

# Pembuatan Modul Tutorial Dasar *Ladder Diagram Programmable Logic Controller* Dalam Jejaring

**Adi Kurniawan<sup>\*1</sup>, Juniarko Prananda<sup>2</sup>, Eddy S. Koenhardono<sup>3</sup>,  
Sardono Sarwito<sup>4</sup>, Indra R. Kusuma<sup>5</sup>, Agoes A. Masroeri<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember;  
Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, (031) 5994251

e-mail: <sup>\*1</sup>adi.kurniawan@ne.its.ac.id, <sup>2</sup>juniarko.prananda@gmail.com, <sup>3</sup>eddy-k@its.ac.id,  
<sup>4</sup>sarsar@its.ac.id, <sup>5</sup>ir.kusuma@ne.its.ac.id, <sup>6</sup>masroeri@its.ac.id

## Abstrak

Pada sebagian Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang memiliki jurusan teknik elektro dan sejenisnya, Programmable Logic Controller (PLC) telah banyak dipelajari untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kemampuan yang dibutuhkan oleh industri saat ini. Dalam kondisi pandemi Covid-19, pembelajaran PLC pada sebagian sekolah menjadi terhambat karena tidak semua siswa memiliki kuota internet maupun kapasitas komputer yang cukup besar untuk mengunduh ataupun menginstall perangkat lunak untuk mempelajari PLC. Permasalahan ini dapat diatasi dengan melakukan pembelajaran Ladder Diagram PLC dalam jejaring tanpa perlu mengunduh perangkat lunak, yaitu melalui situs PLC Fiddle. Karena PLC Fiddle belum banyak diketahui dan dipelajari oleh para pengajar ataupun pembelajar di Indonesia, pada kegiatan ini modul dasar tutorial PLC Fiddle dibuat untuk memudahkan para guru SMK memberikan pembelajaran kepada para siswa dalam jejaring. Selain itu, bagi SMK yang belum menerapkan pembelajaran PLC karena keterbatasan fasilitas, pengenalan dan pembelajaran PLC Fiddle dapat digunakan untuk memulai memberikan pembelajaran PLC kepada para siswa. Selanjutnya, modul tutorial ini akan mulai diperkenalkan melalui kegiatan pelatihan untuk para guru SMK.

**Kata kunci**— Modul Ajar, Pembelajaran Dalam Jejaring, PLC, SMK

## 1. PENDAHULUAN

Pada periode industri 4.0 seperti saat ini, otomatisasi dalam berbagai aspek di dunia industri adalah sebuah keniscayaan. Berbagai macam proses di industri, baik dalam industri manufaktur, transportasi logistik, ataupun dalam teknologi informasi, proses otomasi telah banyak digunakan dan akan semakin mencakup jenis pekerjaan yang semakin meluas [1]. Dengan demikian, kuantitas peluang pekerjaan diperkirakan akan semakin berkurang dan kualifikasi kemampuan yang terkait dengan otomasi menjadi modal penting dalam memperoleh pekerjaan di industri [2].

Berdasarkan data tahun 2019, kapasitas daya tampung perguruan tinggi di Indonesia hanya sekitar 60% dari jumlah lulusan pendidikan menengah atas baik Sekolah Menengah Atas (SMA), Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), ataupun Madrasah Aliyah (MA) [3]. Dengan demikian, masih ada sekitar 40% lulusan pendidikan menengah atas yang tidak mendapat kesempatan untuk melanjutkan ke pendidikan tinggi dan alternatif yang paling utama adalah mulai bekerja setelah lulus.

Bagi lulusan SMK, kekurangan daya tampung perguruan tinggi seharusnya tidak menjadi masalah, karena lulusan SMK memang dipersiapkan untuk dapat langsung bekerja segera setelah lulus. Namun, sebuah penelitian di Salatiga menunjukkan bahwa masih ada 12% lulusan SMK yang tidak terserap di dunia kerja [4]. Dengan peningkatan kemampuan lulusan SMK, persentase ketidakterserapan lulusan SMK berpeluang untuk diturunkan.

Pada SMK yang memiliki jurusan teknik listrik, teknik otomasi industri, dan semacamnya, kemampuan merancang program PLC adalah sebuah keterampilan yang wajib dipunyai. Permasalahannya, belum semua SMK memiliki fasilitas untuk mempelajari PLC. Terlebih, dengan kondisi pandemi Covid-19, SMK yang sebelumnya sudah menerapkan pembelajaran PLC juga mengalami hambatan dalam menjalankan proses pembelajaran karena masalah seperti keterbatasan kuota internet untuk tatap muka ataupun mengunduh program perangkat lunak, serta ketiadaan komputer maupun keterbatasan *memory* komputer untuk menjalankan program PLC [5].

Meskipun, tidak dapat menyelesaikan masalah keterbatasan kuota internet ataupun ketiadaan komputer, permasalahan berupa keterbatasan *memory* komputer dalam pembelajaran PLC dapat diatasi dengan melakukan pembelajaran berbasis *online* tanpa perlu mengunduh program perangkat lunak. Salah satu program untuk mempelajari ladder diagram PLC secara *online* adalah PLC Fiddle. Program PLC Fiddle belum banyak dipelajari di Indonesia. Berbeda dengan berbagai program PLC yang perlu diunduh, tutorial penggunaan PLC Fiddle berbahasa Indonesia tidak dapat ditemukan pada mesin pencari. Oleh karena itu, dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini, tim pengabdian masyarakat menyusun modul tutorial dasar penggunaan PLC Fiddle, agar para guru dan murid SMK maupun yang sederajat dapat mempelajari pemrograman ladder diagram dengan PLC Fiddle secara mudah. Modul ini selanjutnya akan disosialisasikan melalui pelatihan sebelum disediakan untuk diunduh secara terbuka.

## 2. METODE

Penyusunan modul tutorial dilakukan dengan cara pemilihan dan penyusunan prioritas materi yang dibahas. Materi tutorial dibatasi untuk 5 bab karena selain ditargetkan untuk dimasukkan dalam proses pembelajaran di sekolah, modul ini juga diharapkan dapat diaplikasikan untuk pelatihan secara umum pada guru, siswa, mahasiswa, ataupun pembelajar dari kalangan umum yang tidak mendapat kesempatan mendapat pengajaran tentang PLC di sekolah maupun di universitas.

Perihal 5 bab yang disusun, untuk bab 1 dan bab 2 sudah ditentukan karena merupakan materi dasar yang tidak dapat ditinggalkan, sedangkan pemilihan dan penyusunan prioritas dilakukan untuk bab 3 – 5. Materi bab 1 adalah tentang pengenalan PLC secara umum, mencakup sejarah, penggunaan secara umum, termasuk contoh-contoh aplikasi PLC. Materi bab 2 adalah tentang pengenalan PLC Fiddle dan cara memulainya, termasuk pengenalan komponen dan variabel, serta cara menyusun rangkaian dan menghapus komponen dari diagram utama.

Pemilihan dan penyusunan prioritas untuk bab 3 – 5 diawali dengan melakukan kajian literatur berdasarkan modul-modul pelatihan PLC menggunakan program lain yang terlebih dahulu disusun dan dapat diakses oleh semua orang [6]–[8]. Pemilihan dibatasi untuk pembahasan pemrograman yang dapat dilakukan dengan *ladder diagram* dan tidak termasuk pembahasan yang berkaitan dengan *human machine interface* ataupun praktek langsung penggunaan PLC, karena PLC Fiddle terbatas hanya pada pemrograman dengan *ladder diagram* saja.

Setelah melakukan studi literatur, terdapat 6 pemrograman yang memungkinkan untuk dilakukan dengan PLC Fiddle, yaitu:

1. Materi logika dasar
2. Materi pergeseran data
3. Materi *timer*
4. Materi *counter*
5. Materi aritmatika
6. Materi logika perbandingan

Untuk melakukan pemilihan dan penyusunan urutan prioritas, dilakukan penilaian berdasarkan urutan kemunculan materi tersebut pada 3 modul dari referensi. Materi yang muncul pertama mendapat nilai 5 kemudian materi yang muncul kedua mendapat nilai 4 dan seterusnya. Apabila materi tidak dibahas pada satu modul, maka materi tersebut tidak

mendapat nilai. Selanjutnya, untuk materi yang digunakan pada modul ini ditentukan dan diurutkan berdasarkan materi yang mendapat nilai tertinggi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pemindaian setiap materi pada 3 modul referensi ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil penilaian menunjukkan bahwa materi yang selalu muncul di antara kelima materi tersebut adalah logika dasar, *timer*, dan *counter*, sedangkan materi pergeseran data dan aritmatika hanya muncul pada 1 modul. Urutan kemunculan materi pada 3 modul juga menunjukkan pola yang sama, di mana logika dasar diikuti dengan *timer* dan *counter*. Oleh karena itu berdasarkan hasil penilaian, susunan bab 3 – 5 dari modul tutorial PLC ini terdiri atas materi logika dasar, *timer*, dan *counter*.

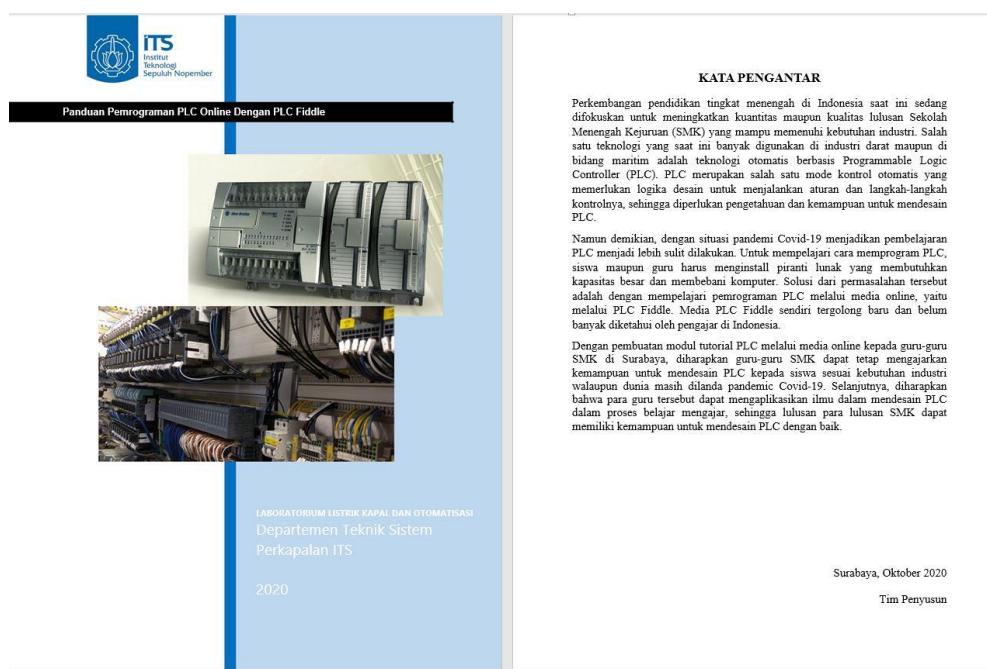
Tabel 1. Penilaian Prioritas Materi Berdasarkan Studi Literatur

Materi	Nilai Referensi [6]	Nilai Referensi [7]	Nilai Referensi [8]	Nilai Total	Urutan Kemunculan Pada Modul
Logika Dasar	5	5	5	15	1
Pergeseran Data	0	2	0	2	-
<i>Timer</i>	4	4	4	12	2
<i>Counter</i>	3	3	3	9	3
Aritmatika	0	1	0	1	-
Logika Perbandingan	0	0	0	0	-

Dengan demikian, maka telah disusun modul tutorial PLC yang berisi 5 bab, dengan urutan sebagai berikut:

1. Pengantar PLC
2. Pengenalan PLC Fiddle
3. Pemrograman logika dasar
4. Pemrograman *timer*
5. Pemrograman *counter*

Tampilan dari bagian halaman sampul dan kata pengantar dari modul tutorial yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Halaman sampul dan kata pengantar modul tutorial

Selanjutnya, tampilan dari halaman pertama dan kedua Bab 1 tentang pengantar PLC ditunjukkan pada Gambar 2. Bab 1 sendiri terdiri atas 4 sub-bab, yaitu pengertian PLC, peran PLC dalam sistem pengendalian, prosedur dasar pemrograman PLC, dan contoh aplikasi PLC.

**BAB 1 – PENGANTAR PLC**

**1.1 Pengertian PLC**

PLC adalah komputer digital yang digunakan untuk otomatisasi proses elektromekanik pada sistem. PLC dirancang untuk berbagai pengaturan input dan output, sehingga kita bisa mendapatkan data dari sensor, bekerja dengannya dan memerintahkan aktuator.

Programmable Logic Controller (PLC) yang pertama dikembangkan oleh sekelompok insinyur di General Motors pada tahun 1968, ketika perusahaan sedang mencari alternatif untuk menggantikan sistem kontrol relay yang kompleks. Sistem kontrol baru harus memenuhi persyaratan berikut:

1. Pemrograman sederhana
2. Perubahan program tanpa intervensi sistem (tidak ada rewiring internal)
3. Lebih kecil, lebih murah dan lebih andal daripada sistem kontrol relai yang sesuai
4. Sederhana, pemeliharaan biaya rendah

**1.2 Peran PLC Dalam Sistem Pengendalian**

Dalam sistem pengendalian, dikenal berbagai komponen yaitu sensor sebagai pembaca variabel yang dikendalikan, kontroler sebagai pengendali variabel, serta aktuator sebagai pengsekusi sinyal perintah dari kontroler. Peran PLC adalah sebagai kontroler. Dalam hal ini, PLC menerima sinyal masukan dari sensor dan memberikan sinyal keluaran kepada aktuator. Konsep peran PLC dalam sistem pengendalian ditunjukkan pada gambar berikut

**PLC-program**

```

graph TD
    PLC[PLC-program] --> CCU[Central control unit]
    Input[Input module] --> CCU
    Sensors[Sensors] --> Input
    CCU --> Output[Output module]
    Output --> Actuators[Actuators]
    
```

Gambar 1 Peran PLC dalam sistem pengendalian.

Fungsi **input module** adalah mengubah sinyal yang masuk dari sensor menjadi sinyal yang dapat diproses oleh PLC, dan meneruskan sinyal tersebut ke central control unit. Tugas selanjutnya dilakukan oleh output module. Ini mengubah sinyal PLC menjadi sinyal yang cocok untuk beroperasi dan menyalakan aktuator pembangkit. Pengolahan sinyal yang sebenarnya dilakukan di central control unit dan sehubungan dengan program yang disimpan dalam memori.

**1.3 Dasar Pemrograman PLC**

Program ladder PLC adalah komponen utama dari proyek yang Anda unduh ke PLC. PLC menggunakan program ini untuk menginterpretasikan sinyal yang ada pada inputnya dan mengoperasikan outputnya sesuai.

Selama operasi PLC, dan untuk menentukan apakah input PLC ini diaktifkan atau dinonaktifkan, prosesor membaca (memindai) status sinyal yang diterapkan ke input PLC, melalui antarmuka input internal PLC. Prosesor kemudian memperbarui file data masukan (file data I1) bit yang sesuai. Prosesor kemudian mengevaluasi setiap ladder dari program ladder

Gambar 2. Tampilan modul bab 1

Bab 2 pada modul tutorial berisi pengenalan dan cara memulai PLC Fiddle. Tampilan halaman pertama dan halaman kedua dari modul Bab 2 ditunjukkan pada Gambar 3. Bab ini berisi cara mendaftar di PLC Fiddle, pengenalan bagian-bagian PLC Fiddle, serta cara untuk menyusun dan menghapus rangkaian.

**BAB 2 – PENGENALAN PLC FIDDLE**

**2.1 Memulai PLC Fiddle**

Bagian dari pembelajaran PLC yang paling utama adalah memprogram PLC agar dapat bekerja sesuai dengan perintah yang diharapkan. Cara memprogram PLC yang paling banyak diterapkan adalah menggunakan ladder diagram. PLC fiddle merupakan modul pembelajaran untuk memprogram PLC dengan ladder diagram secara online tanpa perlu menginstall perangkat lunak PLC tersebut.

PLC Fiddle dapat diakses pada <https://www.plcfiddle.com/>

Untuk dapat mulai belajar dengan PLC Fiddle, anda tidak perlu mendownload software apapun, tapi anda harus membuat akun dengan email anda terlebih dahulu. Berikut adalah langkah-langkah membuat akun pada PLC Fiddle.

1. Klik tanda Log In pada bagian kanan atas

2. Klik pada bagian Sign Up

3. Masukkan alamat email dan password yang ingin anda gunakan, lalu klik tombol SIGN UP pada bagian bawah. Password ini adalah password untuk PLC Fiddle, bukan password email anda

Gambar 3. Tampilan modul bab 2

Selanjutnya adalah bab 3 yang berisi penjelasan cara membuat rangkaian logika sederhana dengan PLC Fiddle. Terdapat 4 buah rangkaian yang ditunjukkan pada modul, yaitu rangkaian AND, OR, NAND, dan NOR. Satu buah rangkaian lain, yaitu EXOR digunakan sebagai penugasan kepada peserta belajar. Tampilan halaman pertama dan kedua dari modul bab 3 ditunjukkan pada Gambar 4.

**BAB 3 – PEMROGRAMAN LOGIKA DASAR**

Rangkaian logika adalah rangkaian yang memiliki 2 input berbeda untuk merepresentasikan nilai boolean benar (1, atau on) dan salah (0, atau off). Gerbang rangkaian logika mempunyai sebuah output yang independen terhadap inputnya. Rangkaian gerbang logika dapat digunakan dalam memprogram PLC untuk menentukan apakah suatu peralatan perlu dinyalakan atau tidak. Berikut adalah beberapa rangkaian gerbang logika yang dipelajari dalam modul ini

**3.1. Rangkaian AND**

Rangkaian gerbang logika AND akan mempunyai output bernilai 1 (On) hanya jika kedua input juga bernilai 1. Kombinasi input lain akan mengakibatkan output tidak menyala. Berikut adalah simbol rangkaian AND dan tabel kebenaran dari rangkaian AND.



Input 1	Input 2	Output
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

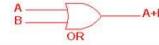
Untuk menggambarkan rangkaian AND, maka kita membutuhkan 2 *normally open* kontaktor yang dirangkai secara seri sebagai input, sedangkan 1 buah kumparan digunakan sebagai output. Rangkaian AND dalam PLC Fiddle adalah sebagai berikut



Untuk melakukan pengecekan, anda dapat melakukan pengetesan untuk menyalakan input dengan berbagai kombinasi. Hasilnya, output akan menyala (berwarna hijau) hanya jika kedua input menyala secara bersamaan.

**3.2. Rangkaian OR**

Rangkaian gerbang logika OR akan mempunyai output bernilai 1 jika salah 1 inputnya menyala. Satu-satunya kondisi dimana output tidak menyala adalah ketika kedua input sama-sama mati. Berikut adalah simbol rangkaian OR dan tabel kebenaran dari rangkaian OR.



Input 1	Input 2	Output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Untuk menggambarkan rangkaian OR maka kita membutuhkan 2 *normally open* kontaktor yang dirangkai secara parallel sebagai input, sedangkan 1 buah kumparan digunakan sebagai output. Rangkaian OR dalam PLC Fiddle adalah sebagai berikut

Gambar 4. Tampilan modul bab 3

Tampilan dari modul bab 4 ditunjukkan pada Gambar 5. Bab 4 berisi tutorial pemrograman *timer* sederhana, yaitu *time delay on* dan *time delay off*. Bab ini mempelajari bagaimana melakukan pengendalian waktu tunda untuk dapat menyalakan dan mematikan peralatan. Penjelasan tentang komponen dan variabel *timer* juga diberikan pada permulaan bab ini.

**BAB 4 – PEMROGRAMAN TIMER**

Rangkaian timer adalah sebuah bagian penting dari pemrograman PLC. Diagram waktu adalah kunci dari memahami timer yang sesuai untuk rangkaian yang kita buat. Terdapat 2 buah rangkaian timer yang kita pelajari, yaitu on delay timer dan off delay timer. Namun sebelum mempelajari kedua rangkaian tersebut, terlebih dahulu kita pelajari tentang instructions dan variables yang berkaitan dengan timer

**4.1. Instructions and Variables pada Timer**

Pada bagian instructions dari Time/Count PLC Fiddle, terdapat 3 komponen yang berkaitan dengan timer, yaitu On Delay Timer, Off Delay Timer, Retentive Timer seperti ditunjukkan pada gambar di bawah.



Pada modul ini kita akan membahas On Delay Timer dan Off Delay Timer saja. Pada saat kita menggunakan salah satu dari keduanya di dalam Ladder & Simulation, kita akan diminta untuk mengisikan variabel yang akan didelay, baik itu on delay maupun off delay. Untuk itu, mari kita lihat isi dari variabel timer.

Anda dapat menambahkan variabel timer dengan memasukkan nama variabel yang digunakan pada bagian variabel. Kemudian pada menu drop down pilih jenis variabel timer. Selanjutnya anda tinggal menekan tombol add. Misalkan saya ingin menamakan variabel tersebut dengan nama "Timer", maka akan muncul tampilan sebagai berikut.

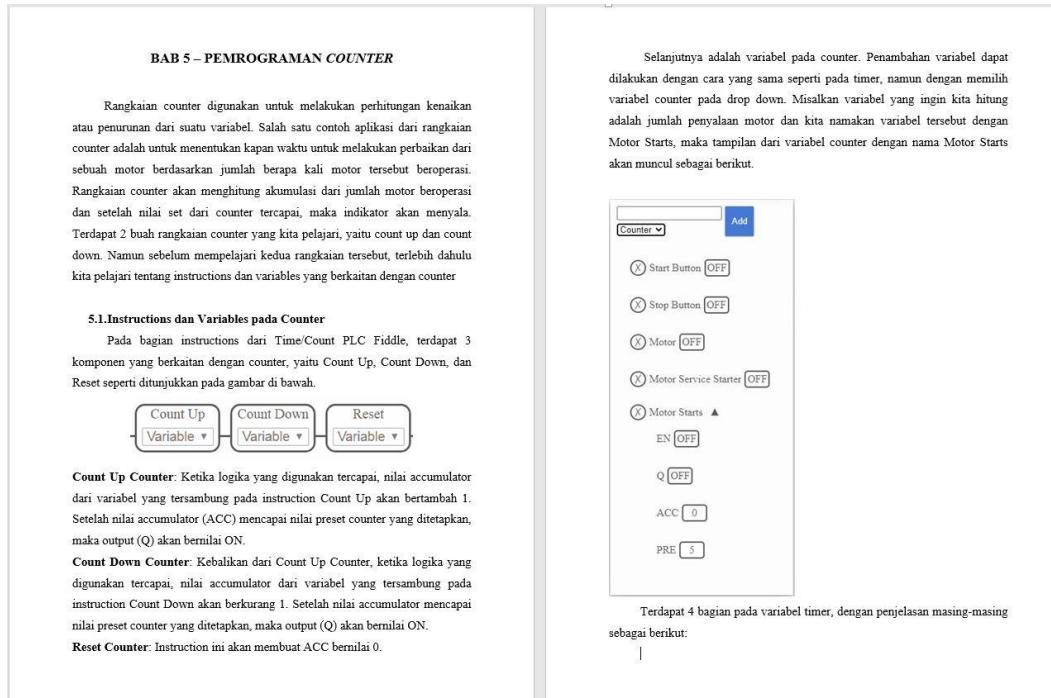


Terdapat 5 bagian pada variabel timer, dengan penjelasan masing-masing sebagai berikut:

1. EN : Variabel ini otomatis akan bernilai ON setelah start button dinyalakan. Tombol ini tidak akan mati/OFF kecuali jika stop button ditekan
2. TT : Variabel ini akan bernilai ON pada saat start button dinyalakan dan akan otomatis menjadi OFF setelah waktu delay tercapai. Misalkan waktu delay baik itu on delay atau off delay yang diberikan adalah 10 detik, maka TT akan ON pada detik 0-10, dan akan OFF setelah detik 10.

Gambar 5. Tampilan modul bab 4

Bab terakhir dari modul adalah bab 5 yang berisi penjelasan tentang rangkaian penghitung atau *counter* sederhana. Bagian awal dari bab ini berisi penjelasan tentang komponen dan variabel yang berkaitan dengan pemrograman *counter*. Selanjutnya, pembahasan dilakukan untuk rangkaian penghitung naik (*Count Up*) dan penghitung turun (*Count Down*). Tampilan dari modul bab 5 ditunjukkan pada Gambar 6



Gambar 6. Tampilan modul bab 5

#### 4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat berupa pembuatan modul tutorial PLC Fiddle telah dilaksanakan dengan membuat modul berisi 5 bab yang dipilih dan disusun berdasarkan urutan prioritas. Bab pertama berisi penjelasan tentang PLC secara umum termasuk contoh aplikasinya, Bab kedua berisi pengenalan komponen dan variabel pada PLC Fiddle serta cara penambahan dan cara menghapus setiap komponen maupun variabel dari *ladder diagram*. Bab ketiga berisi tutorial tentang rangkaian logika sederhana dengan PLC Fiddle. Bab keempat berisi tutorial tentang rangkaian *timer* sederhana dengan PLC Fiddle. Bab kelima berisi tutorial tentang rangkaian *counter* sederhana dengan PLC Fiddle. Diharapkan modul tutorial ini dapat memudahkan guru SMK maupun sederajat untuk mengajarkan dasar PLC kepada para siswa, maupun memudahkan bagi setiap orang yang ingin belajar PLC secara mandiri.

#### 5. SARAN

Modul tutorial yang kami susun dapat lebih baik dan efektif dalam menunjang pembelajaran apabila dievaluasi secara langsung oleh *stakeholder* terutama dari guru SMK selaku pihak yang diharapkan dapat menggunakan modul ini untuk proses pembelajaran terhadap para siswa. Oleh karena itu, untuk kegiatan di masa mendatang, kami berencana melakukan evaluasi dan perbaikan modul tutorial ini dengan meminta penilaian dan umpan balik dari para guru SMK terhadap modul yang telah kami susun.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang telah memberi dukungan finansial terhadap kegiatan pengabdian masyarakat ini melalui skema Pengabdian Masyarakat Dana Departemen dengan no. kontrak 1824/PKS/ITS/2020.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetyo, H., Sutopo, W., 2018, Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek Dan Arah Perkembangan Riset, *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 13, no. 1, hal. 17-26.
- [2] Saragih, L., 2019, Identifikasi Dampak Perkembangan Teknologi Terhadap Tenaga Kerja Toko Ritel Indonesia : Studi Kasus Toko X, *J. Kependud. Indones.*, vol. 14, no. 1, hal. 13–28.
- [3] Suryana, W., 2019, Daya Tampung PT Belum Sebanding Lulusan Sekolah Menengah, <https://www.republika.co.id/berita/pendidikan/dunia-kampus/19/07/02/pt-belum-sebanding-lulusan-sekolah-menengah>, diakses tgl 29 Oktober 2020.
- [4] Ngadi, N., 2014, The Relevance of Vocational Education on Labor Market in Salatiga, *J. Kependud. Indones.*, vol. 9, no. 1, hal. 59–70.
- [5] Phagta, W., 2020, Solusi Pembelajaran di Tengah Pandemi Corona Adalah Guru Kreatif,[https://news.okezone.com/read/2020/04/08/340/2196363/solusi-pembelajaran-ditengah-pandemi-corona-adalah-guru-kreatif](https://news.okezone.com/read/2020/04/08/340/2196363/solusi-pembelajaran-di-tengah-pandemi-corona-adalah-guru-kreatif), diakses tanggal 29 Oktober 2020.
- [6] Supriyono, D., 2015, *Modul Jobsheet Siswa - Instalasi Motor Listrik (Pengendali PLC)*, SMKN 1 Warureja, Tegal.
- [7] Tumembow, M. N., 2018, *Modul Praktikum Otomasi - II (Programmable Logic Controller)*, Politeknik Negeri Manado, Manado.
- [8] Pramudijanto, J., 2017, *Modul Pelatihan PLC Tingkat Dasar*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.