

## DAFTAR ISI

|                                                                 | Halaman                             |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>PENGANTAR</b> .....                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                         | <b>i</b>                            |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                       | <b>iii</b>                          |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                      | <b>v</b>                            |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                    | <b>vii</b>                          |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.1. Latar Belakang .....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.3. Batasan Masalah.....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.4. Tujuan .....                                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.5. Sistematika Pembahasan .....                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.1 Apel Anna .....                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC).....             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.3 PLC OMRON tipe CQM1 .....                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.4 Program CX-ONE.....                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.5 Sistem Kontrol Otomasi.....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.6 Sensor <i>Limit switch</i> .....                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.7 Sensor Berat <i>Load cell</i> dan <i>Module HX711</i> ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.8 Sensor Warna .....                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.9 <i>Relay</i> .....                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.10 Motor DC.....                                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.11 Mikrokontroler Arduino Mega 2560 .....                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1. Perancangan Operasi Kerja .....                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1.1 Perancangan Operasi Kerja Sistem Secara Keseluruhan ...   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1.2 Perancangan Blok Pembacaan Warna .....                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1.3 Perancangan Blok Pendorong Apel .....                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1.4 Perancangan Blok Pemilah Apel .....                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|                                                                           |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 3.2. Prinsip Kerja.....                                                   | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.3. Spesifikasi Desain .....                                             | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.4. Definisi Oprasional .....                                            | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.4.1 Berat.....                                                          | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.4.2 Warna.....                                                          | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.5. Variabel <i>Input</i> dan <i>Output</i> .....                        | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.6. Perancangan <i>Diagram state</i> .....                               | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.7. Pengubahan <i>Diagram state</i> Menjadi <i>Ladder diagram</i> .....  | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.8. Skema Pengkabelan Sistem.....                                        | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.8.1 Pengkabelan Antara Sensor Warna dan Arduino.....                    | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.8.2 Pengkabelan Antara Sensor Berat dan Arduino.....                    | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.8.3 Pengkabelan Antara <i>Relay Input</i> dan Arduino.....              | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.8.4 Pengkabelan Antara <i>Relay Input</i> dan PLC...                    | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.8.5 Pengkabelan Antara <i>Limit switch</i> dan PLC .                    | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.8.6 Pengkabelan Antara <i>Relay Output</i> dan <i>Output Motor DC</i> . | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.9. Pembuatan Perangkat Keras.....                                       | Error! Bookmark not defined.        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.1. Pengujian Program Pemilah Apel .....                                 | Error! Bookmark not defined.        |
| 4.1.1 Tujuan Pengujian .....                                              | Error! Bookmark not defined.        |
| 4.1.2 Peralatan Pengujian.....                                            | Error! Bookmark not defined.        |
| 4.1.3 Langkah Pengujian.....                                              | Error! Bookmark not defined.        |
| 4.1.4 Hasil Pengujian .....                                               | Error! Bookmark not defined.        |
| 4.2. Pengujian Alat Pemilah Apel Secara Keseluruhan                       | Error! Bookmark not defined.        |
| 4.2.1 Tujuan Pengujian .....                                              | Error! Bookmark not defined.        |
| 4.2.2 Peralatan Pengujian.....                                            | Error! Bookmark not defined.        |
| 4.2.3 Langkah Pengujian.....                                              | Error! Bookmark not defined.        |
| 4.2.4 Hasil Pengujian .....                                               | Error! Bookmark not defined.        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 5.1 KESIMPULAN .....                                                      | Error! Bookmark not defined.        |
| 5.2 SARAN .....                                                           | Error! Bookmark not defined.        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

LAMPIRAN ..... Error! Bookmark not defined.





## DAFTAR TABEL

| No.        | Judul                                                                                                                         | Halaman |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1  | Kombinasi S0 S1 dan S2 S3 untuk mengatur skala keluaran dan tipe <i>photodiode</i> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>  |         |
| Tabel 3.1  | Keterangan Gambar Perancangan Alat Pemilah Apel. <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                          |         |
| Tabel 3.2  | Tabel Keterangan Gambar Perancangan wadah dan pembacaan warna apel ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                  |         |
| Tabel 3.3  | Keterangan Gambar Perancangan Alat Pendorong Apel ... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                     |         |
| Tabel 3.4  | Keterangan Gambar Pemilah Apel ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                      |         |
| Tabel 3.5  | Variabel Masukan..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                                     |         |
| Tabel 3.6  | Variabel Keluaran..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                                    |         |
| Tabel 3.7  | Variabel Memori ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                                     |         |
| Tabel 3.8  | Variabel <i>Timer</i> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                               |         |
| Tabel 3.9  | Hubungan Alamat TCS3200 dengan Arduino ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                              |         |
| Tabel 3.10 | Hubungan Loadcell dengan HX711 ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                      |         |
| Tabel 3.11 | Hubungan Arduino dengan HX711..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                        |         |
| Tabel 3.12 | Hubungan <i>Relay Input</i> dengan Arduino ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                          |         |
| Tabel 3.13 | Keadaan Motor DC..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                                     |         |
| Tabel 4.1  | Tabel Keterangan <i>Timing diagram</i> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                              |         |
| Tabel 4.2  | Tabel Keadaan Proses Masuk dan Keluar Apel ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                          |         |
| Tabel 4.3  | Tabel Keterangan <i>Timing diagram</i> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                              |         |
| Tabel 4.4  | Tabel Keadaan Pemilahan Apel Hijau ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                  |         |
| Tabel 4.5  | Tabel Keterangan <i>Timing diagram</i> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                              |         |
| Tabel 4.6  | Tabel Pemilahan Apel Merah..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                           |         |
| Tabel 4.7  | Tabel Keterangan <i>Timing diagram</i> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                              |         |
| Tabel 4.8  | Tabel Keadaan Proses Pendorong Apel ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                                 |         |
| Tabel 4.9  | Tabel Keterangan <i>Timing diagram</i> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                              |         |
| Tabel 4.10 | Tabel Keadaan Pemilahan Apel Hijau Dengan Berat Kurang dari 100 gram ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                |         |
| Tabel 4.11 | Tabel Keterangan <i>Timing diagram</i> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                              |         |
| Tabel 4.12 | Tabel Keadaan Pemilahan Apel Hijau dengan Berat Lebih Dari Atau Sama Dengan 100 gram..... <b>Error! Bookmark not defined.</b> |         |
| Tabel 4.13 | Tabel Keterangan <i>Timing diagram</i> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                              |         |
| Tabel 4.14 | Tabel Keadaan Pemilahan Apel Merah Dengan Berat Kurang Dari 100 gram ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                |         |
| Tabel 4.15 | Tabel Keterangan <i>Timing diagram</i> ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                              |         |
| Tabel 4.16 | Tabel Keadaan Pemilahan Apel Merah Dengan Berat Lebih Dari Atau Sama Dengan 100 gram..... <b>Error! Bookmark not defined.</b> |         |
| Tabel 4.17 | Waktu Yang Dibutuhkan Untuk Melakukan Pemilahan apel ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>                                |         |

|            |                                                                                            |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabel 4.18 | Data Pemilahan Apel Berdasarkan Tingkat Keberhasilan . <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4.19 | Tabel Presentase Keberhasilan Pemilahan Apel ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 5.1  | Waktu Tercepat Proses Pemilahan Apel ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>             |
| Tabel 5.2  | Presentase Keberhasilan Pemilahan Apel .... <b>Error! Bookmark not defined.</b>            |





## DAFTAR GAMBAR

| No.         | Judul                                                                                           | Halaman                             |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Gambar 2.1  | Apel Anna.....                                                                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.2  | PLC Omron CQM1 .....                                                                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.3  | Program CX-One.....                                                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.4  | <i>Limit switch</i> .....                                                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.5  | Loadcell dan <i>Module HX711</i> .....                                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.6  | IC TCS3200 .....                                                                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.7  | Diagram Blok IC TCS3200 .....                                                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.8  | Sampel warna dan komposisi RGB-nya ...                                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.9  | <i>Relay 5 volt dc</i> .....                                                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.10 | <i>Relay 24 vdc</i> .....                                                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.11 | Motor DC.....                                                                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 2.12 | Arduino Mega 2560.....                                                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.1  | Perancangan Alat Pemilah apel secara keseluruhan                                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.2  | Perancangan wadah dan pembacaan warna apel .....                                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.3  | Perancangan alat pendorong apel .....                                                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.4  | Perancangan pemilah apel. ....                                                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.5  | <i>Diagram state</i> pergerakan awal sistem.....                                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.6  | <i>Diagram state</i> memori yang digunakan pada program ..                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.7  | <i>Diagram state</i> proses masuk dan keluar apel pada proses pembacaan warna .....             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.8  | <i>Diagram state</i> pemilah apel hijau.....                                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.9  | <i>Diagram state</i> pemilah apel merah.....                                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.10 | <i>Diagram state</i> memori penanda berat apel                                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.11 | <i>Diagram state</i> pemilah apel merah dengan berat kurang dari 100 gram .....                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.12 | <i>Diagram state</i> pemilah apel merah dengan berat lebih dari atau sama dengan 100 gram ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.13 | <i>Diagram state</i> pemilah apel hijau dengan berat kurang dari 100 gram .....                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.14 | <i>Diagram state</i> pemilah apel hijau dengan berat lebih dari atau sama dengan 100 gram ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.15 | <i>Diagram state</i> pendorong apel.....                                                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.16 | <i>Diagram state</i> pergerakan awal sistem.....                                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.17 | Diagram tangga pergerakan awal sistem ..                                                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.18 | <i>Diagram state</i> proses masuk dan keluar apel .....                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.19 | Diagram tangga proses jeda pengambilan apel. ....                                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.20 | Diagram tangga proses masuk dan keluar apel pada proses pembacaan warna .....                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|             |                                                                                                                    |                                     |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Gambar 3.21 | <i>Diagram state</i> pemilah apel hijau.....                                                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.22 | Diagram tangga pemilah apel hijau .....                                                                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.23 | <i>Diagram state</i> pemilah apel merah.....                                                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.24 | Diagram tangga pemilah apel merah .....                                                                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.25 | <i>Diagram state</i> memori penanda berat apel                                                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.26 | Diagram tangga memori penanda berat apel .....                                                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.27 | <i>Diagram state</i> pemilah apel merah dengan berat kurang dari 100 gram<br>.....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| No.         | Judul                                                                                                              | Halaman                             |
| Gambar 3.28 | Diagram tangga pemilah apel merah dengan berat kurang dari 100 gram<br>.....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.29 | <i>Diagram state</i> pemilah apel merah dengan berat lebih dari atau sama<br>dengan 100 gram .....                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.30 | Diagram tangga pemilah apel merah dengan berat lebih dari atau sama<br>dengan 100 gram .....                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.31 | <i>Diagram state</i> pemilah apel hijau dengan berat kurang dari 100 gram<br>.....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.32 | Diagram tangga pemilah apel hijau dengan berat kurang dari 100 gram<br>.....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.33 | <i>Diagram state</i> pemilah apel hijau dengan berat lebih dari atau sama<br>dengan 100 gram .....                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.34 | Diagram tangga pemilah apel hijau dengan berat lebih dari atau sama<br>dengan 100 gram .....                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.35 | <i>Diagram state</i> pendorong apel.....                                                                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.36 | Diagram tangga memori jeda pendorong dan pendorong apel.....                                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|             | <b>Bookmark not defined.</b>                                                                                       |                                     |
| Gambar 3.37 | Diagram tangga pendorong kembali.....                                                                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.38 | Pengkabelan TCS3200 dengan arduino....                                                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.39 | Pengkabelan <i>load cell</i> , HX711 dan arduino .....                                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.40 | Pengkabelan <i>relay input</i> dan arduino .....                                                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.41 | Pengkabelan <i>relay input</i> dan PLC .....                                                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.42 | Pengkabelan <i>limit switch</i> dan PLC .....                                                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.43 | Pengkabelan <i>relay</i> , motor dc dan PLC .....                                                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.44 | Alat pemilah apel.....                                                                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 4.1  | <i>Timing diagram</i> proses masuk dan keluar apel .....                                                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 4.2  | <i>Timing diagram</i> proses pemilahan apel hijau.....                                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 4.3  | <i>Timing diagram</i> pemilahan apel merah ....                                                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 4.4  | <i>Timing diagram</i> Proses Pendorong Apel...                                                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 4.5  | <i>Timing diagram</i> pemilahan apel hijau dengan berat kurang dari 100 gram<br>.....                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 4.6  | <i>Timing diagram</i> proses pemilahan berat apel hijau dengan berat lebih dari<br>atau sama dengan 100 gram ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |



- Gambar 4.7 *Timing diagram* proses pemilahan berat apel merah dengan berat kurang dari 100 gram ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.8 *Timing diagram* proses pemilahan berat apel merah dengan berat lebih dari atau sama dengan 100 gram ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR LAMPIRAN

| No.        | Judul                                                        | Halaman                             |
|------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Lampiran 1 | Gambar Alat.....                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Lampiran 2 | <i>Timing diagram</i> dan Tabel kebenaran keseluruhan sistem | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Lampiran 3 | Program PLC .....                                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Lampiran 4 | Program arduino.....                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Lampiran 5 | Jurnal pendukung .....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |





