benda. Pada rangka ini, tegangan terbesar senilai 10.050 N/m² terdapat pada rangka bawah dan tegangan terkecil pada rangka atas senilai 0,087 N/m². Sedangkan Yield strength dari material baja ASTM A36 [6] yang digunakan adalah 250.000. N/m² rangka dapat dikatakan aman karena nilai stress tidak melebihi dari batas Yield strength. Simulasi dapat dilihat pada **gambar 3**.

Pengamatan Perpindahan (*Displacement*) Rangka

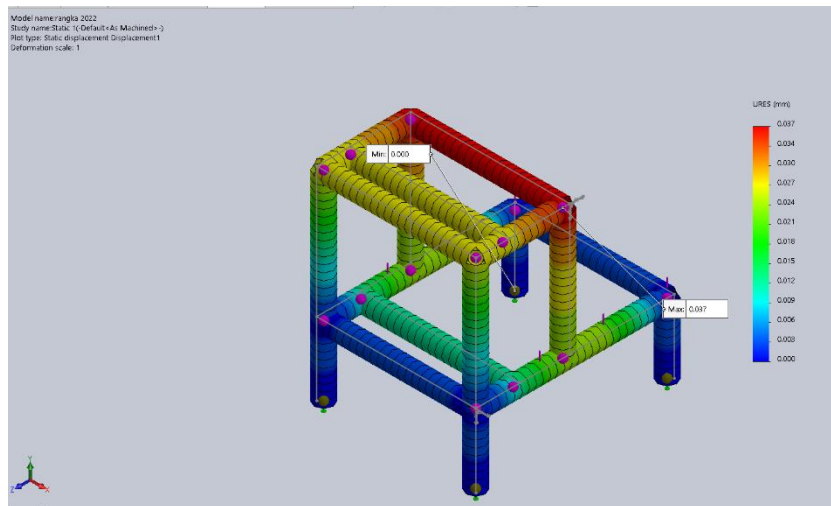
Perubahan Bentuk (*Displacement*) [5] adalah perubahan bentuk pada benda yang dikenai gaya. Dari simulasi tersebut menunjukkan total deformasi terbesar adalah 0,037 mm dan total deformasi terkecil adalah 0,000 mm. Perubahan bentuk pada rangka dapat dilihat pada **gambar 4**.

Pengamatan Faktor Keamanan (*Safety Factor*) Rangka

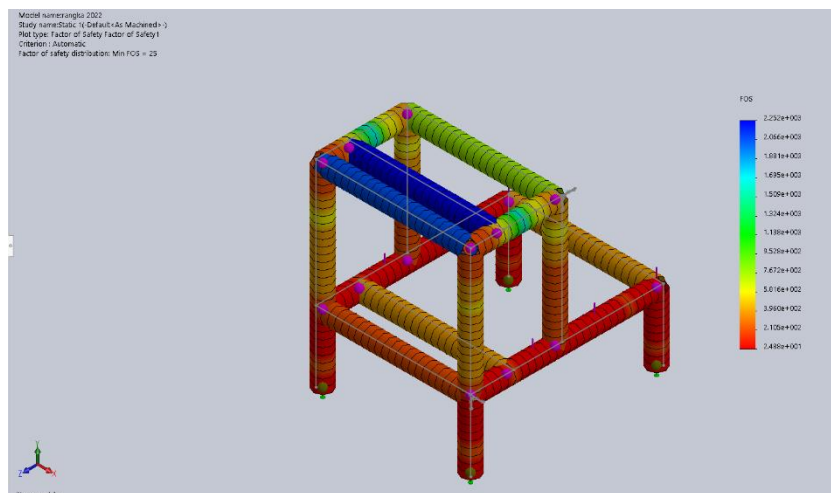
Faktor keamanan [5] adalah patokan utama yang digunakan dalam menentukan kualitas produk. Jika nilai factor keamanan kurang dari satu maka produk tersebut tidak aman untuk digunakan. Jika nilai faktor keamanan mencapai 3 digit (contohnya 100 atau lebih) maka produk tersebut dinilai sangat aman, namun harga cenderung mahal. Faktor keamanan rangka dapat dilihat pada **gambar 5**.



Gambar 3. Tegangan (*stress*) pada rangka



Gambar 4. Perpindahan (*displacement*) pada rangka



Gambar 5. Faktor keamanan (*safety factor*) pada rangka

Pembuatan Cover Box

Cover Box yang digunakan di mesin penggulung dinamo ini berfungsi untuk menutup bagian atas rangka dan menempatkan mikrokontroler serta melindungi *photoelectric sensor* dari faktor yang dapat mengganggu kinerja sensor sekaligus menambahkan nilai estetika pada alat. Pembuatan *cover box* menggunakan besi plat dengan ketebalan 1,2 mm dengan dimensi yang disesuaikan dengan kebutuhan rangka yaitu: P610 mm x L360 mm x T190 mm (lihat **Gambar 6**).



Gambar 6. Desain 3D Cover Box

Perhitungan Daya Motor Listrik

Motor listrik merupakan satu satunya penggerak pada mesin penggulung dinamo semi otomatis. Motor listrik menggerakkan transmisi yang terhubung ke *gearbox* yang terhubung pada *roller shaft*, berikut adalah perhitungan daya motor listrik pada mesin penggulung dinamo semi-otomatis.

Tabel 2. Perhitungan kebutuhan daya motor dinamo listrik

Beban yang akan di gerakan oleh motor listrik.	Berdasarkan data beban, dapat dihitung perencanaan torsi.	Perhitungan kecepatan putar mesin penggulung.
1. Berat gulungan : 10 kg 2. Roller Shaft : 3 kg 3. Besi Rel : 5 kg 4. Pulley : 1 kg 5. Shaft Joint : 1 kg 6. Mal : 1 kg 7. Total beban : 21kg atau 210 N	Diketahui : $F = 210 \text{ N}$ (Gaya beban) $r = 0,7 \text{ m}$ $T = F \times r$ $T = 210\text{N} \times 0.7\text{m}$ $= 147 \text{ N.m}$ Jadi dari torsi yang di butuhkan 3 N.m	$\omega = \text{kec. sudut (rad/sec)}$ $n = 14 \text{ rotasi/min}$ $\omega = (2.\pi.n)/60$ $\omega = (2 \times 3,14 \times 14)/60$ $= 1.46 \text{ rad/sec}$
Setelah torsi dan kecepatan putar di dapatkan maka daya motor (P) dihitung dengan persamaan di bawah ini.		Berdasarkan hasil perhitungan daya motor dipilih daya motor dengan spesifikasi 1 HP = 0.75 kW Merk Bologna dengan, Tipe : BLA 80M2-A Putaran : 4P (1400 rpm) Voltage : 1 phase (220 Volt)
$P = \omega . T$ Dimana: $P = \text{Daya mesin (Watt)}$ $T = \text{Torsi (N.m)}$ $\omega = \text{Kec. sudut (rad/sec)}$	$P = 1.46 \times 147 \text{ N.m}$ $= 215 \text{ Watt}$ $= 0.215 \text{ kW}$ $f_c = 1.2 \times 0.215$ $= 0.258 \text{ kW}$	

Perhitungan Diameter Poros, Bearing, Gearbox, Pulley and Belt, V-belt

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros [7]. Bearing adalah sebuah elemen mesin yang membatasi gerak relatif, menumpu poros atau bidang permukaan, dan memberikan kemungkinan poros berputar atau sebuah bidang permukaan meluncur. Hal ini merupakan gerakan relatif antara hubungan permukaan – permukaan saat membawa beban. Menurut Abdillah (2020) [8] Gear box berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. Gearbox merupakan suatu

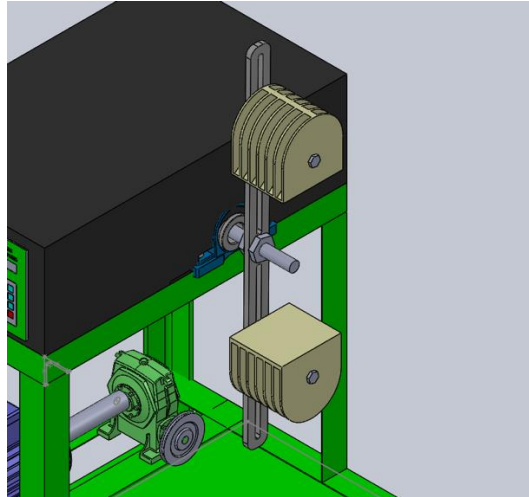
alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar, dan gearbox juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar atau lebih kecil dengan putaran lebih cepat. Pulley dan Belt Pulley berfungsi untuk mereduksi kecepatan dari motor sehingga perbandingan kecepatan antara poros penggerak dan poros yang digerakkan tergantung pada perbandingan diameter pulley yang digunakan. Agar dapat mentransmisikan daya, pulley dihubungkan dengan sabuk dan memanfaatkan kontak gesek antara pulley dengan sabuk. Pada mesin ini, pulley yang digunakan untuk mereduksi kecepatan motor adalah sepasang atau dua pulley.

Tabel 3. Perhitungan komponen pendukung

Diameter Poros	Bearing	Gearbox
<p>Momen rencana (T) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan: $T = 9.74 \times 10^5 \cdot \frac{Pd}{n_1} \text{ (kg.mm)}$</p> <p><u>Dimana:</u> T = momen puntir (kg/mm) n₁ = putaran mesin (rpm) Pd = daya rencana (kW)</p> <p>$T = 9.74 \times 10^5 \frac{0,258 \text{ kW}}{1400} = 1795$</p> <p>Diameter poros dapat dicari dengan menggunakan persamaan: $Ds = \left[\frac{5.1}{\sigma_{ijin}} Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{1/3}$</p> <p><u>Dimana:</u> Ds = dia. poros (mm) Kt = faktor koreksi momen puntir (1.0 – 1.5) Cb = faktor koreksi beban lentur (1.2 – 2.4) σ_{ijin} = 4.75 GPa</p> <p>$Ds = \left[\frac{5.1}{4.75} \times 1.5 \times 2.4 \times 1795 \right]^{1/3} = 18 \text{ mm}$</p> <p>Dari perhitungan diatas dapat diketahui poros yang akan digunakan pada mesin penggulung dinamo ini berdiameter 18 mm akan tetapi ukuran poros tersebut mempunyai bantalan <i>bearing</i> yang tidak mudah didapatkan di pasaran, sehingga ukuran poros di tetapkan menjadi diameter 20 mm.</p>	<p>Bantalan yang digunakan pada mesin ini adalah jenis bantalan <i>glinding</i> karena gesekan yang terjadi kecil dan relatif konstan sehingga gesekan yang terjadi pada poros kecil.</p> <p>Dengan menggunakan bantalan <i>glinding</i> khusus dengan type bantalan yang di gunakan adalah <i>pillow block ball bearing</i>, karena adanya beban putar dari samping (<i>axial load</i>), dan lebih praktis karena bearing sudah di lapiasi dengan rumah bearing. Dengan dimensi <i>bearing diameter Shaft 20 mm.</i></p>	<p>Input rpm pada gearbox adalah 1400 rpm, sedangkan output rpm yang dibutuhkan pada gearbox adalah 35 rpm. Untuk mencari rasio gearbox yang dibutuhkan adalah dengan persamaan berikut:</p> <p>n₁ = 1400 n₂ = 35 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{1400}{35} = 40$</p> <p>Jadi gearbox yang dibutuhkan pada mesin penggulung dinamo adalah rasio 1:40</p>
	Pulley and Belt	V-Belt
	<p>Untuk mencari <i>pulley ke-2</i> dengan rpm akhir yang direncanakan adalah 14 rpm maka didapatkan diameter pulley ke-2 dengan persamaan berikut:</p> <p>$\frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2}$</p> <p>$D_2 = D_1 \times \frac{n_1}{n_2}$</p> <p>= 7.62 x $\frac{35}{14}$ = 19.5 mm = 7.6 inch</p> <p>Dari perhitungan diatas dapat diketahui <i>puley</i> yang akan digunakan pada mesin penggulung dinamo ini berukuran 7.6-inch akan tetapi ukuran <i>pulley</i> tersebut tidak mudah didapatkan di pasaran, sehingga ukuran <i>pulley</i> di tetapkan menjadi 8 inch.</p>	<p>Panjang <i>belt</i> yang dibutuhkan:</p> <p>$L = \pi (r_1 + r_2) + 2X + \frac{(r_1 - r_2)^2}{X}$</p> <p>$L = 3,14 (38,1 + 114,3) + 2.410 + \frac{(38,1^2 - 114,3)^2}{410}$</p> <p>$L = (1634,99) + 820 + \frac{1451,61 + 13064,46}{820}$</p> <p>= 1634 + 820 + 17,60 $= \frac{97,28}{2} = 48,6 \text{ inch}$</p>

Pembuatan Mal Penggulungan Lilitan Kawat

Mal penggulung lilitan kawat dinamo yang digunakan adalah jenis mal oval 6 slot dapat digunakan untuk belitan stators dari fase tunggal atau tiga fase motor dan transformator. Menurut Yonathan (2021) [9] cara pemasangan mal jenis ini bentuk mal dikombinasikan menggunakan besi rel, pada dudukan mal dibuat sebuah kisanan belitan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan sehingga penggunaannya lebih fleksibel. Material yang digunakan pada mal adalah plastic ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) karna sifat dari plastik ABS [10] tidak akan meninggalkan goresan apabila tidak sengaja tergesek oleh benda tajam dan ABS juga memiliki tingkat resistensi yang tinggi, tahan terhadap suhu panas, sedangkan material yang digunakan pada besi rel adalah besi ST37 dengan ketebalan 8 mm, panjang 700 mm, diameter lubang poros 20 mm, dan lebar lubang rel 10 mm. Gambar 7 dibawah ini adalah desain mal penggulung dinamo.



Gambar 7. Mal Penggulung Dinamo

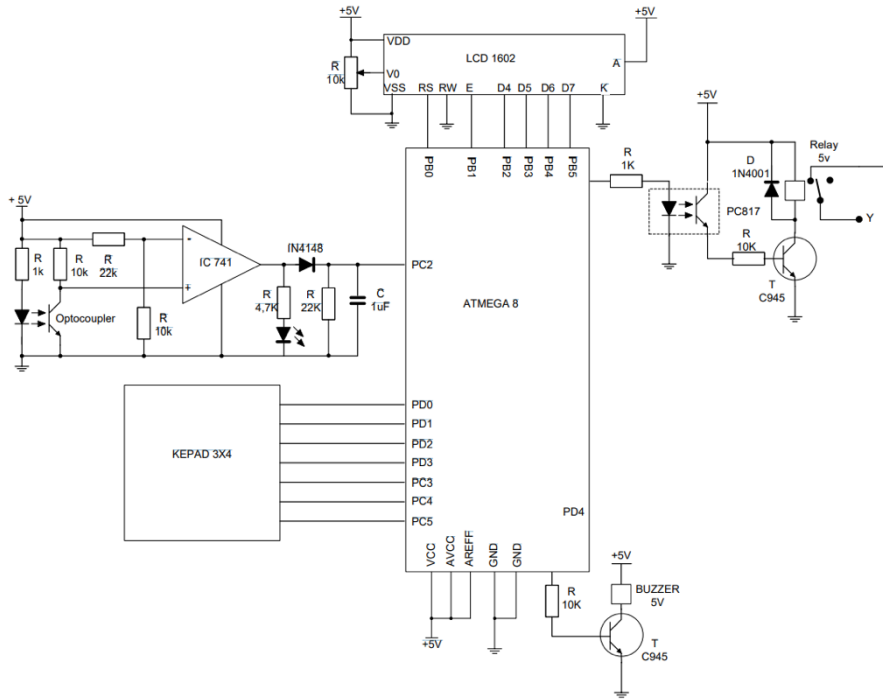
Pemilihan Mikrokontroler dan Sensor Optocoupler Photoelectric

Pada sistem otomatisasi mesin penggulung dinamo menggunakan microcontroller Arduino UNO Atmega328p (lihat **Gambar 8**). Pemilihan Arduino sebagai mikrokontroler pada mesin penggulung dinamo semi otomatis karena sistemnya yang terbuka baik dari sisi software maupun hardware, bahasa pemrograman Arduino juga mudah untuk dimengerti dan harganya juga sangat terjangkau dibandingkan mikrokontroler yang lain, Sehingga memungkinkan untuk diaplikasikan pada mesin ini. Sistem sensor yang digunakan pada mesin penggulung dinamo semi otomatis adalah Optocoupler Photoelectric. Optocoupler mempunyai kelebihan isolasi listrik yang tinggi diantara terminal input dan output, hal tersebut memungkinkan sinyal digital yang relative kecil sehingga dapat mengontrol arus tegangan dan daya AC tinggi. Keseluruhan sistem kontroler dan kelistrikan di rangkai dalam *box panel* (lihat **Gambar 9**).

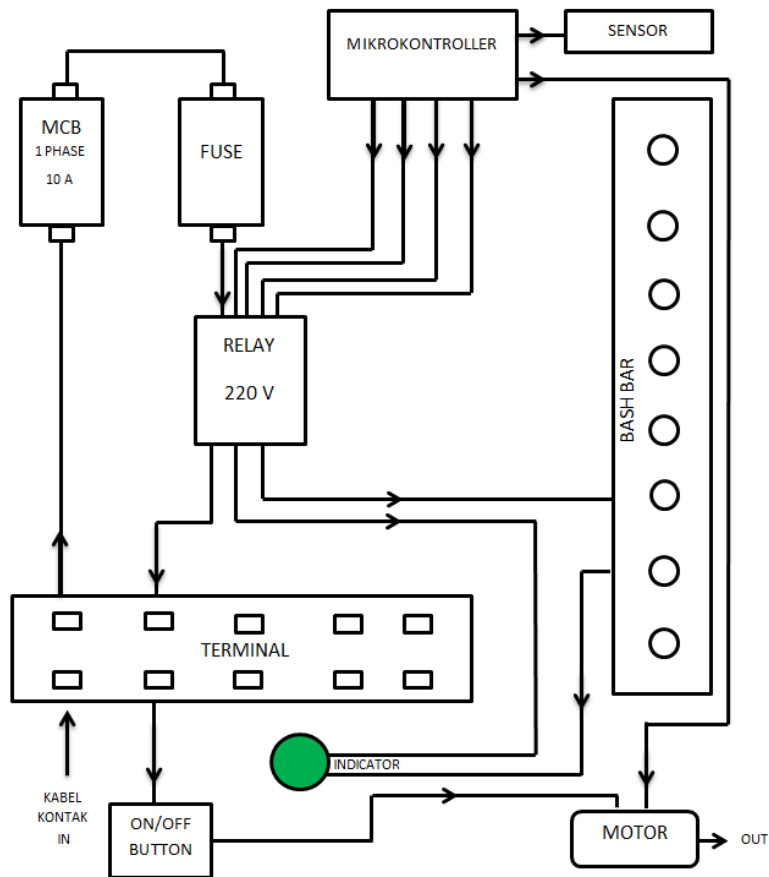
Pemilihan Keypad dan LCD (Liquid Crystal Display)

Keypad yang digunakan pada mikrokontroler mesin penggulung dinamo adalah modul keypad 3x4 (3 kolom x 4 baris). Modul ini dapat difungsikan sebagai input data dan proses pada mikrokontroler. Fungsi display dalam mikrokontroler sangat penting sekali diantaranya yaitu: mematikan data yang kita input valid, mengetahui hasil suatu proses, memonitoring suatu proses, menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks pada mikrokontroler. LCD yang digunakan pada mikrokontroler mesin penggulung dinamo adalah LCD 1602 Char Blue Backlight dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Jenis LCM : Karakter
- b. Menampilkan 2 baris X 16 karakter
- c. Tegangan 5V
- d. Fitur IIC / I2C 4 kabel



Gambar 8. Skema program arduino



Gambar 9. Rangkaian Box Panel

KESIMPULAN

Didapatkan desain rangka dan proses fabrikasi yang kokoh pada rangka mesin penggulung dinamo semi otomatis skala home industry dengan pembebanan 4.924,8 kg.mm serta perhitungan hasil dari tegangan terbesar 10.050 N/m² sedangkan terkecil 0.087 N/m², displacement terbesar 0.037 sedangkan displacement terkecil 0.000 mm, safety factor 18.46 dengan momen inersia 49.092,6 mm²

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah jenis arduino UNO ATMEGA 328p.
2. Poros yang digunakan jenis transmisi karena beban utama adalah beban puntir dan lentur. dimensi poros berdiameter 20 mm, untuk diameter tempat bearing 20 mm, dan panjang total poros 400 mm.
3. Cover Box yang digunakan pada mesin penggulung dinamo berbentuk balok dengan dimensi panjang 610 mm, lebar 360 mm, dan tinggi 190 mm dengan ketebalan plat 2 mm.
4. Material yang digunakan pada shaft Joint menggunakan material besi poros st37 dengan diameter 30mm dan panjang 140mm.
5. Dari semua uji alat yang telah dilakukan, maka bisa disimpulkan bahwa proses otomatisasi mesin penggulung umpan yang tadinya sepenuhnya menggunakan tenaga manusia bisa tergantikan oleh sistem otomatisasi dengan menggunakan Mikrokontroler.
6. Motor penggerak pada mesin penggulung dinamo semi otomatis menggunakan motor listrik jenis AC karena memiliki torsi yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

REFERENSI

1. Sifa, A., dkk., *Rancang Bangun Mesin Pengaduk Dodol Karangampel*. Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar. Bandung, 26-27 Agustus 2020.
2. Sifa, A., dkk., *Rancang Bangun Trainer Elektro Pneumatik Low Cost Berbasis Micocontroller (Arduino) untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)*. Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar. Bandung, 26-27 Agustus 2020.
3. Rahmi, M., dan Sifa, A., *Analisis Efisiensi Box Fermentasi Oncom Tahu dengan Sistem Arduino*. METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal. Vol. **6**(1), p. 31-37, 2022.
4. Badruzzaman dan Endramawan, T., *PERANCANGAN KIPAS ANGIN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO PADA BILIK PENGELASAN LABORATORIUM TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI INDRAMAYU*. SEMINAR TEKNOLOGI TERAPAN. Vol. **1**(1), p. 30-35, 2021.
5. Budiman, F.A., et al., *Analisis Tegangan von Mises dan Safety Factor pada Chassis Kendaraan Listrik Tipe In-Wheel*. Vol. **16**(1), p. 100-108, 2021.
6. Sajid, H.U., R.J.C. Kiran, and B. Materials, *Influence of high stress triaxiality on mechanical strength of ASTM A36, ASTM A572 and ASTM A992 steels*. Vol. **176**, p. 129-134, 2018.
7. Sularso, I. and K. Suga, *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. 1991.
8. ABDILLAH, I.A., *RANCANG BANGUN MESIN PENEPUNG SINGKONG MENGGUNAKAN TRANSMISI GEARBOX MOTOR 220V*. Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. 2022.
9. Setiawan, Y., *Alat penggulung kumparan motor listrik otomatis berbasis mikrokontroler ATmega8535*. Widya Mandala Surabaya Catholic University. 2021.
10. Karuniastuti, N., *Bahaya plastik terhadap kesehatan dan lingkungan*. Vol. **3**(1), 2013.