

BAB II

DASAR TEORI

Bab II membahas tentang dasar teori dan komponen-komponen yang dipakai dalam merancang alat pemipil jagung otomatis berbasis PLC Omron CP1E.

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisi referensi yang telah ditinjau pada alat pemipil jagung otomatis berbasis PLC. Hasil tinjauan pustaka dapat dilihat ditabel 2.1.

Tabel 2. 1 Tinjauan pustaka

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Keterangan
Rancang Bangun Alat Pemipil Jagung Semi Mekanis	Hamka Amrin, Jamaluddi P. dan Lahming Lahming /2019	Penggunaan alat dan bahan yang digunakan pada saat perancangan alat
Rancang Bangun Mesin Pemipil Jagung Semi-Otomatis Dilengkapi Blower	Mochammad Umar Faruq dan Budihardjo Achmadi Hasyim /2018	Mencari perhitungan daya dan torsi
Rancangan Bangun Mesin Pemipil Jagung dengan Sistem Otomatis Berbasis Sekuensial Kontroller	Jajang Jaenudin, Ferdi Faizal, Hendriko dan Nur Khamdi, /2022	Referensi mengenai cara pengambilan data saat pengujian alat
Rancang Bangun Sistem Pemipil Jagung Otomatis Berbasis Plc	Dendin Supriadi, /2018	Referensi tentang cara kerja mesin pemipil jagung

2.2. Komponen Penyusun Mesin Pemipil Jagung

Saat mendesain perhatian harus diberikan pada dasar pemilihan material. Saat memilih material harus memperhatikan kualitas material, bentuk, fungsi dan persyaratan bagian-bagian mesin. Karena hal ini sangat erat kaitannya dengan sifat material yang mempengaruhi keamanan dan keawetan alat yang direncanakan. Bahan baku yang dipilih juga harus mudah ditemukan agar tidak menghambat

pencarian bahan baku pada saat proses pembuatan mesin. Dalam memilih bahan juga harus melihat bahwa bahan yang dipilih harus lebih banyak kelebihannya dibandingkan kekurangannya. Jika memungkinkan mesin harus sederhana, mudah digunakan, biaya perbaikan dan pemeliharaan rendah namun memberikan hasil positif dengan perawatan sederhana. Dan juga bahan yang digunakan memiliki biaya yang tidak begitu mahal. Pada mesin ini bagian-bagian utamanya antara lain:

2.2.1. Motor AC 1 Fasa

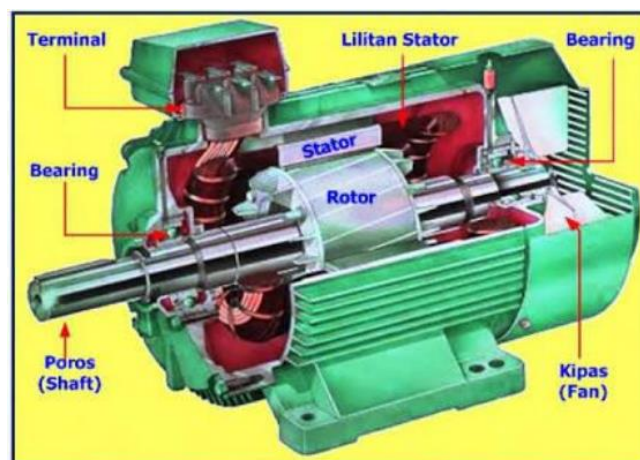
Dalam dunia kelistrikan, motor merupakan suatu mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Salah satu jenis motor listrik yang umum digunakan dalam banyak aplikasi adalah motor induksi. Mesin ini beroperasi pada kecepatan kurang dari sinkron, menjadikannya motor asinkron. Kecepatan sinkron ini merupakan kecepatan putaran medan magnet didalam mesin. Kecepatan ini dipengaruhi oleh *frekuensi* motor dan jumlah kutub motor . Motor induksi selalu berputar dibawah kecepatan sinkron. Hal ini karena medan magnet yang dihasilkan oleh stator menciptakan *fluks* magnet didalam rotor sehingga memungkinkannya berputar. Namun *fluks* magnet yang dihasilkan pada rotor tertinggal dibandingkan *fluks* magnet yang dihasilkan pada stator, sehingga kecepatan putaran rotor tidak secepat kecepatan putaran medan magnet. Motor induksi satu fasa terdiri dari dua bagian penting rotor dan stator.

Rotor adalah bagian motor yang berputar, dan stator adalah bagian motor yang diam. Rotor umumnya berbentuk *silinder* dan bergigi, sedangkan stator berbentuk *silinder* dan mengelilingi seluruh badan rotor. Stator biasanya dilengkapi dengan kumparan stator untuk membantu putaran rotor, dan kumparan stator dilengkapi dengan penghantar yang melingkar. Rotor umumnya terbuat dari aluminium dan memiliki gigi untuk membuat celah yang diisi dengan konduktor melingkar. Untuk meningkatkan kinerja rotor yang digunakan, rotor juga dilapisi dengan lapisan *laminsi*. Gambar motor AC 1 fasa dapat dilihat digambar 2.1 dan Bagian-bagian motor AC 1 fasa dapat dilihat pada gambar 2.2 sedangkan tabel spesifikasi motor AC 1 fasa dapat dilihat pada tabel 2.2.



Gambar 2. 1 Motor AC 1 Fasa

(Sumber: Ilham Heru Setiawan, 2023)



Gambar 2. 2 Bagian-Bagian Motor AC 1 fasa

(Sumber: Saeful Anwar, 2017)

Tabel 2. 2 Spesifikasi Motor AC

Spesifikasi Motor Listrik	
Daya	180 Watt (0,25 HP)
Tegangan	220 V AC (1 Phase)
Arus	1,54 Ampere
Frekuensi	50 Hz
Kecepatan	1310 RPM

Motor satu fasa adalah jenis motor arus bolak-balik yang menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menghasilkan energi putaran yang dapat digunakan. Motor satu fasa mempunyai stator dan rotor, seperti kebanyakan motor listrik, namun hanya menggunakan satu belitan stator yang hanya membawa arus bolak-

balik, dan rotor cenderung lebih sederhana dibandingkan desain lainnya. Motor satu fasa juga memerlukan starter karena hanya menggunakan daya masukan satu fasa sehingga tidak menghasilkan torsi start saat dihentikan [4].

2.2.2. Pulley

Pulley selain sebagai salah satu komponen yang utama dari mesin pemipil jagung juga berfungsi sebagai tempat untuk sabuk dengan tipe V yang fungsinya adalah mentransmisikan daya putaran motor dari pulley yang berada pada motor ke pulley yang berada pada poros pemipil. Pulley dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Pulley

(Sumber: Herdika Kurnia Putra, 2021)

Dalam penggunaan pulley perlu mengetahui jumlah putaran yang digunakan serta menetapkan diameter dari pulley yang bakal digunakan, pulley biasanya terbuat dari besi cor, dan aluminium [5]. pulley berguna untuk menyalurkan tenaga ke poros pemipil dari motor listrik menggunakan belt.

2.2.3. V-belt

Penggunaan komponen v-belt pada mesin pemipil jagung adalah sebagai penerus putaran dari pulley motor AC menuju ke pulley poros pemipil. Saat merancang mesin ini jenis sabuk V dipilih untuk meminimalkan selip dalam transmisi daya dan putaran. V-belt sangat penting dalam mendukung kinerja suatu peralatan mesin, harus selalu ada ide-ide pengembangan dan inovasi terkait penggunaannya. setidaknya walaupun itu sulit seorang engineer harus mampu merancang dan membuat v-belt supaya dapat bekerja dengan efektif dan maksimal. V-belt dapat dilihat pada gambar 2.4.



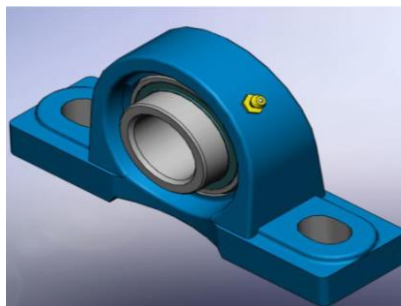
Gambar 2. 4 V-belt

(Sumber: Herdika Kurnia Putra, 2021)

Alasan menggunakan sistem penggerak pulley dan v-belt adalah karena lebih sederhana dan efisien dalam pengerjaannya. Keuntungan dari mesin yang menggunakan pulley dan v-belt adalah mesin tidak menimbulkan suara berisik, biaya perawatannya relatif lebih murah dibandingkan dengan penggerak yang menggunakan roda gigi dan rantai. Sebaliknya, sisi negatifnya adalah tenaga yang dihasilkan tidak begitu kuat seperti menggunakan tranmisi dengan roda gigi. v-belt terbuat dari karet dan dirancang dengan penampang membentuk trapesium [6].

2.2.4. Bearing

Bearing atau bantalan merupakan suatu elemen mekanik yang berfungsi untuk menyokong beban poros, sehingga gerak putar maupun gerak bolak-balik dapat terjadi secara aman, lancar dan tahan lama. Agar poros dan elemen mesin lainnya berfungsi dengan baik, bantalan harus kuat. Gambar bearing bisa dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Bantalan (*bearing*)

(Sumber: Fajar Kurnia Putra, 2019)

Dalam memilih bearing perlu diketahui material yang optimal dan karakteristik yang harus diperhatikan untuk memperoleh sifat bearing yang baik [7]:

1. Tahan Tekanan: Bahan bantalan harus memiliki kekuatan tekan yang tinggi untuk menahan tekanan maksimum yang dapat menyebabkan *ekstrusi* dan *deformasi* permanen pada bantalan.
2. Kekuatan *fatigue*: Bahan bantalan harus memiliki kekuatan *fatigue* yang tinggi untuk mencegah bahan retak akibat beban berulang.
3. *Conformability*: Kemampuan material bantalan untuk mengkompensasi *defleksi* poros dan ketidak akuratan bantalan melalui *deformasi* plastik (*creep*).
4. *Embeddability*: Adalah kemampuan material bantalan untuk menyerap partikel kecil seperti debu dan pasir.
5. Tahan Korosi: Bahan bantalan tidak boleh terkorosi oleh pelumasan. Properti ini sangat penting didalam mesin pembakaran dimana pelumas yang sama digunakan untuk melumasi dinding silinder dan bantalan. Didalam silinder pelumas dapat saja teroksidasi dan menghasilkan endapan karbon.
6. *Thermal Konduktivitas*: Bahan bantalan harus memiliki *konduktivitas* panas yang tinggi agar panas yang dihasilkan oleh gesekan dapat dengan cepat hilang.
7. *Ekspansi Termal*: Bahan bantalan harus memiliki koefisien *ekspansi termal* yang rendah sehingga dapat berfungsi pada perubahan suhu. Tidak ada perubahan materi karena perubahan suhu. Sulit untuk mencapai semua karakteristik diatas pada bantalan tertentu. Bahan-bahan sebenarnya yang digunakan bakal bergantung pada persyaratan dan kondisi penggunaan bantalan. Maka dari itu pemilihan material untuk setiap aplikasi harus didasarkan pada hasil analisis.

2.2.5. Poros

Poros adalah suatu bagian *stasioner* yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang komponen-komponen seperti *pulley*, *skrew* pendorong, atau pisau pengurai. pada mesin tenaga disalurkan melalui putaran poros dan motor penggerak. Poros biasanya menyalurkan daya melalui sabuk v-belt, roda gigi dan rantai dengan demikian poros menerima beban puntir dan lentur. Berikut adalah beberapa hal yang perlu dipertimbangkan saat merencanakan poros [8]:

1. Kekuatan poros

Poros penggerak dapat mengalami beban torsi (torsi), beban lentur (momen lentur), atau kombinasi beban torsi dan lentur. Beberapa faktor harus dipertimbangkan saat mendesain poros, termasuk kelelahan material, benturan, dan efek konsentrasi tegangan saat menggunakan poros bertingkat atau alur pasak pada poros. Poros yang dibangun harus cukup aman untuk menahan beban.

2. Kekakuan poros

Kekakuan poros juga harus dipertimbangkan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang bakal menyalurkan daya melalui poros.

3. Putaran kritis

Batas antara putaran mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik, dan sejenisnya. Selain itu, getaran tinggi dapat merusak poros dan komponen lainnya. Maka dari itu saat perancangan poros pertimbangan mesti diberikan untuk memastikan bahwa putaran kerja poros lebih rendah daripada putaran kritisnya.

4. Korosi pada poros

Jika poros bersentuhan langsung dengan cairan korosif, korosi poros dapat terjadi seperti pada poros baling-baling pompa air. Maka dari itu pemilihan bahan poros yang terbuat dari bahan tahan korosi harus menjadi prioritas utama.

5. Bahan poros

Poros yang dipakai untuk mentransmisikan putaran tinggi dan beban berat umumnya terbuat dari baja paduan yang dikeraskan dengan ketahanan aus yang sangat baik.

Poros pemipil jagung yang terdiri dari satu buah pipa galvanis diameter 60 mm dengan panjang 800 mm. Tahap pembuatan poros ini pertama dengan memasukan as diameter 12 mm dengan panjang as 1000 mm ke press bearing yang kemudian press bearing dan as dimasukan ke pipa galvanis. setelah as dan press bearing menyatu ke pipa galvanis, selanjutnya memasang besi beton diameter 6 mm pada permukaan pipa dengan cara dilingkari berbentuk spiral dipermukaan pipa

galvanis yang berfungsi untuk merontokan biji jagung. Poros pemipil jagung dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Poros pemipil jagung

(Sumber: Zulzain Ilahude, 2021)

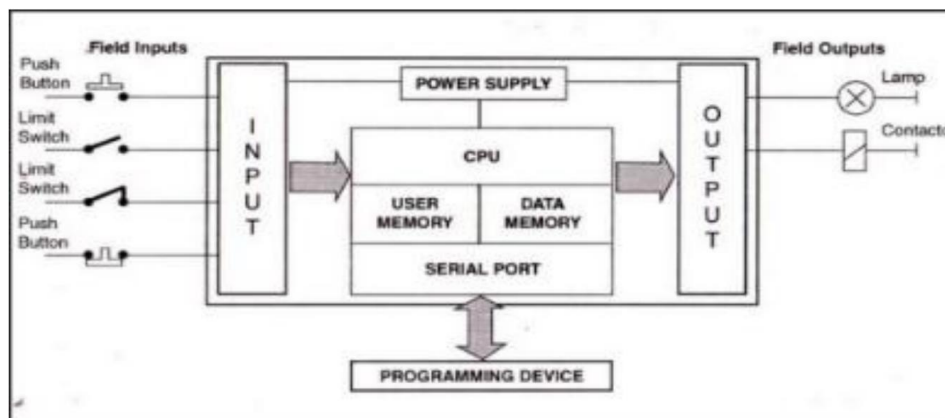
2.3. *Programmable Logic Controller (PLC)*

Programmable Logic Controller merupakan piranti yang digunakan untuk menggantikan fungsi rangkaian relay *sekuensial* guna mengontrol sistem kontrol yang terdapat didalam panel. Kelebihan yang terdapat didalam PLC cukup kompleks dengan *sekuensial* tertentu, dimana didalamnya sudah menggunakan sejumlah relay, *timer*, *counter* dan kontrol khusus lainnya. PLC beroperasi dengan memantau atau mendeteksi kondisi *input* dan menggunakannya untuk mengendalikan *output*. Agar PLC berfungsi sebagaimana mestinya, maka perlu memasukan suatu program kontrol yang dapat diprogram melalui komputer untuk memberikan perintah kepada PLC agar dapat menjalankan sebuah sistem control.

PLC bekerja berdasarkan nilai *input* yang diterimanya dan dapat menghasilkan output berupa *ON* atau *OFF* tergantung fungsinya. Sebelum melakukan suatu proses kerja dengan menggunakan kontrol PLC, maka pengguna (*programmer*) terlebih dahulu membuat program menggunakan *software* pendukung PLC dan mentransfernya ke PLC dan memberikan nilai untuk menghasilkan *output* tertentu. Pemrograman PLC dilakukan menggunakan aplikasi CX-Programmer. yang berfungsi untuk mengatur kendali fungsi-fungsi yang ditetapkan dalam perintah. Pemrograman yang dapat dilakukan pada *software* CX-Programmer merupakan kemudahan dan keuntungan dari kontrol PLC. Perintah yang digunakan meliputi fungsi “*keep*” dan “*timer*”. *Keep* berfungsi untuk mengunci sistem agar tetap menyala dan akan berhenti jika tombol *stop* atau *off* ditekan. *Timer* digunakan untuk mengatur jangka waktu yang ditentukan.

Kontrol dari program PLC terdiri dari menganalisa *input* kemudian mengatur *output* sesuai keinginan pengguna. Perangkat *input* bisa berupa *sensor*, *push button*, *limit switch*, atau perangkat lain yang dapat menghasilkan sinyal yang dapat dimasukan ke *input* PLC. *Output* dapat berupa *switch* yang dapat menyalakan

lampu indikator, relay yang menggerakkan motor atau perangkat lain yang bisa digerakkan oleh sinyal *output* PLC, Prinsip kerja PLC bisa dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Prinsip kerja PLC

(Sumber: Eddo Mahardika, 2018)

PLC beroperasi berdasarkan pada *input* dan *output* dengan mengaktifkan *switch* (saklar) pada posisi *ON* ataupun posisi *OFF*. Secara digital, posisi “menyala” dilambangkan dengan angka 1 dan posisi “tidak menyala” dilambangkan dengan angka 0 [9]. Sesuai namanya, ada tiga konsep utama dari PLC yaitu *Programmable*, *Logic*, dan *Controller*. Berikut masing-masing penjelasannya:

Programmable : Kemampuan menyimpan program yang sudah dibuat ke dalam memori. Fungsinya dapat diubah sesuai keinginan.

Logic : Kemampuan untuk memproses *input* secara aritmatika dan logika dengan melakukan operasi seperti membandingkan, menambah, mengurangi, negasi, perkalian, pembagian, AND, OR, dan lain sebagainya.

Controller : Kemampuan untuk mengendalikan dan mengatur proses untuk mencapai hasil *output* yang diinginkan.

2.3.1. PLC Omron CP1E-E20SDR-A

Omron CP1E-E20SDR-A adalah salah satu jenis PLC yang dibuat oleh perusahaan Omron. Tipe PLC ini tersedia dalam berbagai variasi di pasaran sesuai dengan keperluan pengguna. Spesifikasi PLC Omron CP1E-E20SDR kode E20SDR digunakan untuk mengetahui dari spesifikasi PLC ini. Artinya PLC omron jenis ini memiliki 20 unit kontak *input* dan *output*. Ini adalah kombinasi dari 12 pin *input* dari pin 00-11, dan pin *output* 00-07. PLC ini memerlukan sumber daya AC

220 V untuk memberi daya pada rangkaian elektronik yang terdapat didalamnya. Disisi lain pin *input* menggunakan catudaya 24 V DC. Pada bagian pin *output* menggunakan kontak bantu relay [10]. Ada 3 kondisi mode operasi pada PLC keluaran Omron yaitu mode program, mode monitor dan mode *run*, tidak ada *switch* pada PLC CP1E untuk memilih mode pengoperasian. Mode pengoperasian dipilih saat menghubungkan PLC ke komputer menggunakan perangkat lunak CX-Programmer.

1. Mode program

Mode program adalah mode yang digunakan untuk memprogram PLC. Dalam mode ini program PLC tidak dijalankan dan PLC dalam keadaan siaga.

2. Mode monitor

Mode monitor adalah mode yang digunakan untuk memantau proses eksekusi program pada PLC. Dalam mode ini dapat dilakukan proses *online* editing dan melakukan set-reset bit.

3. Mode *run*

Mode *run* merupakan mode dimana program PLC biasanya dieksekusi. dalam mode ini PLC sudah dapat dioperasikan sesuai tujuan yang diinginkan.

Gambar 2.8 dibawah ini menunjukkan gambar PLC dan spesifikasi PLC dapat dilihat pada tabel 2.3.



Gambar 2. 8 PLC Omron CP1E

(Sumber: Anwar Ibrahim, 2022)

Tabel 2. 3 Spesifikasi PLC

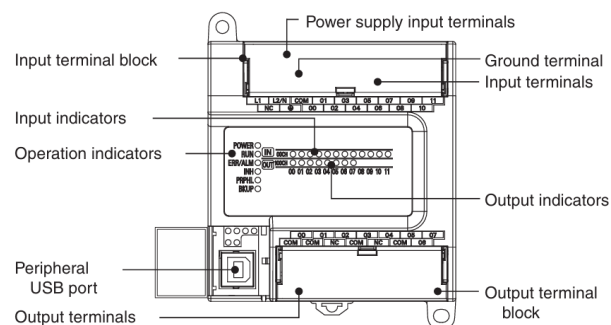
Spesifikasi PLC CP1E	
Merk PLC	Omron
Seri	CP1E
Tipe	E20SDR-A
Tegangan supply	100-240 VAC
Input	12 Pin
Output	8 Pin
Output tipe	Relay
Kapasitas program	2000 step
Kapasitas data memory	2000 words

Di bawah ini adalah keterangan kode dari PLC Omron CP1E-E20SDR-A yang dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Keterangan Kode pada PLC Omron CP1E-E20SDR-A

Kode	Keterangan
CP1E	Seri PLC
E	Tipe unit model dasar (<i>Basic type</i>)
20	Kapasitas <i>Input/Output</i> , yaitu 20 I/O (12 <i>input</i> , 8 <i>output</i>)
S	Tipe Pembaruan (<i>Renewal Type / Updated Version</i>)
D	Tegangan input DC
R	Jenis output menggunakan Relay
A	Input power supply menggunakan AC 100–240 Volt

Bagian-bagian PLC CP1E dapat dilihat pada gambar 2.9.

**Gambar 2. 9** Bagian-bagian PLC Omron CP1E

(Sumber: Datasheet CP1E)

Di bawah ini adalah penjelasan mengenai bagian-bagian PLC yang terdapat dalam gambar 2.9 yang dapat dilihat di tabel 2.5 berikut.

Tabel 2. 5 Penjelasan Fungsi-Fungsi Bagian PLC

Nama Bagian	Fungsi
<i>Power Supply Input Terminals</i>	Terminal untuk menyuplai daya listrik ke PLC.
<i>Ground Terminal</i>	Untuk grounding, melindungi sistem dari gangguan listrik.
<i>Input Terminal Block</i>	Tempat menghubungkan semua sinyal <i>input</i> dari sensor, tombol, dll.
<i>Input Terminals</i>	Terminal individual tempat masuknya sinyal digital <i>input</i> ke PLC.
<i>Input Indicators</i>	LED indikator yang menyala saat <i>input</i> tertentu aktif.
<i>Operation Indicators</i>	Menunjukkan status kerja PLC (<i>power, run, error, dll</i>).
<i>Peripheral USB Port</i>	Untuk menghubungkan PLC ke komputer saat pemrograman atau monitoring.
<i>Output Indicators</i>	LED indikator yang menyala saat <i>output</i> tertentu aktif.
<i>Output Terminals</i>	Terminal tempat keluarnya sinyal ke perangkat seperti motor/relay.
<i>Output Terminal Block</i>	Blok terminal untuk menghubungkan semua <i>output</i> PLC ke perangkat luar.

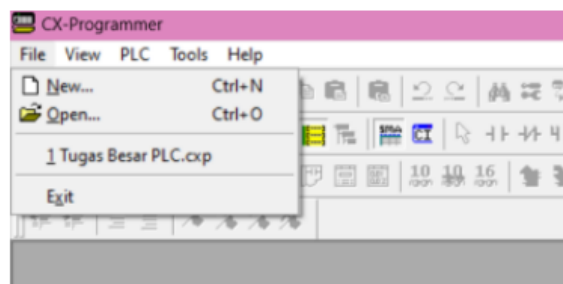
2.3.2. CX-Programmer

Software yang disebut CX-Programmer merupakan salah satu bagian dari CX-One dan dirancang untuk memprogram PLC buatan Omron. Pemrograman CX-Programmer terdiri dari empat bagian utama: *contact, coil, instruction, function block*. *Contact* adalah komponen pemrograman yang memiliki sifat seperti saklar dan kemudian diatur untuk menghasilkan program yang diinginkan. Kontak terdiri dari dua bagian, yaitu *normally open* (saklar terbuka) dan *normally close* (saklar tertutup). *Coil* merupakan komponen pemrograman yang berfungsi sebagai *output* dan terdiri dari 2 bagian: *normally open coil* (koil terbuka) dan *normally closed coil* (koil tertutup). *Instruction* terdiri dari berbagai macam instruksi seperti MOV, SFT,

dan TIM, dan merupakan bagian penting dari pemrograman PLC karena instruksi berisi instruksi dasar yang telah disiapkan oleh programmer CX. *Function Block* merupakan fitur pada CX-Programmer yang tidak tersedia untuk semua PLC, hanya PLC dengan CPU yang mendukung yang dapat menggunakan fitur ini.

Software CX-Programmer adalah perangkat lunak yang memungkinkan simulasi rancangan sistem PLC dengan *Ladder Diagram*. Perangkat lunak ini memiliki banyak fitur dan alat yang dapat digunakan untuk merancang sistem kontrol berbasis PLC, seperti fitur *normally open switch* sampai fitur komunikasi antar *peranti*. Untuk mendapatkan hasil uji coba yang nyata dan terorganisir, dibuat rancangan alat dan susunan kegiatan selama simulasi. Berikut adalah alur pengarahan dari rancangan alat tersebut. Untuk memulai simulasi dengan *software* CX-Programmer dapat mengikuti langkah-langkah berikut:

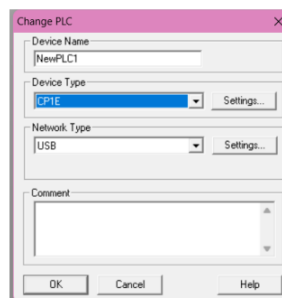
1. Mengunduh *Software* CX-Programmer
2. Buka *Software* CX-Programmer dan pilih menu "new" untuk membuat file proyek baru seperti gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Tab pembuatan file proyek baru

(Sumber: Muhammad Hammam Al-Choiri, 2022)

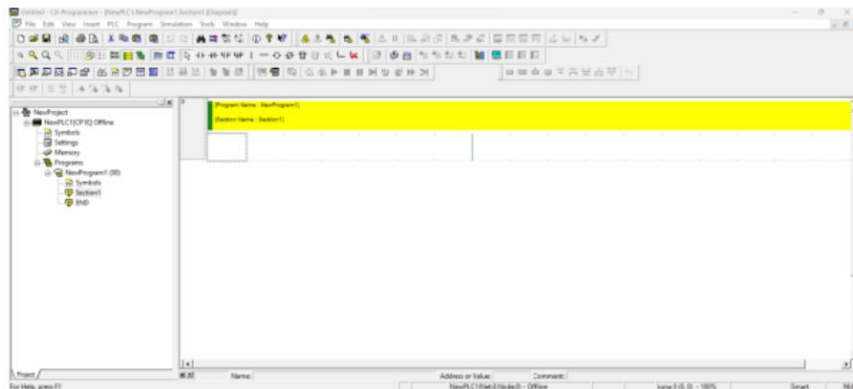
3. Kemudian diarahkan untuk memilih tipe PLC yang hendak digunakan, pada laporan tugas akhir ini tipe CP1E dipilih seperti gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Tab pemilihan jenis PLC

(Sumber: Muhammad Hammam Al-Choiri, 2022)

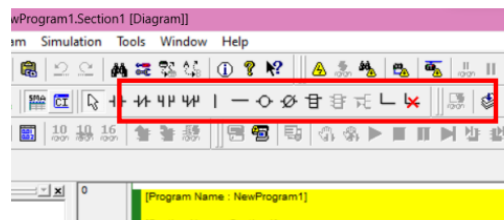
4. Ini adalah halaman awal *interface* CX-Programmer dapat dilihat digambar 2.12.



Gambar 2. 12 *Interfce* awal lembar kerja

(Sumber: Muhammad Hammam Al-Choiri, 2022)

5. Untuk merancang menggunakan *tools* dasar PLC menggunakan *tools* berikut seperti gambar 2.13.



Gambar 2. 13 *Tools* dasar yang sering digunakan

(Sumber: Muhammad Hammam Al-Choiri, 2022)

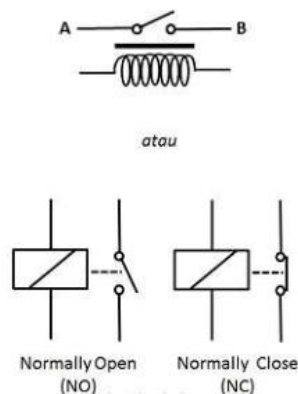
6. Kemudian pilih *tools* dan mulai perancangan pada halaman kerja dari baris ledder pertama.

Ladder Diagram juga dikenal sebagai diagram tangga adalah model khusus yang biasa digunakan untuk mendokumentasikan sistem logika kontrol dalam industri. Disebut “tangga” karena menyerupai tangga, memiliki dua rel vertikal kanan–kiri (*power supply*) dan banyak “anak tangga” (garis *horizontal*) yang menunjukkan rangkaian kontrol. *Ladder Diagram* terdiri dari *input* dan *output*, mirip dengan bahasa pemrograman lainnya. *Input*nya berupa kode *binary* dan *output*nya berupa eksekusi yang diinstruksikan melalui rangkaian kode. Menggunakan simbol dan diagram grafik tertentu bahasa ini digunakan untuk mengontrol dan memantau setiap relay. Fungsi yang lebih fleksibel termasuk sistem perhitungan otomatis, sistem *timer*, sistem *counter*, dan *proportional–integral–derivative controller*.

Dengan CX-Programmer ini bisa memprogram berbagai PLC buatan Omron. fitur yang sangat bermanfaat yaitu adanya fitur simulasi tanpa harus terhubung dengan PLC, sehingga dapat mensimulasikan *ladder* yang dibuat, selain itu simulasi ini dapat dihubungkan dengan HMI PLC Omron yang telah dibuat dengan menggunakan CX-Designer yang merupakan bagian dari CX-One [10].

2.4. Relay

Memutus dan menghubungkan arus listrik ke sistem kelistrikan adalah tugas relay. Ini dilakukan dengan memutus atau memberi tegangan pada kaki pengendali. Relay terdiri dari *coil* dan *contact*, *coil* relay adalah gulungan kawat yang menerima arus listrik, dan *contact* relay adalah sejenis saklar yang pergerakannya bergantung pada adanya arus listrik di *coil*. Relay dikenal juga sebagai komponen yang memiliki kemampuan untuk menjalankan logika *switching*. Ada 2 jenis *contact* pada relay: *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*). Secara sederhana ketika *Coil* mendapat energy listrik (*energized*) maka timbul gaya elektromagnet yang menarik *armature* yang berpegas dan *contact* akan menutup [11]. Simbol relay bisa dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Simbol relay

(Sumber: Johnnes Ohoiwutun, 2019)

Coil bervariasi dapat menggunakan catudaya DC atau AC. Relay biasanya hanya memiliki satu kumparan, tetapi relay dari beberapa jenis lain memiliki banyak kontak tergantung pada fungsinya. Prinsip elektromagnetik digunakan oleh relay untuk menggerakkan kontak saklar, yang berarti dapat menghantarkan listrik bertegangan lebih tinggi dengan arus listrik yang rendah. Sebuah relay yang

menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA misalnya, dapat menggerakkan kontak saklar (yang berfungsi sebagai saklar) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Gambar relay bisa dilihat pada gambar 2.15 dan spesifikasi relay dapat dilihat pada tabel 2.6. Nilai relay tergantung pada besarnya nilai kawat yang ada didalam relay. Perancangan sistem kerja alat pemipil jagung berbasis PLC memakai relay sebagai sakelar dari tegangan 24 V DC ke 220 V AC.



Gambar 2. 15 Relay

(Sumber : Phisca Aditya Rosyady, 2022)

Tabel 2. 6 Spesifikasi Relay

Spesifikasi Relay	
Merk	OMRON
Tipe	LY2N
Kaki	8 pin
Kapasitas	10A 240V AC/10A 28V DC
Tegangan	24 V DC

2.5. Sensor *Proximity Infrared*

Sensor *proximity* adalah perangkat atau elemen elektronik yang mendeteksi suatu objek didekatnya tanpa kontak fisik langsung. Jenis yang digunakan adalah sensor jarak inframerah. Teknologi inframerah pada sensor jarak dapat mendeteksi objek logam dan non-logam. Sensor *proximity infrared* mendeteksi keberadaan suatu objek dengan cahaya biasanya atau pantulan cahaya (*refleksi*) inframerah. Jika benda itu cukup dekat dengan sensor, cahaya yang ada pada sensor akan memantul kembali pada penerima, yang menangkap sinyal sebagai tanda bahwa ada benda yang melewati sensor. "Jarak nominal" atau "kisaran nominal" adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jarak maksimum yang dapat dideteksi oleh

sensor ini. Beberapa sensor pendeteksi jarak juga memiliki kemampuan untuk mengatur jarak nominal dan melaporkan jarak objek yang dideteksi [12]. Gambar sensor *proximity infrared* bisa dilihat pada gambar 2.16 dan spesifikasi dari sensor *proximity infrared* bisa dilihat pada tabel 2.7.



Gambar 2. 16 Sensor *proximity infrared*

(Sumber: Irfan Dani, 2023)

Tabel 2. 7 Spesifikasi *Proximity Infrared*

Spesifikasi Sensor <i>Proximity</i> E3F-DS100C4	
Jarak deteksi	10 cm -100 cm
Tegangan input	6 – 36 V DC
Waktu Respon	< 2 ms
Arus	300 mA
Bekerja pada temperature	-30 - 65 °C

Sensor *proximity infrared* memiliki tiga pin: GND (*ground*), VCC (tegangan positif), dan sinyal (*digital* atau *analog*). Cara kerja sensor *proximity infrared* adalah sebagai berikut: *emitor* mengirimkan sinyal inframerah ke objek, dan *phototransistor* menerima sinyal tersebut. Baik pin *analog* maupun *digital* dapat digunakan oleh sensor proximity untuk mengeluarkan sinyal. Jika pin *analog* digunakan, bakal ada logika *LOW*, yang menunjukkan bahwa terdapat objek, dan logika *HIGH*, yang menunjukkan bahwa tidak ada objek. Selain itu jika *output* sensor dihubungkan ke pin *digital* nilai 0 menunjukkan bahwa ada objek, dan nilai 1 menunjukkan bahwa tidak ada objek. Sensor *proximity* memiliki keunggulan karena dapat merasakan seberapa dekat objek target untuk pengenalan posisi, penghindaran rintangan, interaksi manusia-komputer, dan berbagai fungsi lainnya [13].

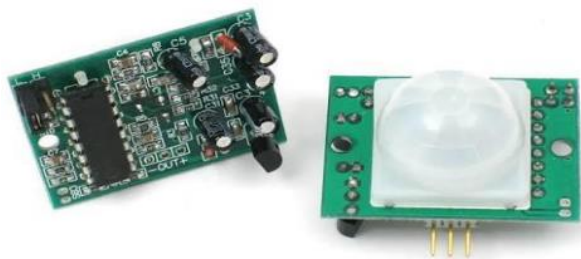
2.6. Sensor *Passive Infrared* (PIR)

Sensor (PIR) adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi pancaran sinar *inframerah*. Seperti namanya sensor ini bersifat pasif dan hanya menerima radiasi inframerah dari luar bukan memancarkannya. Dengan demikian sensor ini hanya merespon energi dari pancaran inframerah pasif yang dihasilkan oleh benda yang terdeteksi olehnya. Sensor ini sering digunakan untuk mendeteksi tubuh manusia [14].

Pada dasarnya sensor gerak PIR dan sensor inframerah LED sama. Perbedaannya terletak pada modul masing-masing sensor. Modul PIR memiliki beberapa komponen didalamnya sehingga tidak perlu merefleksikan pemancar inframerah untuk mendeteksi objek. Sebaliknya hanya memancarkan cahaya inframerah dari jarak tertentu dan dapat mendeteksi objek. Fungsi utama sensor PIR adalah untuk mendeteksi gerakan dengan menangkap perbedaan atau perubahan suhu saat ini dan sebelumnya. Ini dapat dilakukan dengan gampang dan mudah digunakan karena modul PIR hanya membutuhkan tegangan DC (arus searah) dan dapat mendeteksi gerakan hingga jarak 5 meter. Keluaran modul adalah *LOW* ketika tidak mendeteksi gerakan dan *HIGH* ketika mendeteksi gerakan. Lebar pulsa *HIGH* adalah $\pm 0,5$ detik. Kita dapat membuat alat pendeteksi gerak yang lebih efektif dengan sensitifitas modul PIR yang dapat mendeteksi gerakan hingga jarak 5 meter.

Dengan keluaran yang hanya menyediakan dua status logika *HIGH* dan *LOW*, berbagai aplikasi sensor gerak dapat dibuat. Misalnya jika ingin menerapkannya langsung ke alarm hanya perlu membuat rangkaian penggerak yang mengaktifkan alarm. Atau jika ingin menggunakannya untuk menyalakan lampu misalnya hanya perlu membuat driver untuk menyediakan sumber tegangan ke lampu. Selain itu jika ingin menggunakannya sebagai *shutdown* mesin, buat saja rangkaian driver yang terhubung langsung dengan catu daya mesin. Modul sensor gerak PIR memiliki *output* yang dapat dihubungkan langsung ke komponen digital TTL atau CMOS, serta dapat dihubungkan langsung ke mikrokontroler. penempatan sensor gerak PIR dapat memengaruhi seberapa baik mendeteksi gerakan. Sensor gerak PIR harus ditempatkan ditempat yang dapat melihat semua gerakan didalam ruangan atau area yang dimonitornya. Luas atau jarak area yang dapat dimonitor dapat

disesuaikan sesuai kebutuhan. Wujud sensor PIR dapat dilihat pada gambar 2.17 dan spesifikasi sensor PIR bisa dilihat ditabel 2.8.



Gambar 2. 17 Sensor PIR

(Sumber: Imam Marzuki, 2019)

Tabel 2. 8 Spesifikasi Sensor PIR

Spesifikasi Sensor PIR HC-SR501	
Tegangan input	DC 5 V – 20 V
Daya	65 mA
Tegangan output	3,3 V
Jarak Deteksi	120° 7 meter
Suhu Pengoperasian	-15 °C - 70 °C

Cara Kerja Sensor PIR

Sensor PIR berbasis *infrared* tetapi tidak memancarkan apapun seperti IR LED atau foto-transistor. Sensor ini yang disebut sebagai "pasif" hanya merespons energi pancaran sinar inframerah pasif dari benda yang dapat dideteksi. Biasanya benda yang dapat dideteksi oleh sensor ini adalah tubuh manusia. Terdapat bagian-bagian sensor PIR yang mempunyai perannya masing-masing, yaitu *Fresnel Lens*, *IR Filter*, *Pyroelectric sensor*, *amplifier*, dan *comparator* seperti terlihat di Gambar 2.17. Gambar 2.17 menunjukkan bagaimana sensor PIR bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda diatas nol mutlak.

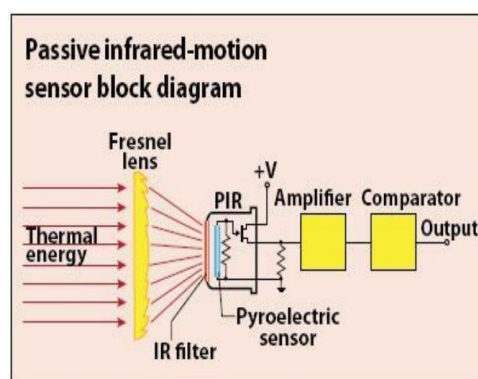
Komponen *pyroelectric* sensor PIR menangkap pancaran sinar inframerah ini. Sensor *pyroelectric* yang terbuat dari *galium nitrida*, *caesium nitrat*, dan *litium tantalate* menghasilkan arus listrik. Maka dari itu ketika seseorang berjalan melewati sensor PIR sensor bakal menangkap pancaran sinar inframerah pasif dari tubuh manusia yang memiliki suhu yang berbeda dari lingkungan. Suhu yang

berbeda ini menyebabkan material *pyroelectric* bereaksi, menghasilkan arus listrik yang kemudian dikuatkan oleh sirkuit *amplifier* dan dibandingkan oleh *comparator* sehingga menghasilkan *output*.

Sensor PIR hanya akan mengeluarkan logika 0 dan 1, 0 saat sensor tidak mendeteksi adanya pancaran inframerah dan 1 saat sensor mendeteksi inframerah. Sensor PIR tidak dapat mendeteksi pancaran inframerah dibawah panjang gelombang 8 – 14 mikrometer. Sensor inframerah (PIR) dapat mendeteksi pancaran inframerah dengan panjang gelombang antara 9 hingga 10 mikrometer (dengan nilai standar 9,4 mikrometer), yang dapat dihasilkan oleh suhu tubuh manusia. Sensor PIR biasanya dibuat untuk mendeteksi keberadaan manusia [14].

Bagian-Bagian Sensor PIR

Sensor PIR ini terdiri dari *Fresnel Lens*, *IR Filter*, *Pyroelectric sensor*, *amplifier*, dan *comparator*. Bagian-bagian sensor PIR dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2. 18 Bagian sensor PIR

(Sumber: Desmira, 2020)

1. *Fresnel Lens*: Untuk memfokuskan sinar yang terang, tetapi juga karena intensitas cahaya hampir sama diseluruh lebar berkas cahaya.
2. *IR Filter*: Sensor PIR hanya bereaksi pada tubuh manusia karena IR Filter yang dimodulasi mampu menyaring panjang gelombang inframerah pasif antara 8-14 mikrometer, panjang gelombang yang dihasilkan tubuh manusia hanya berkisar antara 9–10 mikrometer.
3. *Pyroelectric sensor*: Seperti suhu tubuh manusia yang kira-kira 32 °C, yang merupakan suhu panas alami disekitarnya sensor *pyroelectric*, yang merupakan

komponen utama dari sensor PIR kemudian menangkap pancaran sinar inframerah ini.

4. *Amplifier*: Arus yang masuk ke material *pyroelectric* dikuatkan oleh sirkuit *amplifier* yang ada.
5. *Comparator*: Setelah *amplifier* memberikan daya arus dibandingkan oleh komparator yang menghasilkan *output*.

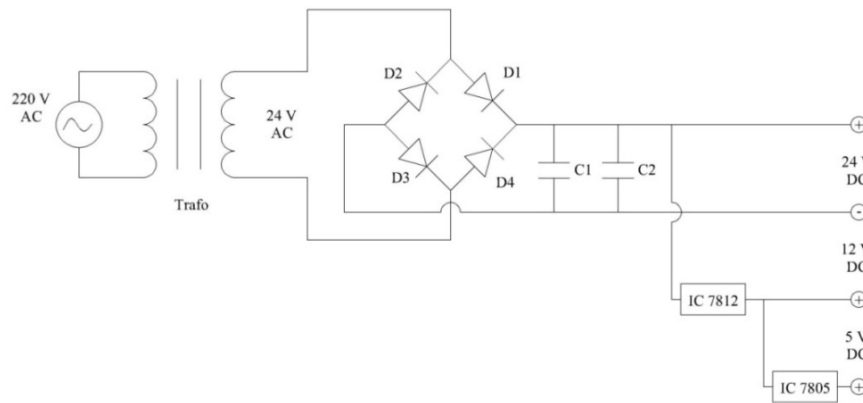
2.7. Power Supply

Power supply adalah perangkat keras komponen elektronika yang memberikan arus listrik. Ini dilakukan dengan mengubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi arus DC (*Direct Current*), yang kemudian diubah menjadi daya atau energi yang dibutuhkan oleh komponen elektronika seperti sensor, motor DC, *push button*, dan lainnya yang membutuhkan tegangan DC. Catu daya menyediakan tegangan dan arus searah (DC). Memiliki polaritas *positif* dan *negatif* yang tetap terhadap beban. Dalam penelitian ini catu daya 24 V DC dan arus 5 Ampere digunakan sebagai catu tegangan operasi untuk relai, lampu indikator, sensor, *push button*, motor DC, dan *input* PLC. Ibarat makhluk hidup power supply sama dengan jantung yang fungsi utamanya untuk memompa hasil proses pembentukan darah keseluruh tubuh yang memerlukannya. Wujud dari *power supply* ditunjukkan pada Gambar 2.19 dan rangkaian *power supply* bisa dilihat digambar 2.20 serta spesifikasi *power supply* dapat dilihat di tabel 2.9.



Gambar 2. 19 Power supply

(Sumber: Phisca Aditya Rosyady, 2022)



Gambar 2. 20 Rangkaian catu daya

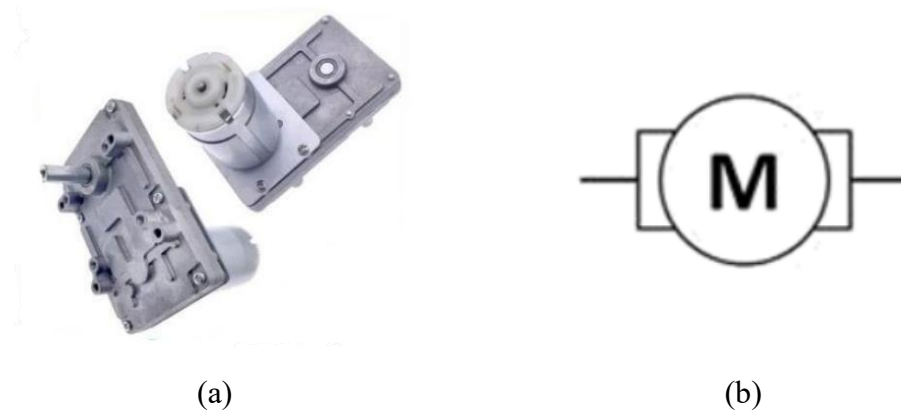
(Sumber : Leo Hermansyah, 2019)

Tabel 2. 9 Spesifikasi *Power Supply*

Spesifikasi <i>Power Supply</i>	
Tegangan <i>input</i>	220 V AC
Tegangan <i>output</i>	24 V DC
Arus beban <i>output</i>	5 Ampere
AC <i>input</i>	110/220 V AC

2.8. Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang menyalurkan arus searah (DC) ke kumparan medan magnet dan mengubahnya menjadi energi mekanik [15]. Sebuah stator (bagian yang tidak berputar) dan rotor (bagian yang berputar) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kumparan dimedan motor DC. Bagian stator motor DC terdiri dari magnet permanen dan rotornya terdiri dari koil atau gulungan kawat tembaga dengan setiap ujungnya terhubung ke komutator. Komutator ini terhubung ke kutub daya *positif*(+) dan *negatif*(-). Tegangan Gaya Gerak Listrik (GGL) yang berubah arah muncul setiap setengah putaran ketika kumparan jangkar dalam berputar dimedan magnet. Ini dikenal sebagai tegangan bolak-balik. Ketika komutator digunakan untuk membalik fasa tegangan gelombang dengan nilai *positif*, arus searah berbalik arah ke kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet [16]. Gambar 2.21 dibawah ini menunjukkan gambar motor DC dan simbolnya.



Gambar 2. 21 (a) Motor DC, (b) Simbol motor DC

(Sumber: (a) Irfan Dani, 2023 (b) M. Febriansyah, 2023)

Sebagai penggerak konveyor berbagai jenis motor dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan. Pada tugas akhir ini konveyor digerakan oleh motor DC yang memiliki tegangan 24 V dan torsi hingga 10 kg dengan RPM kurang lebih 85 RPM.

2.9. Mesin Pemipil Jagung

Cara kerja mesin pemipil jagung (*corn sheller*) menggunakan tenaga dari motor sebagai sumber penggerak. Tongkol jagung yang sudah kering dimasukkan ke dalam corong pemipil. Kemudian poros pemipil yang memiliki tonjolan besi berulir berfungsi untuk memisahkan biji jagung dari bongkolnya. Biji jagung yang terpisah keluar melalui saluran yang disediakan dan akhirnya dapat ditampung dalam wadah seperti ember atau karung. Mesin pemipil jagung menggunakan motor listrik sebagai tenaga penggerak. Motor listrik ini menggerakkan poros pemipil jagung yang dihubungkan melalui pulley dan sabuk (*belt*) sebagai penghubung. Ratio diameter pulley pemipil boleh sama atau berbeda dengan ratio pulley motor penggerak, sehingga kecepatan putaran dari poros pemipil bisa sama atau berbeda dengan putaran dari pulley motor penggerak. Tongkol jagung yang masuk ke dalam mesin pemipil mendapatkan gaya gesek dari poros pemipil sehingga biji jagung terpisahkan dari bongkolnya. Poros pemipil yang dibuat merupakan kombinasi antara poros As, pipa besi dan besi beton dengan diameter keseluruhan 72 mm. Diameter poros As yang digunakan sebesar 12 mm yang dikombinasikan dengan pipa besi diameter 60 mm. Poros As dimasukan ke dalam pipa besi yang kemudian dilas disetiap ujungnya dan jadilah poros pemipil. Poros pemipil tersebut lalu dililit

dengan 2 besi beton membentuk ulir yang diselubungi dengan ketebalan besi beton 6 mm.

2.10. Menentukan Spesifikasi Komponen

Sebelum memilih bahan komponen yang digunakan, terlebih dahulu dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan berikut:

2.10.1. Menentukan Daya Motor

Menentukan daya motor yang dibutuhkan menggunakan rumus:

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

P_d = Daya rencana (kW)

f_c = faktor koreksi

P = Daya motor (kW)

2.10.2. Mencari Kebutuhan Torsi

Mencari kebutuhan torsi menggunakan rumus :

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

T = Torsi (kg.mm)

P_d = Daya rencana (kW)

n = Putaran motor (rpm)

2.10.3. Perhitungan Pulley

Mencari kecepatan putaran pulley pemipil menggunakan rumus :

$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

n_1 = Putaran motor (rpm)

n_2 = Putaran poros (rpm)

d_1 = Diameter pulley motor (mm)

d_2 = Diameter pulley poros (mm)

Mencari kecepatan keliling pulley :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1000} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

V = Kecepatan linear (m/s)

d = Diameter pulley penggerak (mm)

n = Putaran motor (rpm)

2.10.4. Perhitungan Tegangan Geser yang Diijinkan

Tegangan geser yang diijinkan τ_g (kg.mm²) dihitung dengan rumus berikut:

$$\tau_g = \frac{\sigma_b}{sf_1 . sf_2} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

τ_g = Tegangan geser yang diijinkan (kg.mm²)

σ_b = Kekuatan tarik (kg.mm²)

Sf_1 =Faktor keamanan

Sf_2 = Faktor keamanan