

## Lifter Control Simulation in FX-Trainer

### Description

Perkembangan industri masa kini menuntut setiap perusahaan untuk lebih cerdas dalam perkembangan teknologinya. Salah satu teknologi yang digunakan dalam industri ialah aplikasi *Programmable Logic Controller* (PLC). Menurut **Capiel (1982)**, PLC adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

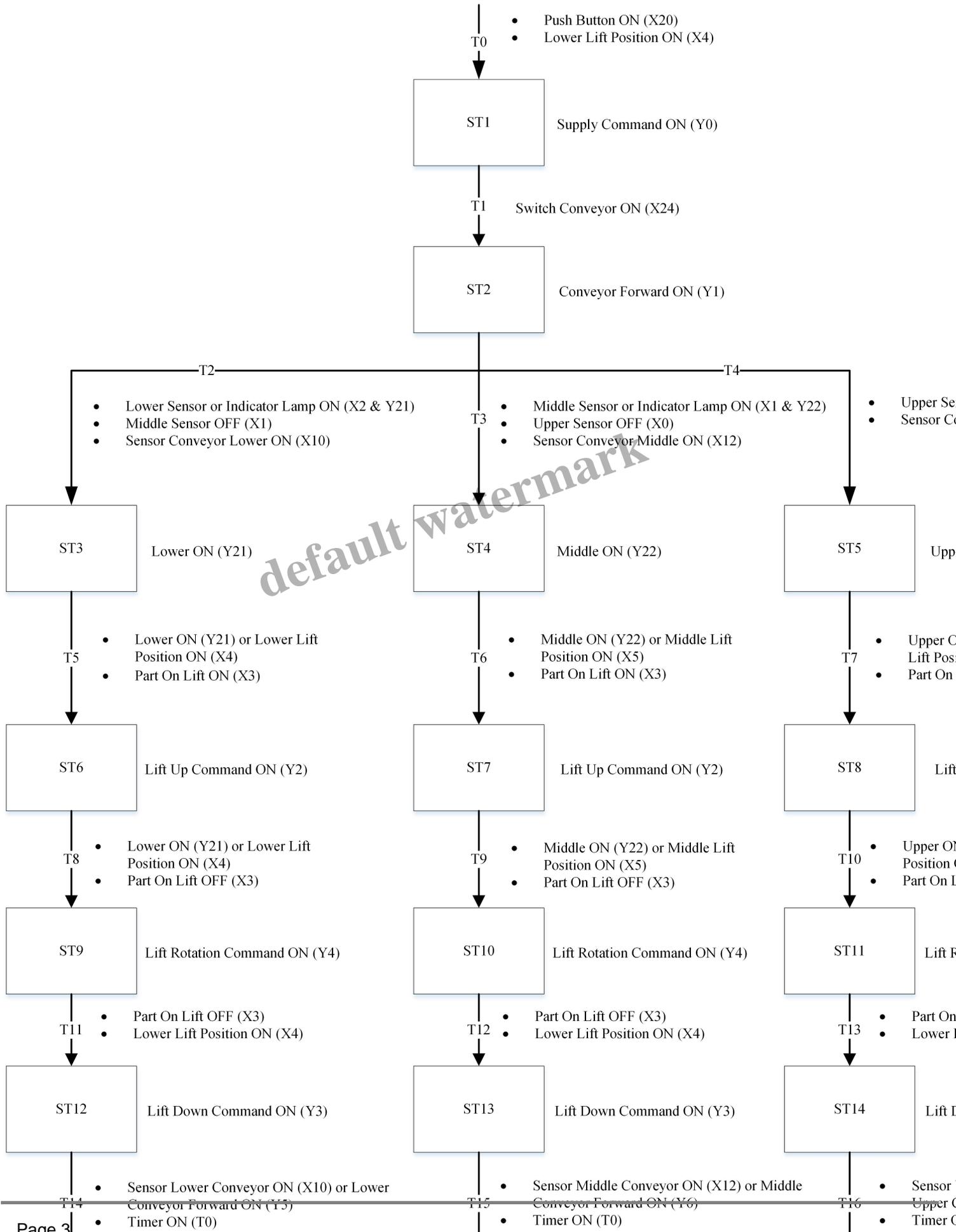
Dalam dunia industri ada beberapa alat yang menggunakan teknologi PLC dalam pengerjaannya, salah satunya penggunaan *lifter control*. *Lifter control* ini bekerja untuk memindahkan barang secara otomatis, pemindahan barang tersebut disesuaikan dengan ukuran dari barang yang akan dipindahkan, dimana pada saat mesin mengeluarkan barang, konveyor akan berjalan menuju *lifter*, kemudian dari *lifter* tersebut yang akan menyeleksi wadah mana yang sesuai dengan ukuran barang yang dibawah *lifter*.

*Lifter control* dalam proses sistemnya dapat bekerja sesuai dengan simulasi yang akan dikerjakan menggunakan *software* FX-Trainer dimana dalam pembuatan sistemnya menggunakan model *state* diagram dan tabel persamaan yang akan dikonversikan ke dalam *ladder* diagram dan dikonversi kembali ke dalam bentuk PLC. Setelah itu akan dilakukan pengontrolannya pada *software* dengan *input* yang digunakan berupa sensor untuk mendeteksi dan saklar untuk mengaktifkan keseluruhan simulasi serta *output* yang digunakan berupa *supply* barang, konveyor, dan pergerakan lift.

### Model State Diagram

*State* diagram atau *statechart* diagram merupakan suatu kondisi yang digunakan untuk mendeskripsikan semua kondisi yang dapat dialami atau terjadi pada sebuah objek sehingga setiap objek memiliki sebuah diagram status. *State* diagram diadopsi dari penggambaran kondisi mesin status (*state machine*) yang menggambarkan status apa saja yang dialami oleh mesin yang direpresentasikan oleh kotak dan tanda panah untuk menunjukkan perpindahan state selanjutnya. Pada simulasi *lifted control* ini akan dibuat model *state* diagramnya sebagai berikut.

default watermark



default watermark

Pada *state* diagram yang telah dibuat untuk simulasi *lifted control*, terdapat 2 kondisi yaitu kondisi *input* dan kondisi *output* yang dapat dijelaskan melalui tabel sebagai berikut.

<b>Input</b>	<b>Output</b>
X20 (PB1)	Y0 (Supply Command)
X24 (SW1)	Y1 (Conveyor Forward)
X0 (Upper)	Y2 (Lift Up Command)
X1 (Middle)	Y3 (Lift Down Command)
X2 (Lower)	Y4 (Lift Rotation Command)
X3 (Part on Lift)	Y5 (Lower Conveyor Forward)
X4 (Lower Lift Position)	Y6 (Middle Conveyor Forward)
X5 (Middle Lift Position)	Y7 (Upper Conveyor Forward)
X6 (Upper Lift Position)	
X10 & X11	
X12 & X13	
X14 & X15	

Simulasi *lifted control* yang akan dibuat menggunakan model *state* diagram dengan *input* yang digunakan sebanyak 12 buah dimana *input* X20 diinisialisasikan sebagai tombol untuk menghasilkan barang. *Input* X24 diinisialisasikan sebagai tombol untuk menjalankan atau menghentikan konveyor. Sensor X0, X1, dan X2 diinisialisasikan sebagai sensor untuk mendeteksi barang yang tergolong kedalam ukuran kecil, sedang, atau besar. Sensor X3 diinisialisasikan sebagai sensor untuk mendeteksi barang yang akan dibawa oleh lift pada salah satu konveyor sesuai ukurannya. Sensor X4, X5, dan X6 diinisialisasikan sebagai sensor untuk mendeteksi posisi lift. Sensor X10, X12, dan X14 diinisialisasikan sebagai sensor untuk mendeteksi barang yang sudah disesuaikan ukuran kecil, sedang, atau besarnya. *Output* yang digunakan sebanyak 8 buah dimana *output* Y0 diinisialisasikan sebagai pemasok barang, *output* Y1 diinisialisasikan sebagai konveyor. *Output* Y2 dan Y3 diinisialisasikan sebagai perintah lift untuk naik atau turun. *Output* Y4 diinisialisasikan sebagai perintah lift untuk berotasi. *Output* Y5, Y6, dan Y7 diinisialisasikan sebagai konveyor barang dengan ukuran kecil, sedang, atau besar. Dalam model *state* diagram yang telah dibuat, terdapat dua notasi yaitu *state* dan *transition* dimana notasi *state* digunakan untuk menginisialisasikan sebagai *output* suatu kondisi yang dilambangkan oleh kotak pada diagram dan notasi *transition* digunakan untuk menginisialisasikan sebagai *input* suatu kondisi yang dilambangkan oleh tanda panah pada diagram. Notasi *state* dan *transition* dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut.

State	Transition
$ST_N = (ST_N + T_{masuk}) \cdot \overline{T_{keluar}}$	$T_N = ST_{sebelum} \cdot \text{Keterangan}$
$ST_1 = (ST_1 + T_0) \cdot \overline{T_1}$	$T_0 = X_{20} \cdot X_4$
$ST_2 = (ST_2 + T_1) \cdot \overline{T_2} \cdot \overline{T_3} \cdot \overline{T_4}$	$T_1 = ST_1 \cdot X_{24}$
$ST_3 = (ST_3 + T_2) \cdot \overline{T_5}$	$T_2 = ST_2 \cdot (X_2 + Y_{21}) \cdot X_{10}$
$ST_4 = (ST_4 + T_3) \cdot \overline{T_6}$	$T_3 = ST_2 \cdot (X_1 + Y_{22}) \cdot X_{12}$
$ST_5 = (ST_5 + T_4) \cdot \overline{T_7}$	$T_4 = ST_2 \cdot (X_0 + Y_{23}) \cdot X_{10}$
$ST_6 = (ST_6 + T_5) \cdot \overline{T_8}$	$T_5 = ST_3 \cdot (X_4 + Y_{21}) \cdot X_3$
$ST_7 = (ST_7 + T_6) \cdot \overline{T_9}$	$T_6 = ST_4 \cdot (X_5 + Y_{22}) \cdot X_3$
$ST_8 = (ST_8 + T_7) \cdot \overline{T_{10}}$	$T_7 = ST_5 \cdot (X_6 + Y_{23}) \cdot X_3$
$ST_9 = (ST_9 + T_8) \cdot \overline{T_{11}}$	$T_8 = ST_6 \cdot (X_4 + Y_{21})$
$ST_{10} = (ST_{10} + T_9) \cdot \overline{T_{12}}$	$T_9 = ST_7 \cdot (X_5 + Y_{22})$
$ST_{11} = (ST_{11} + T_{10}) \cdot \overline{T_{13}}$	$T_{10} = ST_8 \cdot (X_6 + Y_{23})$
$ST_{12} = (ST_{12} + T_{11}) \cdot \overline{T_{14}}$	$T_{11} = ST_9 \cdot X_4$
$ST_{13} = (ST_{13} + T_{12}) \cdot \overline{T_{15}}$	$T_{12} = ST_{10} \cdot X_4$
$ST_{14} = (ST_{14} + T_{13}) \cdot \overline{T_{16}}$	$T_{13} = ST_{11} \cdot X_4$
$ST_{15} = (ST_{15} + T_{14}) \cdot \overline{T_{17}}$	$T_{14} = ST_{12} \cdot (X_{10} + Y_5) \cdot T_0$
$ST_{16} = (ST_{16} + T_{15}) \cdot \overline{T_{18}}$	$T_{15} = ST_{13} \cdot (X_{12} + Y_6) \cdot T_0$
$ST_{17} = (ST_{17} + T_{16}) \cdot \overline{T_{19}}$	$T_{16} = ST_{14} \cdot (X_{14} + Y_7) \cdot T_0$
$ST_{18} = (ST_{18} + T_{17}) \cdot \overline{T_{20}}$	$T_{17} = ST_{15} \cdot (X_{11} + Y_{24})$
$ST_{19} = (ST_{19} + T_{18}) \cdot \overline{T_{20}}$	$T_{18} = ST_{16} \cdot (X_{13} + Y_{24})$
$ST_{20} = (ST_{20} + T_{19}) \cdot \overline{T_{20}}$	$T_{19} = ST_{17} \cdot (X_{15} + Y_{24})$
$ST_{21} = (ST_{21} + T_{20})$	$T_{20} = (ST_{18} + ST_{19} + ST_{20}) \cdot Y_{24}$

Untuk inialisasi model *state* diagram dengan notasi *state* dan *transition*, pada notasi *state* (ST) menggunakan persamaan  $ST_N = (ST_N + T_{masuk}) \cdot \overline{T_{keluar}}$  dan notasi *transition* (T) menggunakan persamaan  $T_N = ST_{sebelum} \cdot \text{Keterangan}$  dimana N diinisialisasikan sebagai angka berurutan, dan Keterangan diinisialisasikan sebagai keterangan input yang digunakan pada *transition*. Untuk  $T_{masuk}$  yaitu *transition* yang masuk pada *state* dan  $T_{keluar}$  yaitu *transition* yang keluar pada *state* dimana kedua *transition* dilambangkan dengan tanda panah. Untuk  $ST_{sebelum}$  yaitu *state* sebelum terjadinya *transition* dimana *state* dilambangkan dengan kotak. Pada notasi *state* terbagi menjadi 21 *state* yaitu

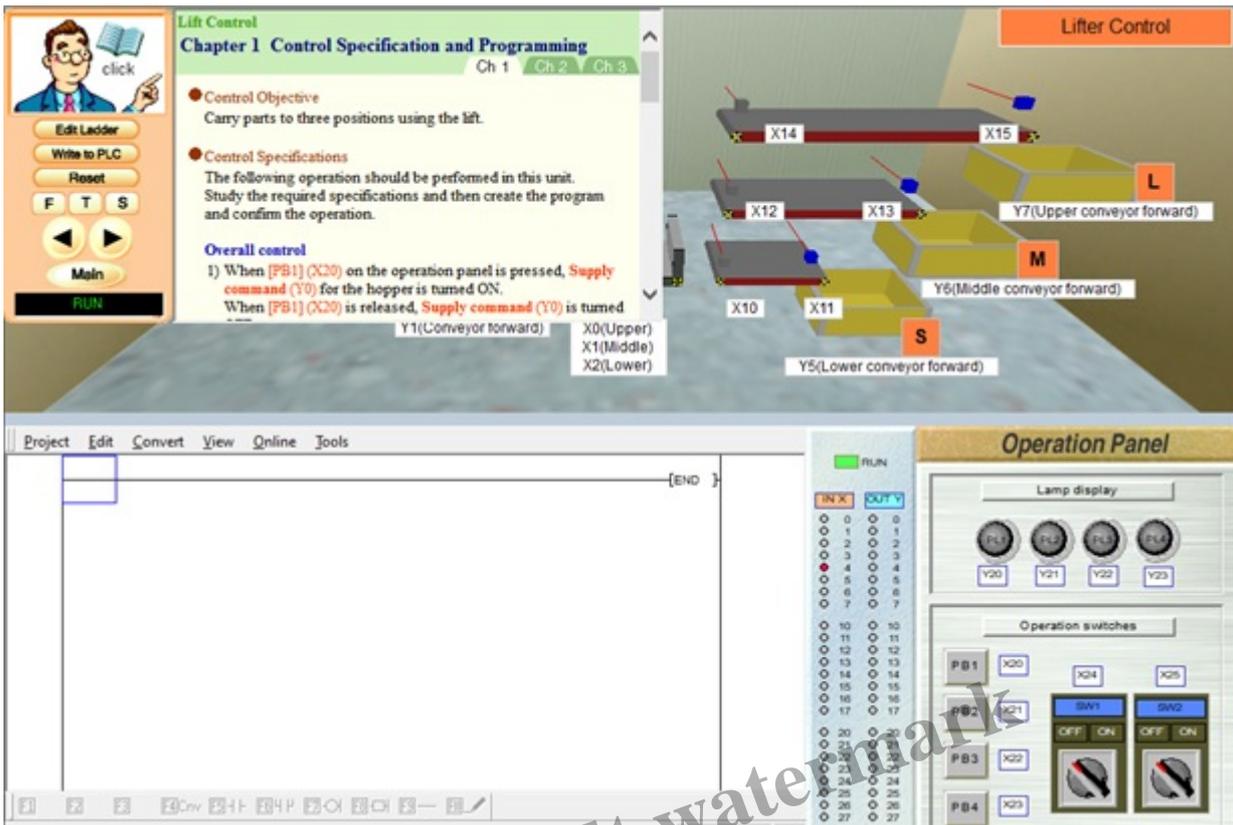
$ST_1, ST_2, ST_3,$  dan dan seterusnya sampai  $ST_{21}$  serta pada notasi *transition* terbagi menjadi 21 *transition* yaitu  $T_1, T_2, T_3,$  dan seterusnya sampai  $T_{20}$ . Untuk penjelasan notasi *state* dan notasi *transition* yaitu sebagai berikut:

- Pada *state* 1, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_0$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_1$ .
- Pada *state* 2, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_1$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_2, T_3,$  dan  $T_4$ .
- Pada *state* 3, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_2$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_5$ .
- Pada *state* 4, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_3$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_6$ .
- Pada *state* 5, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_4$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_7$ .
- Pada *state* 6, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_5$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_8$ .
- Pada *state* 7, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_6$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_9$ .
- Pada *state* 8, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_7$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{10}$ .
- Pada *state* 9, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_8$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{11}$ .
- Pada *state* 10, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_9$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{12}$ .
- Pada *state* 11, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{10}$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{13}$ .
- Pada *state* 12, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{11}$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{14}$ .
- Pada *state* 13, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{12}$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{15}$ .
- Pada *state* 14, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{13}$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{16}$ .
- Pada *state* 15, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{14}$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{17}$ .
- Pada *state* 16, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{15}$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{18}$ .
- Pada *state* 17, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{16}$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{19}$ .
- Pada *state* 18, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{17}$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{20}$ .
- Pada *state* 19, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{18}$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{20}$ .
- Pada *state* 20, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{19}$  serta *transition* yang keluar *state* yaitu  $T_{20}$ .
- Pada *state* 21, *transition* yang masuk kedalam *state* yaitu  $T_{20}$ .
- Pada *transition* 0, keterangan *transition* yaitu  $X_{20}$  dan  $X_4$ .
- Pada *transition* 1, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_1$  dan keterangan *transition* 1 yaitu

- $X_{24}$ .
- Pada *transition 2*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_2$  dan keterangan *transition 2* yaitu  $X_2$  atau  $Y_{21}$ , dan  $X_{10}$ .
- Pada *transition 3*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_2$  dan keterangan *transition 3* yaitu  $X_1$  atau  $Y_{22}$ , dan  $X_{12}$ .
- Pada *transition 4*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_2$  dan keterangan *transition 4* yaitu  $X_0$  atau  $Y_{23}$ , dan  $X_{14}$ .
- Pada *transition 5*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_3$  dan keterangan *transition 5* yaitu  $X_4$  atau  $Y_{21}$ , dan  $X_3$ .
- Pada *transition 6*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_4$  dan keterangan *transition 6* yaitu  $X_5$  atau  $Y_{22}$ , dan  $X_3$ .
- Pada *transition 7*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_5$  dan keterangan *transition 7* yaitu  $X_6$  atau  $Y_{23}$ , dan  $X_3$ .
- Pada *transition 8*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_6$  dan keterangan *transition 8* yaitu  $X_4$  atau  $Y_{21}$ .
- Pada *transition 9*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_7$  dan keterangan *transition 9* yaitu  $X_5$  atau  $Y_{22}$ .
- Pada *transition 10*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_8$  dan keterangan *transition 10* yaitu  $X_6$  atau  $Y_{23}$ .
- Pada *transition 11*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_9$  dan keterangan *transition 11* yaitu  $X_4$ .
- Pada *transition 12*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_{10}$  dan keterangan *transition 12* yaitu  $X_4$ .
- Pada *transition 13*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_{11}$  dan keterangan *transition 13* yaitu  $X_4$ .
- Pada *transition 14*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_{12}$  dan keterangan *transition 14* yaitu  $X_{10}$  atau  $Y_5$ , dan  $T_0$ .
- Pada *transition 15*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_{13}$  dan keterangan *transition 15* yaitu  $X_{12}$  atau  $Y_6$ , dan  $T_0$ .
- Pada *transition 16*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_{14}$  dan keterangan *transition 16* yaitu  $X_{14}$  atau  $Y_7$ , dan  $T_0$ .
- Pada *transition 17*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_{15}$  dan keterangan *transition 17* yaitu  $X_{11}$  atau  $Y_{24}$ .
- Pada *transition 18*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_{16}$  dan keterangan *transition 18* yaitu  $X_{13}$  atau  $Y_{24}$ .
- Pada *transition 19*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_{17}$  dan keterangan *transition 19* yaitu  $X_{15}$  atau  $Y_{24}$ .
- Pada *transition 20*, *state* sebelum terjadinya *transition* yaitu  $ST_{18}$ ,  $ST_{19}$ , dan  $ST_{20}$  serta keterangan *transition 20* yaitu  $Y_{24}$ .

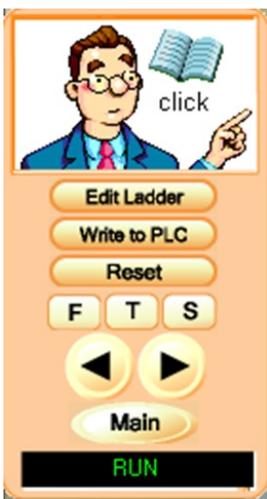
### Perancangan Simulasi pada Software FX-Trainer

Sebelum membuat rancangan simulasi *lifter control*, konversikan *state* diagram persamaan yang sudah dibuat ke dalam *ladder* diagram. Berikut langkah – langkah dalam membuat *ladder* diagram dalam software FX- Trainer:



Gambar 1. Tampilan awal lembar kerja

Pada software FX-Trainer tampilan lembar kerja untuk simulasi *lifter control* seperti tertampil pada gambar 1 dimana terdapat lembar kerja untuk *ladder diagram* dan *operation panel* yang digunakan untuk mensimulasikan mesin *lifter*.



Gambar 2. Tampilan panel untuk edit *ladder*

Untuk memulai membuat *ladder* diagram langkah pertama ialah memilih edit *ladder* pada panel untuk memulai merancang program PLC yang akan digunakan dalam simulasi *lifter control*. Bentuk *ladder* diagram hasil konversi *state* diagram yaitu sebagai berikut:

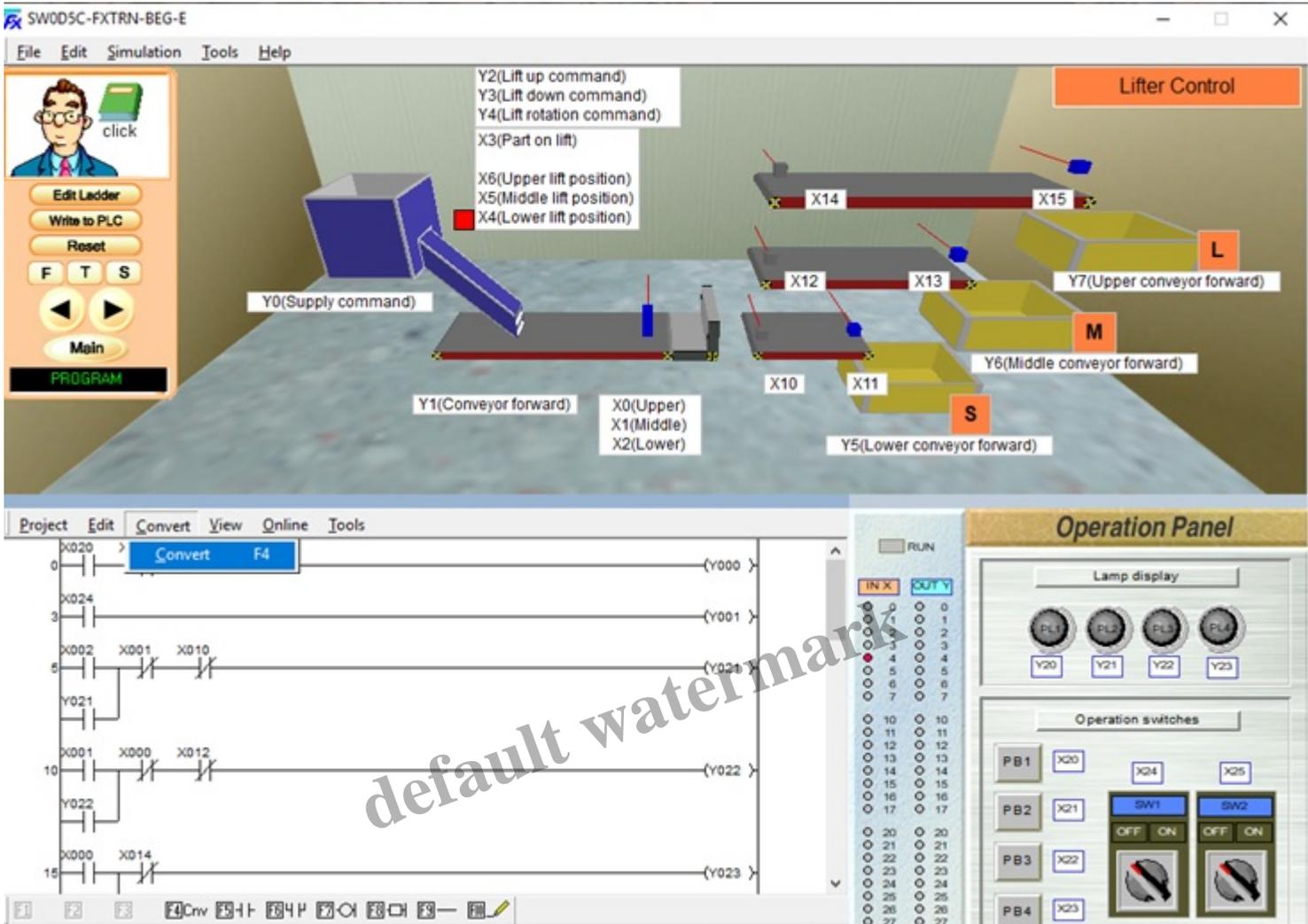
Cara kerja *ladder* diagram diatas dibagi dalam dua bagian yaitu *overall control* dan *lift control*. Adapun cara kerjanya sebagai berikut :

- *Overall Control*

1. Ketika PB1 (X20) pada panel operasi ditekan, kondisi Y0 mesin penyuplai barang menyala. Ketika PB1 (X20) tidak ditekan, maka kondisi Y0 mesin penyuplai barang tidak menyala.
2. Ketika SW1 (X24) pada panel operasi aktif, konveyor akan bergerak maju. Dan sebaliknya ketika SW1 (X24) dalam kondisi tidak aktif, maka konveyor akan berhenti.
3. Setelah sensor X10, X12, dan X14 pada kiri konveyor mendeteksi barang, konveyor merespon dengan mensetting ON dan membawa barang ke wadah yang benar di akhir. Konveyor akan berhenti selama 3 detik setelah melewati sensor X11, X13, atau X15 di konveyor yang benar.
4. *Large*, *medium*, dan *small* dari ukuran barang di konveyor akan disortir dengan memasukkan dari sensor *upper* (X0), *middle* (X1) dan *lower* (X2).

- *Lift Control*

1. Ketika sensor *part on lift* (X3) pada lift menyala, barang akan dibawa ke konveyor lainnya sesuai dengan ukurannya.
  - Barang *large* : *upper* konveyor
  - Barang *medium* : *medium* konveyor
  - Barang *small* : *lower* konveyor
2. *Lift up command* (Y2) dan *lift down command* (Y3) digunakan untuk mengontrol pendeteksian lift yang sesuai dengan sensor.
  - *Upper* : X6
  - *Middle* : X5
  - *Lower* : X4
3. Ketika barang di transferkan dari lift ke konveyor, *lift rotation command* (Y4) dalam keadaan ON.
4. Setelah barang di transferkan, lift akan kembali dan menginisialisasi posisi dan bersiap untuk barang berikutnya.



Gambar 3. Tampilan convert ladder diagram

Untuk menjalankan program *lifter control* tersebut klik tab menu “convert” pada *ladder* diagram, seperti yang tertampil pada gambar 3. Dimana *convert* tersebut berfungsi agar program dari *ladder* diagram dapat disimulasikan ke dalam *software* FX-Trainer.

Disusun oleh:

1. Aris Munandi (17/411102/SV/13029)
2. Danis Afidah (17/411105/SV/13032)
3. Dheyah Awalya R. (17/411107/SV/13034)
4. Fajar Irawan (17/411108/SV/13035)
5. Kurnia Putra (17/411114/SV/13041)

## Category

1. Artikel

## Tags

1. FX-Trainer
2. Lifter Control Simulation in FX-Trainer

**Date Created**

January 7, 2020

**Author**

fahmizal

default watermark