



# Panduan Operasi Safe Torque Off

VLT® Konverter Frekuensi





## Daftar Isi

<b>1 Pendahuluan</b>	<b>2</b>
1.1 Tujuan Manual	2
1.2 Sumber Tambahan	2
1.3 Ikhtisar Fungsional	2
1.4 Persetujuan dan Sertifikat	2
1.5 Simbol, dan singkatan, dan Konvensi	4
<b>2 Keselamatan</b>	<b>5</b>
2.1 Simbol Keselamatan	5
2.2 Kualifikasi Personal	5
2.3 Tindakan Pengamanan	5
<b>3 Instalasi</b>	<b>7</b>
3.1 Petunjuk Keselamatan	7
3.2 Instalasi STO	7
3.3 Instalasi kombinasi dengan VLT <sup>®</sup> PTC Thermistor Card MCB 112	8
<b>4 Penugasan</b>	<b>9</b>
4.1 Petunjuk Keselamatan	9
4.2 Aktivasi STO	9
4.3 Pengaturan Parameter untuk STO di kombinasi dengan VLT <sup>®</sup> PTC Thermistor Card MCB 112	9
4.4 Otomatis/Manual Restart Prilaku	9
4.5 Uji Komisi STO	10
4.6 Sistem Pengamanan Konfigurasi	10
4.7 Layanan dan Pemeliharaan	10
<b>5 Contoh Aplikasi</b>	<b>11</b>
5.1 Data SISTEMA	11
5.2 Fungsi Emergency Stop Konverter Frekuensi dengan Safe Torque Off - Kategori 1, PL c, SIL 1	11
5.3 Fungsi Emergency Stop Konverter Frekuensi dengan Safe Torque Off Menggunakan Relai Keselamatan - Kategori 3, PL d, SIL 2	12
5.4 Fungsi Emergency Stop Konverter Frekuensi dengan Safe Torque Off, Relai Keselamatan, dan Kontaktor Output - Kategori 4, PL e, SIL 3	13
5.5 Fungsi Emergency Stop Multi Konverter Frekuensi Kategori 3, PL d, SIL 2	14
<b>6 STO Data teknis</b>	<b>16</b>
<b>Indeks</b>	<b>17</b>

## 1 Pendahuluan

### 1.1 Tujuan Manual

Manual ini menyediakan informasi penggunaan Danfoss VLT® konverter frekuensi pada aplikasi keselamatan fungsional. Buku petunjuk ini berisi informasi tentang standar keselamatan fungsi, fungsi Danfoss VLT® Safe Torque Off (STO) konverter frekuensi, pemasangan dan uji coba terkait, serta servis dan perawatan untuk STO.

VLT® adalah merek dagang terdaftar.

### 1.2 Sumber Tambahan

Manual ini ditargetkan oleh pengguna yang sudah mengetahui VLT® konverter frekuensi. Buku petunjuk ini dimaksudkan sebagai pelengkap buku petunjuk dan panduan yang dapat diunduh lewat [drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/). Baca petunjuk yang disertakan bersama konverter frekuensi dan/atau opsi konverter frekuensi sebelum memasang unit, dan patuhi petunjuk tersebut demi keselamatan pemasangan.

### 1.3 Ikhtisar Fungsional

#### 1.3.1 Pendahuluan

Fungsi Safe Torque Off (STO) adalah salah satu komponen dalam sistem kontrol keamanan. STO mencegah unit membangkitkan daya yang dibutuhkan untuk memutar motor.

#### **CATATAN!**

Pilih dan terapkan komponen di dalam sistem kontrol keselamatan secara tepat untuk mencapai level keselamatan operasional yang diinginkan. Sebelum mengintegrasikan dan menggunakan STO dalam sebuah instalasi, lakukan analisis risiko pemasangan untuk menentukan apakah fungsi STO dan tingkat keamanan sudah benar dan memadai.

Konverter frekuensi® VLT® tersedia dengan:

- Safe Torque Off (STO), sesuai ketentuan EN IEC 61800-5-2.
- Stop Category 0, sesuai ketentuan EN 60204-1.

Konverter frekuensi mengintegrasikan fungsi STO via terminal kontrol 37.

VLT® konverter frekuensi dengan fungsi STO dirancang dan dinyatakan memenuhi ketentuan:

- Kategori 3 dalam EN ISO 13849-1.
- Level Performa "d" dalam EN ISO 13849-1.
- SIL 2 dalam IEC 61508 dan EN 61800-5-2.

- SILCL 2 dalam EN 62061.

### 1.3.2 Cakupan dan Identifikasi Produk

Fungsi STO tersedia untuk konverter frekuensi tipe berikut:

- VLT® HVAC Drive FC 102
- VLT® Refrigeration Drive FC 103
- VLT® AQUA Drive FC 202
- VLT® AutomationDrive FC 301 ukuran penutup A1
- VLT® AutomationDrive FC 302
- VLT® Decentral Drive FCD 302
- VLT® Parallel Drive Modules

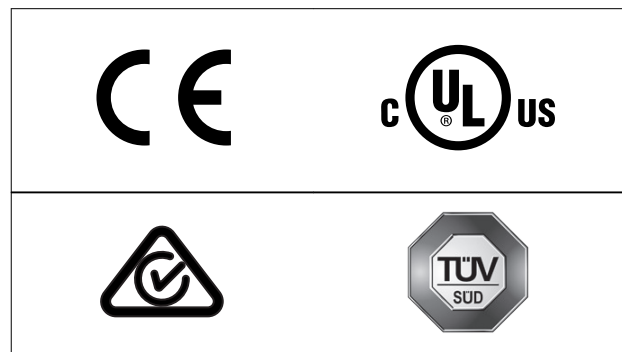
#### Identifikasi

- Pastikan konverter frekuensi dikonfigurasi dengan fungsi STO dengan melihat kode tipe unit pada pelat nama (lihat *Tabel 1.1*).

Produk	Kode tipe
VLT® HVAC Drive FC 102	T atau U pada 18 kode tipe
VLT® Refrigeration Drive FC 103	T pada digit 18 kode tipe
VLT® AQUA Drive FC 202	T atau U pada 18 kode tipe
VLT® AutomationDrive FC 301 ukuran penutup A1	T pada digit 18 kode tipe
VLT® AutomationDrive FC 302	X, B, atau R pada digit 18 kode tipe
VLT® Decentral Drive FCD 302	X, B, atau R pada digit 18 kode tipe
VLT® Parallel Drive Modules	T atau U pada 18 kode tipe

Tabel 1.1 Identifikasi Kode Tipe

### 1.4 Persetujuan dan Sertifikat



Persetujuan dan sertifikasi lain tersedia. Hubungi mitra Danfoss lokal.

### 1.4.1 Standar dan Kepatuhan Yang Berlaku

Untuk menggunakan STO pada terminal 37 pengguna wajib memenuhi semua ketentuan keselamatan termasuk undang-undang, peraturan, dan pedoman yang berlaku.

Fungsi STO terintegrasi mematuhi beberapa standar berikut:

- IEC/EN 60204-1: 2016 Kategori berhenti 0 – stop tidak dikontrol
- IEC/EN 61508: 2010 SIL2
- IEC/EC 61800-5-2: 2016
- IEC/EN 62601: 2015 SIL CL2
- EN ISO 13849-1: 2015 Kategori 3 PL d

## 1.5 Simbol, dan singkatan, dan Konvensi

Singkatan	Referensi	Keterangan
B <sub>10d</sub>		Jumlah siklus hingga 10% komponen mengalami kegagalan berbahaya (untuk komponen pneumatik dan elektromekanik).
Kategori	EN ISO 13849-1	Kategori, tingkat "B, 1-4"
CCF		Kegagalan akibat sebab umum
DC		Cakupan diagnostik dibagi menjadi Rendah, Sedang, dan Tinggi.
FIT		Kegagalan dalam waktu: 1E-9/jam
HFT	EN IEC 61508	Toleransi kesalahan perangkat keras: HFT = n artinya masalah n+1 dapat menyebabkan hilangnya fungsi keselamatan.
MTTFd	EN ISO 13849-1	Waktu rata-rata sebelum kegagalan - berbahaya Unit: Tahun dibagi menjadi Rendah, Sedang, dan Tinggi.
PFH	EN IEC 61508	Probabilitas kegagalan berbahaya per jam. Pertimbangkan nilai ini apabila perangkat keselamatan dioperasikan secara terus-menerus atau kontinu, yaitu frekuensi kebutuhan untuk mengoperasikan sistem terkait keselamatan lebih dari 1 per tahun.
PFD	EN IEC 61508	Rata-rata probabilitas kegagalan menurut kebutuhan, nilai yang digunakan saat kebutuhan pengoperasian rendah.
PL	EN ISO 13849-1	Level khusus yang digunakan untuk menentukan kemampuan komponen keselamatan sistem kontrol untuk menjalankan fungsi keselamatan dalam kondisi tak terduga. Level dibagi antara a hingga e.
PLr		Level performa yang disyaratkan (level performa yang disyaratkan untuk fungsi keselamatan tertentu).
SIL	EN IEC 61508 EN IEC 62061	Tingkat integritas keamanan
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	Penghentian Aman 1
SRECS	EN IEC 62061	Sistem kontrol elektrik yang berhubungan dengan keselamatan
SRP/CS	EN ISO 13849-1	Komponen sistem kontrol yang berhubungan dengan keselamatan
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2	Sistem konverter daya (terkait keselamatan)

Tabel 1.2 Singkatan yang Berhubungan dengan Fungsi Keamanan

### Konvensi

Daftar bernomor menunjukkan prosedur. Daftar poin berisi informasi lain dan penjelasan ilustrasi.

Teks miring berarti:

- Rujukan silang.
- Link.
- Nama parameter.
- Catatan kaki.
- Grup parameter.
- Opsi parameter.
- Alarm/peringatan.

Semua dimensi dalam gambar diberikan dalam satuan metrik dan imperial (dalam kurung), misalnya: mm (in). Bintang (\*) menunjukkan pengaturan standar parameter.

## 2 Keselamatan

### 2.1 Simbol Keselamatan

Simbol-simbol berikut digunakan di dalam panduan ini:

#### **⚠️ PERINGATAN**

Menunjukkan situasi berpotensi membahayakan yang dapat mengakibatkan kematian atau cedera serius.

#### **⚠️ KEWASPADAAN**

Menunjukkan situasi berpotensi membahayakan yang dapat mengakibatkan cedera ringan atau sedang. Simbol ini juga dapat digunakan untuk mengingatkan akan praktik-praktik yang tidak aman.

#### **CATATAN!**

Menunjukkan informasi penting, termasuk situasi yang dapat mengakibatkan kerusakan terhadap peralatan atau harta benda.

### 2.2 Kualifikasi Personal

Produk hanya boleh dirakit, dipasang, diprogram, diuji-coba, dirawat, dan dinonaktifkan oleh teknisi yang cakap. Orang-orang dengan keahlian yang sudah terbukti

- Adalah teknisi listrik yang cakap, atau mereka yang telah memperoleh pelatihan dari teknisi listrik yang cakap dan berpengalaman mengoperasikan perangkat, sistem, pembangkit, dan mesin sesuai standar dan pedoman yang berlaku untuk teknologi keselamatan.
- Telah mendapatkan pelatihan dengan peraturan dasar mengenai kesehatan dan pencegahan keselamatan/kecelakaan.
- Telah membaca dan memahami pedoman keselamatan yang diberikan dalam manual ini dan juga petunjuk yang diberikan dalam petunjuk operasional konverter frekuensi.
- Mempunyai pengetahuan yang bagus akan standar umum dan khusus yang berlaku untuk aplikasi spesifik.

Tanggung jawab pengguna sistem konverter frekuensi daya (terkait keselamatan) PDS (SR):

- Analisis bahaya dan risiko aplikasi
- Mengetahui fungsi keselamatan yang dibutuhkan dan mengalokasikan SIL atau PLr untuk tiap fungsi.
- Subsistem lain dan validitas sinyal dan perintah dari mereka.

- Merancang sistem kontrol terkait keselamatan yang sesuai (perangkat keras, lunak, parameterisasi, dan seterusnya).

#### Proteksi ukuran

- Hanya personel yang cakap dan terampil boleh memasang dan menguji sistem teknik keselamatan.
- Pasang konverter frekuensi dalam kabinet dengan rating IP54 sesuai ketentuan IEC 60529 atau dalam lingkungan setara. Aplikasi khusus mungkin mensyaratkan rating perlindungan IP lebih tinggi.
- Pastikan proteksi arus pendek untuk kabel antara opsi keselamatan dan perangkat keselamatan eksternal tersedia menurut ISO 13849-2 tabel D.4. Saat gaya eksternal memengaruhi sumbu motor (misalnya beban gantung), ambil langkah yang diperlukan (misalnya rem penahan keselamatan) untuk meminimalkan risiko.

### 2.3 Tindakan Pengamanan

Lihat bab *Keselamatan* dalam *petunjuk pengoperasian/ panduan pengoperasian* untuk hal-hal umum yang perlu diperhatikan terkait keselamatan.

#### **⚠️ KEWASPADAAN**

Setelah instalasi STO, lakukan pengujian komisi yang tertuju pada *bab 4.5 Uji Komisi STO*. Pengujian komisi yang telah diwajibkan setelah pemasangan pertama dan setelah setiap mengubah derau keselamatan instalasi.

#### **⚠️ PERINGATAN**

**RISIKO KEMATIAN DAN CEDERA YANG SERIUS**  
Apabila gaya eksternal pada motor, misalnya, sumbu vertikal (beban mengambang), dan gerak tidak diinginkan, misalnya, akibat gravitasi, berisiko menimbulkan bahaya, motor wajib dilengkapi perlindungan ekstra untuk mencegahnya jatuh. Sebagai contoh, install rem mekanis tambahan.

#### **⚠️ PERINGATAN**

**RISIKO KEMATIAN DAN CEDERA YANG SERIUS**  
STO (artinya, penghapusan 24 V pasokan tegangan DC ke terminal 37) tidak memberikan keselamatan elektrik. Fungsi STO itu sendiri tidak cukup untuk mengimplementasikan fungsi-darurat tidak aktif sebagaimana didefinisikan oleh EN 60204-1. Emergency-Off membutuhkan langkah isolasi listrik, misalnya dengan mematikan aliran daya lewat kontaktor tambahan.

**⚠️ PERINGATAN****RESIKO KEJUTAN LISTRIK**

Fungsi STO TIDAK memisahkan tegangan hantaran listrik ke konverter frekuensi atau sirkuit pelengkap. Jalankan pekerjaan pada komponen kelistrikan konverter frekuensi atau motor hanya setelah catu daya utama dimatikan dan tunggu aliran daya benar-benar mati selama beberapa saat, seperti dijelaskan dalam bab tentang *Keselamatan* dalam petunjuk *pengoperasian/pedoman pengoperasian*. Gagal memisahkan pasokan tegangan hantaran listrik dari unit dan menunggu durasi waktu dapat menyebabkan kematian atau kecelakaan serius.

- Jangan memberhentikan konverter frekuensi dengan menggunakan fungsi STO. Apabila pengoperasian konverter frekuensi dihentikan dengan menggunakan fungsi, unit mengalami trip dan stop oleh peluncuran. Jika batasan ini tidak dapat diterima, misalnya, karena hal tersebut menimbulkan bahaya, gunakan mode penghentian yang sesuai untuk mematikan konverter frekuensi dan mesin sebelum menggunakan fungsi STO. Tergantung aplikasi, rem mekanis diperlukan.
- STO sesuai untuk melakukan pekerjaan mekanik hanya pada sistem konverter frekuensi atau area mesin yang bersangkutan. Hal ini tidak memberikan keselamatan listrik. STO tidak boleh digunakan sebagai kontrol untuk memulai dan/atau memberhentikan konverter frekuensi.

**⚠️ KEWASPADAAN****RESTART OTOMATIS**

Tindakan restart otomatis diizinkan di 1 hanya dari 2 situasi:

- Pencegahan restart tidak disengaja diimplementasikan dengan suku cadang lain dari instalasi STO.
- Kehadiran di zona bahaya secara fisik tidak meliputi pada saat STO tidak diaktifkan. Secara khusus, paragraf 6.3.3.2.5 dari ISO 12100: 2010 harus diamati

**⚠️ PERINGATAN****RISIKO KEMATIAN DAN CEDERA YANG SERIUS**

Fungsi STO dapat digunakan untuk asinkron, sinkron, dan motor magnet permanen. 2 masalah dapat terjadi di semikonduktor daya dari konverter frekuensi. Saat menggunakan atau magnet permanen sinkron a sisa rotasi motor dapat menyebabkan dari masalah. Rotasi yang dapat diperhitungkan ke sudut =  $360/(\text{jumlah kutub})$ . Aplikasi menggunakan atau magnet permanen sinkron motor harus diambil ini rotasi sisa ke consideration dan pastikan bahwa hal tersebut tidak pose aman risiko. Situasi ini tidak relevan untuk motor asinkron.

**CATATAN!**

Melakukan risiko assessment untuk setiap fungsi pemberhentian untuk menentukan pemilihan kategori berhenti menurut EN 60204-1:

- Kategori berhenti 0 dapat tercapai dengan penghapusan daya ke aktuator secara cepat, yang menghasilkan peluncuran tidak terkontrol untuk berhenti. STO menurut EN 61800-5-2 menyelesaikan kategori berhenti 0 berhenti.
- Kategori Berhenti 1 dapat tercapai dengan daya tersedia untuk mesin aktuator untuk mencapai titik berhenti. Daya dilepas dari aktuator pada saat stop tercapai, menurut EN 61800-5-2 Berhenti Aman 1 (SS1).
- Kategori berhenti 2 merupakan pengontrol stop dengan daya tersedia untuk mesin aktuator. Posisi menahan di bawah daya mengikuti stop.

**CATATAN!**

Pada saat merancang aplikasi mesin, waktu dan jarak harus dipertimbangkan untuk meluncur hingga berhenti (Kategori Berhenti 0 atau STO). Untuk informasi selengkapnya tentang kategori berhenti, merujuk ke EN 60204-1.

### 3 Instalasi

#### 3.1 Petunjuk Keselamatan

#### **⚠ KEWASPADAAN**

##### **BAHAYA ELEKTRIK**

Operator dengan atau penginstal elektrik bertanggung jawab untuk arde yang benar dan pemenuhan dengan semua peraturan nasional dan peraturan keselamatan lokal.

Lihatbab 2 Keselamatan dan petunjuk pengoperasian/pedoman pengoperasian konverter frekuensi terkait. Dan juga, selalu mengamati petunjuk disediakan oleh pabrik motor.

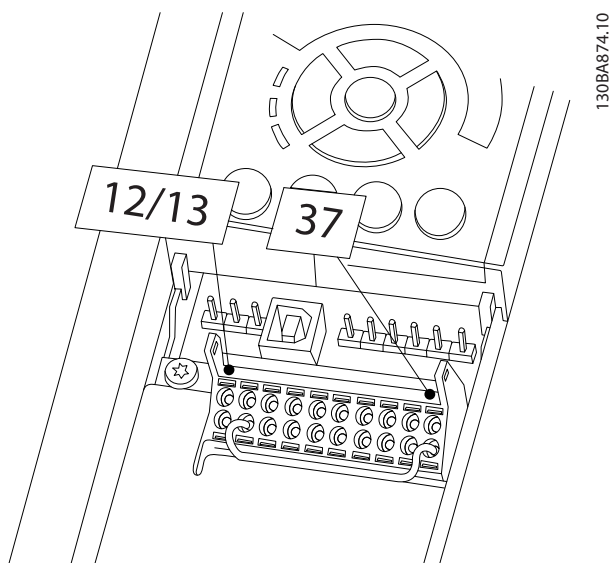
#### 3.2 Instalasi STO

Untuk sambungan motor, sambungan sumber listrik AC, dan kabel kontrol, ikuti petunjuk keselamatan pemasangan dalam petunjuk pengoperasian/pedoman pengoperasian konverter frekuensi.

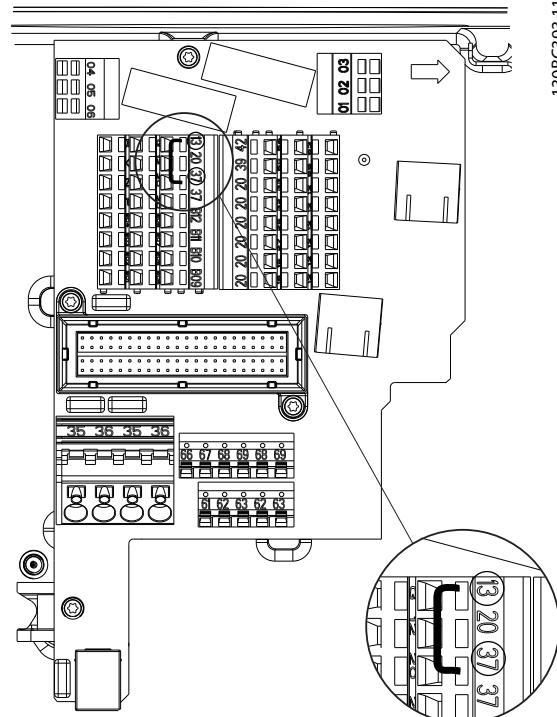
Untuk instalasi dengan Ex-disertifikasi VLT® PTC Thermistor Card MCB 112, lihat bab 3.3 Instalasi kombinasi dengan VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

Aktifkan STO terintegrasi sebagai berikut:

1. Lepaskan kabel jumper antara terminal kontrol 37 dan 12 atau 13. Memotong atau melepas jumper tidak cukup untuk mencegah arus pendek. (Lihat jumper di Ilustrasi 3.1)



Ilustrasi 3.1 Jumper antara Terminal 12/13 (24 V) dan 37 (semua Konverter Frekuensi kecuali FCD 302)



Ilustrasi 3.2 Jumper antara Terminal 13 (24 V) dan 37 (FCD 302)

2. Sebagai contoh, sambung relai monitor keselamatan eksternal via fungsi keselamatan NO ke terminal 37 (STO) dan terminal 12 atau 13 (24 V DC). Contoh sambungan dan aplikasi dapat ditemukan di bab 5 Contoh Aplikasi.
3. Lakukan penyambungan kabel sesuai petunjuk dalam petunjuk pengoperasian/pedomen pengoperasian konverter frekuensi.

### 3.3 Instalasi kombinasi dengan VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

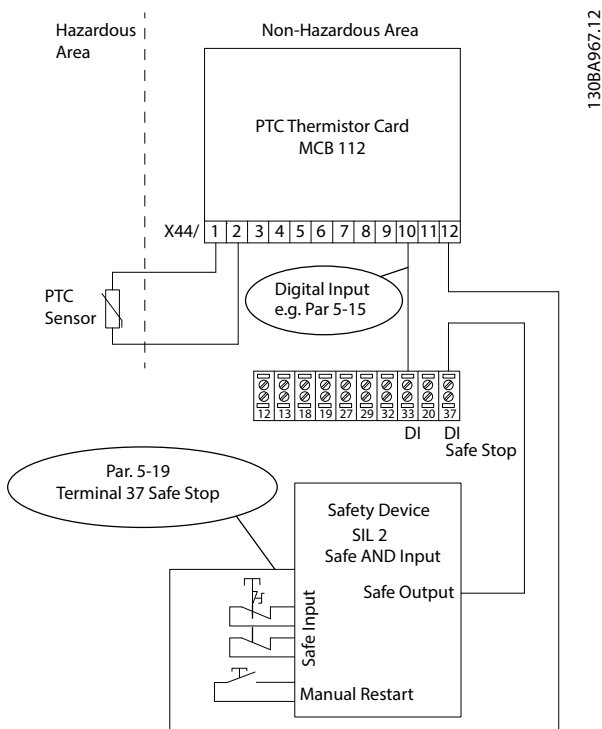
**CATATAN!**

Kombinasi VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 dan fungsi STO hanya tersedia untuk VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® Automation Drive FC 302, dan VLT® Automation Drive FC 301 ukuran penutup A1.

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 menggunakan terminal 37 sebagai saluran penonaktifan (switch-off) untuk keselamatan.

- Pastikan output X44/12 MCB 112 DAN dilengkapi sensor keselamatan (misalnya, tombol berhenti darurat dan saklar pengaman), yang mengaktifkan STO. Ini artinya output STO terminal 37 TINGGI (24 V) hanya jika kedua sinyal dari MCB 112 output X44/12 dan sinyal dari sensor-terkait keselamatan TINGGI. Apabila sekurangnya 1 dari 2 sinyal RENDAH, output ke terminal 37 juga RENDAH.
- Pastikan perangkat keselamatan logika DAN memenuhi tingkat keselamatan yang diperlukan.
- Arus pendek melindungi sambungan dari output perangkat keselamatan dengan safe AND-logic ke terminal 37 STO, lihat *Ilustrasi 3.3*.

*Ilustrasi 3.3* menunjukkan input restart untuk perangkat keselamatan eksternal. Hal ini berarti dalam instalasi ini, parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop dapat diatur ke nilai [7] PTC 1 & Relai W atau [8] PTC 1 & Relai A/W. Rujuk ke VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 Petunjuk Pengoperasian untuk lebih lanjut.



Ilustrasi 3.3 Kombinasi Aplikasi STO dan MCB 112

## 4 Penugasan

### 4.1 Petunjuk Keselamatan

#### **⚠ KEWASPADAAN**

##### BAHAYA ELEKTRIK

Operator dengan atau penginstal elektrik bertanggung jawab untuk arde yang benar dan pemenuhan dengan semua peraturan nasional dan peraturan keselamatan lokal.

Lihat bab 2 Keselamatan dan petunjuk pengoperasian/pedoman pengoperasian konverter frekuensi terkait. Dan juga, selalu mengamati petunjuk disediakan oleh pabrik motor.

### 4.2 Aktivasi STO

Fungsi STO diaktifkan dengan melepas tegangan pada terminal 37 dari konverter frekuensi. Dengan menyambungkan konverter frekuensi ke perangkat keselamatan eksternal yang menyediakan tunda aman, instalasi untuk Berhenti Aman 1 dapat diperoleh. Perangkat keselamatan eksternal harus fulfill Cat./PL atau SIL pada saat tersambung ke terminal 37. Fungsi STO dapat digunakan untuk asinkron, sinkron, dan motor magnet permanen.

Saat fungsi STO (terminal 37) diaktifkan, konverter frekuensi mengeluarkan alarm, trip unit, dan meluncur motor untuk berhenti. Mulai manual kembali diperlukan. Gunakan fungsi STO to untuk menghentikan konverter frekuensi dalam situasi berhenti darurat. Pada modus pengoperasian normal ketika STO tidak diperlukan, gunakan fungsi stop standar. Pastikan bahwa persyaratan menurut ISO 12100 paragraf 6.3.3.2.5 sudah penuh sebelum menggunakan fungsi restart otomatis.

### 4.3 Pengaturan Parameter untuk STO di kombinasi dengan VLT<sup>®</sup> PTC Thermistor Card MCB 112

Jika MCB 112 tersambung, lebih banyak pilihan tersedia untuk *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* ([4] Alarm PTC 1 Alarm hingga [9] PTC 1 & Relai W/A).

- Pemilihan [1]\* Alarm Berhenti Aman dan [3] Peringatan Berhenti Aman masih tersedia, tetapi untuk instalasi tanpa MCB 112 atau segala perangkat keselamatan eksternal. Apabila [1]\* Alarm Berhenti Aman atau [3] Peringatan Berhenti Aman terpilih dan MCB 112 dipicu, konverter frekuensi bereaksi dengan alarm

72, Kegagalan Berbahaya dan meluncur motor secara aman, tanpa restart otomatis.

- Jangan pilih [4] Alarm PTC 1 dan peringatan [5] PTC 1 pada saat perangkat keselamatan eksternal digunakan. Gunakan opsi tersebut saat hanya MCB 112 menggunakan STO. Apabila pemilihan [4] PTC 1 Alarm atau Peringatan [5] PTC 1 dipilih dan perangkat keselamatan eksternal memicu STO, konverter frekuensi menghasilkan alarm 72, Kegagalan Berbahaya dan meluncur motor secara aman, tanpa restart otomatis.
- Pilih [6] PTC 1 & Relai A to [9] PTC 1 & Relai W/A untuk kombinasi perangkat keselamatan eksternal dan MCB 112.

#### **⚠ KEWASPADAAN**

##### RESTART OTOMATIS

Pemilihan memungkinkan untuk restart otomatis pada saat perangkat keselamatan eksternal dinonaktifkan.

Sebelum memilih [7] PTC 1 & relai W atau [8] PTC 1 & relai A/W, pastikan bahwa:

- Pencegahan restart tidak disengaja diimplementasikan dengan suku cadang lain dari instalasi STO, atau
- Kehadiran di zona bahaya secara fisik tidak meliputi pada saat STO tidak diaktifkan. Secara khusus, paragraf 6.3.3.2.5 dari ISO 12100:2010 harus diamati

Lihat VLT<sup>®</sup> PTC Thermistor Card MCB 112 Petunjuk Pengoperasian untuk informasi selengkapnya.

### 4.4 Otomatis/Manual Restart Prilaku

Status default STO mencegah restart tanpa sengaja (Perilaku Pencegah Restart). Untuk mematikan STO dan melanjutkan operasi secara normal:

1. Alirkan kembali daya 24 V DC ke terminal 37.
2. Kirim sinyal reset (via bus, I/O digital, atau tombol [Reset]).

Tetapkan fungsi STO untuk restart otomatis dengan mengatur nilai *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* dari nilai default [1]\* Alarm Berhenti Aman ke nilai [3] Peringatan Henti Aman.

Restart otomatis berarti STO dimatikan, dan operasi dilanjutkan secara normal, pada saat 24 V DC dialirkan ke terminal 37. Sinyal reset tidak diperlukan.

## 4.5 Uji Komisi STO

Setelah melakukan instalasi dan sebelum melakukan operasi yang pertama, lakukan pengujian komisi dari instalasi yang menggunakan STO.

Lakukan pengujian setelah setiap modifikasi lagi dari instalasi atau aplikasi meliputi STO.

### **CATATAN!**

Sebuah pengujian komisi yang sukses dari fungsi STO diperlukan setelah permulaan instalasi, dan setelah setiap perubahan ke instalasi.

Untuk lakukan pengujian komisi:

- Ikuti petunjuk dalam *bab 4.5.1 Pencegahan Restart untuk Aplikasi STO* untuk aplikasi tanpa restart otomatis setelah berhenti aman, atau
- Ikuti petunjuk dalam *bab 4.5.2 Restart Otomatis Aplikasi STO* untuk aplikasi dengan restart otomatis setelah berhenti aman.

### 4.5.1 Pencegahan Restart untuk Aplikasi STO

Aplikasi di mana *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* diatur ke nilai default [1]\* *Alarm Berhenti Aman* atau kombinasi STO dan Termistor PTC VLT® MCB 112 di mana *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* diatur ke [6] *PTC 1 & Relai A* atau [9] *PTC 1 & Relai W/A*):

1. Lepaskan pasokan tegangan DC 24 V ke terminal 37 menggunakan perangkat pemutus sewaktu konverter frekuensi drive motor (artinya pasokan hantaran listrik tidak diganggu).
2. Periksa bahwa:
  - 2a Motor meluncur.
  - 2b Rem mekanis mengaktifkan (apakah tersambung).
  - 2c Apabila panel kontrol lokal (LCP) terpasang, layar menampilkan *Alarm 68, Berhenti Aman*.
3. Tetapkan kembali DC 24 V ke terminal 37.
4. Pastikan bahwa motor tetap berada di dalam keadaan meluncur, dan rem mekanis (apakah tersambung) ini akan tetap diaktifkan.
5. Kirim sinyal reset (via bus, I/O digital, atau tombol [Reset]).
6. Pastikan bahwa motor menjadi operasional lagi.

Pengujian komisi yang telah berhasil selesai pada saat semua diberikan langkah telah terlewati.

### 4.5.2 Restart Otomatis Aplikasi STO

Aplikasi di mana *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* diatur ke [3] *Peringat Henti Aman* atau kombinasi Safe Torque Off dan Termistor PTC VLT® MCB 112 di mana *parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop* diatur ke [7] *PTC 1 & Relai W* atau [8] *PTC 1 & Relai A/W*):

1. Akhiri catu voltase 24 V DC ke terminal 37 menggunakan perangkat pemutus selama konverter frekuensi menggerakkan motor (yaitu, catu dari sumber listrik tidak terhenti).
2. Pastikan:
  - 2a Motor dalam status coast.
  - 2b Rem mekanis aktif (jika tersambung).
  - 2c Jika dilengkapi panel kontrol lokal (LCP), *Peringatan 68, Stop Aman* muncul.
3. Alirkan kembali 24 V DC ke terminal 37.
4. Pastikan motor dapat dioperasikan lagi.

Uji coba dianggap berhasil jika semua langkah di atas telah dilewati.

### **CATATAN!**

Lihat peringatan tentang perilaku restart dalam *bab 2.3 Tindakan Pengamanan*.

## 4.6 Sistem Pengamanan Konfigurasi

- Pengukuran pengamanan merupakan tanggung jawab pengguna.
- Parameter konverter frekuensi dapat diberikan perlindungan sandi.

## 4.7 Layanan dan Pemeliharaan

Uji fungsi wajib dilakukan untuk PL d atau SIL2 sekali tiap 12 bulan untuk mendeteksi kegagalan atau gangguan fungsi STO. Untuk PL atau SIL versi lebih rendah, uji fungsi hanya rekomendasi. Untuk melakukan uji fungsional, lakukan langkah-langkah berikut (atau metode sejenis yang sesuai untuk aplikasi):

1. Akhiri catu voltase DC 24 V pada terminal 37.
2. Cek apakah LCP menampilkan *Alarm 68, Stop Aman*.
3. Pastikan bahwa konverter frekuensi mematikan unit tersebut.
4. Pastikan motor dalam status coasting dan berhenti sepenuhnya.
5. Pastikan motor tidak dapat di-start.
6. Alirkan kembali catu voltase DC 24 V ke terminal 37.
7. Pastikan motor tidak distart secara otomatis dan restart hanya dilakukan dengan mengirim sinyal reset (via bus, I/O digital, atau tombol [Reset]).

## 5 Contoh Aplikasi

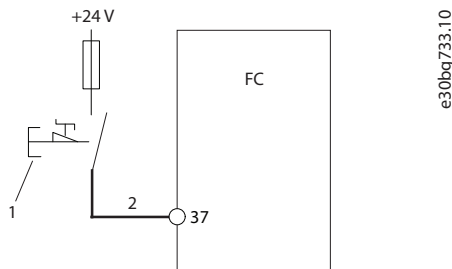
### 5.1 Data SISTEMA

SISTEMA (Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications) adalah sebuah utilitas perangkat lunak yang menyediakan kontrol keselamatan mesin bagi pengembang dan penguji dengan dukungan lengkap kajian keselamatan dalam konteks ISO 13849-1.

Data keselamatan fungsional tersedia dari pustaka data untuk digunakan dengan alat perhitungan SISTEMA dari IFA (Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance), sedangkan data SISTEMA untuk perhitungan manual dapat diunduh lewat [www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview](http://www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview).

### 5.2 Fungsi Emergency Stop Konverter Frekuensi dengan Safe Torque Off - Kategori 1, PL c, SIL 1

*Ilustrasi 5.1* menampilkan contoh aplikasi emergency stop dengan Safe Torque Off - Kategori 1, PL c, SIL 1.



1	Tombol emergency stop
2	Kabel proteksi arus pendek (jika tidak di dalam kabinet IP54 instalasi). Lihat ISO 13849-2 tabel D.4 untuk informasi selengkapnya.

**Ilustrasi 5.1 Emergency Stop dengan Safe Torque Off - Kategori 1, PL c, SIL 1**

#### Fungsi keselamatan

Jika terjadi kondisi darurat, perangkat emergency stop diaktifkan. Fungsi Safe Torque Off (STO) konverter frekuensi diaktifkan. Setelah menerima perintah stop atau emergency stop, konverter frekuensi dimatikan.

#### Fitur desain

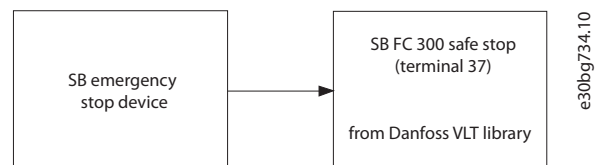
- Rangkaian dapat digunakan untuk hingga Kategori 1, PL c (ISO 13849-1) atau SIL 1 (EN 62061 dan IEC 61508).
- Fungsi Safe Torque Off (STO) diaktifkan via 1 kontak saklar NC yang dioperasikan secara positif (sesuai ketentuan IEC 60947-1, IEC 60947-5-1, dan IEC 60947-5-5).
- Untuk PL c, fungsi keselamatan lengkap wajib dihitung (MTTFd).
- Gunakan prinsip keselamatan dasar.
- Perangkat yang digunakan untuk mengaktifkan Safe Torque Off (STO) wajib cocok untuk Kategori yang dipilih, PL atau SIL.

Saat menjalankan emergency stop, perhatikan kiat-kiat berikut:

- Standar terkait aspek non-keselamatan wajib dipenuhi untuk aplikasi dan komponen-komponennya.
- Perancang aplikasi bertanggung jawab memilih komponen yang sesuai.
- Kabel yang ditampilkan tebal dalam *Ilustrasi 5.1* wajib dilindungi dari arus pendek sesuai ISO 13849-2 tabel D.4.
- Untuk memenuhi persyaratan PL c, MTTFd dan DC untuk seluruh fungsi keselamatan wajib dihitung.
- Nilai  $B_{10d}$  perangkat emergency stop wajib diketahui. Nilai  $B_{10d}$  harus cukup tinggi untuk memenuhi persyaratan PL c MTTFd terkait.

#### Implementasi dalam SISTEMA menggunakan Danfoss pustaka VLT®

Sebagai contoh, gunakan sub-sistem “VLT® AutomationDrive FC 302/FC302 Safe Torque Off (Terminal 37)”. Tidak perlu mengedit semua parameter yang sudah diatur dalam pustaka.

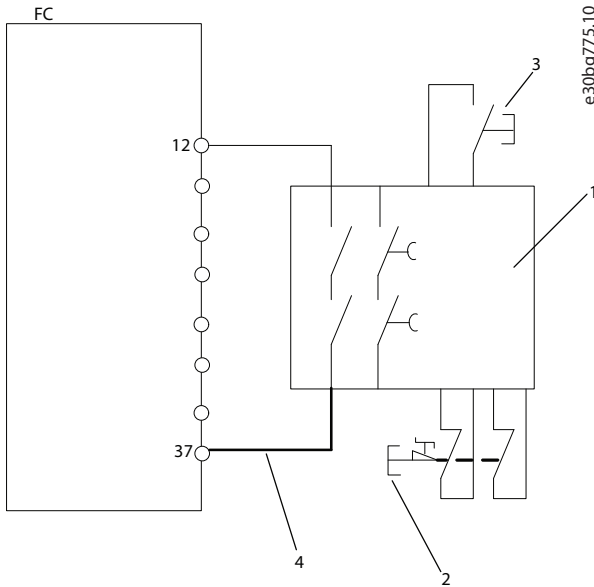


**Ilustrasi 5.2 Diagram Blok terkait keselamatan**

### 5.3 Fungsi Emergency Stop Konverter Frekuensi dengan Safe Torque Off Menggunakan Relai Keselamatan - Kategori 3, PL d, SIL 2

Ilustrasi 5.3 menampilkan contoh aplikasi emergency stop dengan Safe Torque Off menggunakan relai keamanan-Kategori 3, PL d, SIL 2.

5



1	Relai keselamatan (Kategori 3, PL d, or SIL 2)
2	Tombol emergency stop
3	Tombol Reset
4	Kabel proteksi arus pendek (jika tidak di dalam kabinet IP54 instalasi). Lihat ISO 13849-2 tabel D.4 untuk informasi selengkapnya.

Ilustrasi 5.3 Contoh Instalasi untuk Memperoleh Stop Category 0 (EN 60204-1) dengan Safety Cat. 3/PL "d" (ISO 13849-1) atau SIL 2 (EN 62061 dan IEC 61508).

#### Fungsi keselamatan

Jika terjadi kondisi darurat, perangkat emergency stop diaktifkan. Fungsi Safe Torque Off (STO) konverter frekuensi diaktifkan. Setelah menerima perintah stop atau emergency stop, konverter frekuensi dimatikan.

#### Fitur desain

- Rangkaian dapat digunakan untuk hingga Kategori 3, PL d (ISO 13849-1) atau SIL 2 (EN 62061 dan IEC 61508).
- Untuk PL d, fungsi keselamatan lengkap wajib dihitung (MTTFd).
- Gunakan prinsip keselamatan dasar.
- Perangkat yang digunakan untuk mengaktifkan Safe Torque Off (STO) dan relai keselamatan wajib cocok untuk kategori yang dipilih, PL dan SIL.

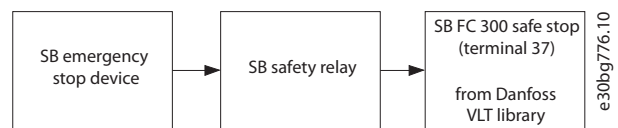
Saat menjalankan emergency stop, perhatikan kiat-kiat berikut:

- Standar terkait aspek non-keselamatan wajib dipenuhi untuk aplikasi dan komponen-komponennya.
- Perancang aplikasi bertanggung jawab memilih komponen yang sesuai.
- Kabel yang ditampilkan tebal dalam Ilustrasi 5.3 wajib dilindungi dari arus pendek sesuai ISO 13849-2 tabel D.4.
- Untuk memenuhi persyaratan PL d, MTTFd dan DC untuk seluruh fungsi keselamatan wajib dihitung.

Pengaturan ini dapat digunakan untuk perangkat aktivasi dual positif. Tergantung relai keselamatan, lebih dari satu perangkat aktivasi dapat dihubungkan ke 1 Safe Torque Off (STO).

#### Implementasi dalam SISTEMA menggunakan Danfoss pustaka VLT®

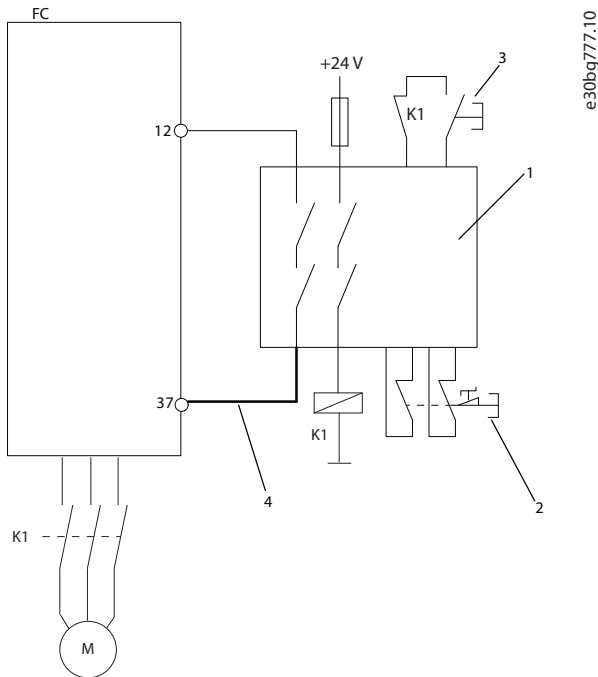
Sebagai contoh, gunakan sub-sistem "VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Terminal 37)". Tidak perlu mengedit semua parameter yang sudah diatur dalam pustaka.



Ilustrasi 5.4 Diagram Blok terkait keselamatan

### 5.4 Fungsi Emergency Stop Konverter Frekuensi dengan Safe Torque Off, Relai Keselamatan, dan Kontaktor Output - Kategori 4, PL e, SIL 3

Ilustrasi 5.5 menampilkan contoh aplikasi fungsi emergency stop konverter frekuensi dengan Safe Torque Off, relai keselamatan, dan kontaktor output - Kategori 4, PL e, SIL 3



1	Relai keselamatan (Kategori 4, PL e, SIL 3)
2	Tombol emergency stop
3	Tombol Reset
4	Kabel proteksi arus pendek (jika tidak di dalam kabinet IP54 instalasi). Lihat ISO 13849-2 tabel D.4 untuk informasi selengkapnya.

Ilustrasi 5.5 Konverter Frekuensi dengan Safe Torque Off, Relai Keselamatan, dan Kontaktor Output - Kategori 4, PL e, SIL 3

#### Fungsi keselamatan

Jika terjadi kondisi darurat, perangkat emergency stop diaktifkan. Fungsi Safe Torque Off (STO) konverter frekuensi diaktifkan. Setelah menerima perintah stop atau emergency stop, konverter frekuensi dimatikan.

Jika sistem kontrol keselamatan wajib memenuhi persyaratan PL e ISO 13849-1 atau SIL 3 (EN 62061 dan IEC 61508), fungsi STO wajib dilengkapi fungsi stop 2 saluran. Satu saluran dapat diimplementasikan dengan input STO ke konverter frekuensi dan lainnya dengan sebuah kontaktor, yang dapat disambungkan ke rangkaian daya input atau output konverter frekuensi. Kontaktor wajib dimonitor lewat kontak augsiler terpandu, ditampilkan sebagai K1 dalam Ilustrasi 5.5.

#### Fitur desain

- Rangkaian dapat digunakan untuk hingga kategori 4 dan PL e.
- Untuk PL e, fungsi keselamatan lengkap wajib dihitung (MTTFd).
- Gunakan prinsip keselamatan dasar.
- Perangkat yang digunakan untuk mengaktifkan Safe Torque Off (STO) dan relai keselamatan wajib cocok untuk kategori yang dipilih, PL atau SIL.

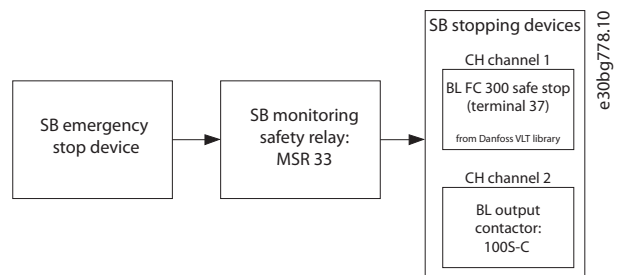
Saat menjalankan emergency stop, perhatikan kiat-kiat berikut:

- Standar terkait aspek non-keselamatan wajib dipenuhi untuk aplikasi dan komponen-komponennya.
- Perancang aplikasi bertanggung jawab memilih komponen yang sesuai.
- Kabel yang ditampilkan tebal dalam Ilustrasi 5.5 wajib dilindungi dari arus pendek sesuai ISO 13849-2 tabel D.4.
- Untuk memenuhi persyaratan PL e, MTTFd dan DC untuk seluruh fungsi keselamatan wajib dihitung.

Pengaturan ini dapat digunakan untuk perangkat aktivasi dual positif.

#### Implementasi dalam SISTEMA menggunakan Danfoss pustaka VLT®

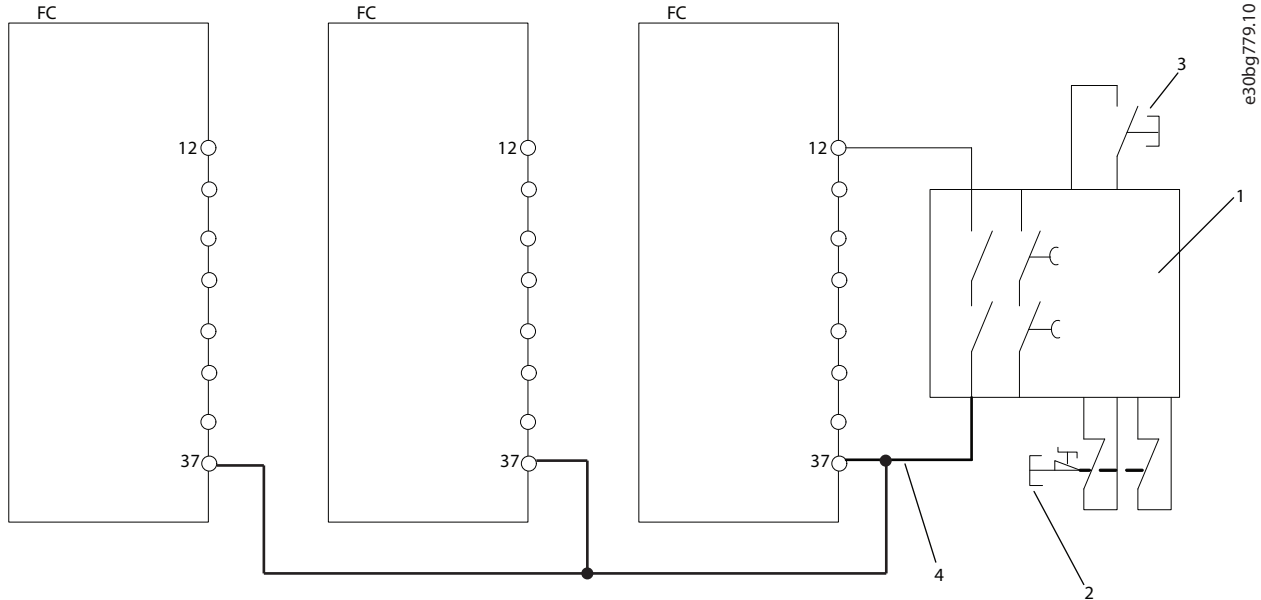
Sebagai contoh, gunakan blok "VLT® AutomationDrive FC 302 (Terminal 37)". Tidak perlu mengedit semua parameter yang sudah diatur dalam pustaka.



Ilustrasi 5.6 Diagram Blok terkait keselamatan

### 5.5 Fungsi Emergency Stop Multi Konverter Frekuensi Kategori 3, PL d, SIL 2

Ilustrasi 5.7 menampilkan contoh aplikasi fungsi emergency stop multi konverter frekuensi - Kategori 3, PL d, SIL 2.



1	Relai keselamatan (Kategori 3, PL d, or SIL 2)
2	Tombol emergency stop
3	Tombol Reset
4	Kabel proteksi arus pendek (jika tidak di dalam kabinet IP54 instalasi). Lihat ISO 13849-2 tabel D.4 untuk informasi selengkapannya.

Ilustrasi 5.7 Fungsi Emergency Stop Multi Konverter Frekuensi Kategori 3, PL d, SIL 2

#### Fungsi keselamatan

Jika terjadi kondisi darurat, perangkat emergency stop diaktifkan. Fungsi Safe Torque Off (STO) konverter frekuensi diaktifkan. Setelah menerima perintah stop atau emergency stop, konverter frekuensi dimatikan.

Input STO dapat disambungkan langsung bersama, jika diperlukan untuk mengontrol beberapa konverter frekuensi dari satu saluran kontrol.

Menyambungkan input bersama meningkatkan potensi gangguan dalam arah tidak aman, karena gangguan pada 1 konverter frekuensi dapat mengaktifkan semua konverter frekuensi. Potensi gangguan sangat rendah, yaitu  $1 \times 10^{-10}$  per jam. Artinya potensi gangguan ini masih memenuhi persyaratan untuk SIL2 untuk konverter frekuensi dalam jumlah wajah. Sebaiknya jangan menyambungkan lebih dari 20 input secara paralel.

#### **CATATAN!**

Saat menggunakan catu daya 24 V DC internal (terminal 12), jumlah input paralel (terminal 37) dibatasi maksimal 3 untuk mencegah terlampauinya daya output yang tersedia.

#### Fitur desain

- Rangkaian dapat digunakan untuk hingga Kategori 3, PL d atau SIL 2.
- Untuk PL d, fungsi keselamatan lengkap wajib dihitung (MTTFd).
- Gunakan prinsip keselamatan dasar.
- Perangkat yang digunakan untuk mengaktifkan Safe Torque Off (STO) dan relai keselamatan wajib cocok untuk kategori yang dipilih, PL atau SIL.

Saat menjalankan emergency stop, perhatikan kiat-kiat berikut:

- Standar terkait aspek non-keselamatan wajib dipenuhi untuk aplikasi dan komponen-komponennya.
- Perancang aplikasi bertanggung jawab memilih komponen yang sesuai.
- Kabel yang ditampilkan tebal dalam *Ilustrasi 5.7* wajib dilindungi dari arus pendek sesuai ISO 13849-2 tabel D.4.
- Untuk memenuhi persyaratan PL d, MTTFd dan DC untuk seluruh fungsi keselamatan wajib dihitung.

Pengaturan ini dapat digunakan untuk perangkat aktivasi dual positif. Tergantung relai keselamatan, lebih dari satu perangkat aktivasi dapat dihubungkan ke satu Safe Torque Off.

**Implementasi dalam SISTEMA menggunakan Danfoss pustaka VLT®**

Sebagai contoh, gunakan sub-sistem “VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Terminal 37)”. Tidak perlu mengedit semua parameter yang sudah diatur dalam pustaka. Fungsi keselamatan perlu sering diaktifkan untuk sub-sistem karena jumlah ada lebih dari satu konverter frekuensi pada satu saluran STO.



Ilustrasi 5.8 Diagram Blok terkait keselamatan

## 6 STO Data teknis

### **CATATAN!**

Spesifikasi teknis dan syarat pengoperasian konverter frekuensi dapat dilihat dalam *petunjuk pengoperasian/pedoman pengoperasian* konverter frekuensi.

### **CATATAN!**

Sinyal STO harus SELV atau PELV dipasang.

European directives	Machinery Directive (2006/42/EC)	EN ISO 13849-1	
		EN IEC 62061	
		EN IEC 61800-5-2	
	EMC Directive (2014/30/EU)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
Low Voltage Directive (2014/35/EU)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
Standar keselamatan	Keamanan Mesin	EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1	
	Keselamatan Fungsi	IEC 61508-1 to -7, IEC 61800-5-2	
Fungsi keselamatan		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	Stop Category 0
Perfoma keselamatan	<b>ISO 13849-1</b>		
	Kategori	Kat 3	
	Cakupan Diagnostik	DC: 90% (Medium)	
	Waktu Rata-Rata Sebelum Kegagalan Berbahaya	MTTFd: 14000 tahun (Tinggi)	
	Tingkat Perfoma	PL d	
	<b>IEC 61508/IEC 62061</b>		
	Tingkat Integritas Keamanan	SIL 2, SIL CL2	
	Probabilitas Kegagalan Berbahaya per Jam	PFH: 1E-10/h; 1E-8/h untuk varian spesifik <sup>1), 2)</sup> (Mode Kebutuhan Tinggi)	
	Probabilitas Kegagalan Berbahaya berdasarkan Kebutuhan	PFD: 1E-10; 1E-4 untuk varian spesifik <sup>1), 2)</sup> (Mode Kebutuhan Rendah)	
	Toleransi Kesalahan Perangkat Keras:	HFT: 0 (1oo1)	
	Uji Bukti Interval T1	20 Tahun	
Waktu misi TM	20 Tahun		
Waktu reaksi	Waktu response input ke output	Maksimum 20 ms, 60 ms untuk varian spesifik <sup>1), 2)</sup>	

**Tabel 6.1 Data Teknis**

1) VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® Refrigeration DriveFC 103, VLT® AQUA Drive FC 202, dan VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 Konverter Daya Tinggi dengan ukuran penutup F:

- 400 V: 450/500 kW (600/650 hp) – 800/1000 kW (1075/1350 hp) (Kelebihan Beban Tinggi/Kelebihan Beban Normal).
- 690 V: 630/710 kW (850/950 hp) – 1800/2000 kW (2400/2700 hp) (Kelebihan Beban Tinggi/Kelebihan Beban Normal).

2) VLT® Parallel Drive Modules:

- 400 V: 250/315 kW (350/450 hp) – 800/1000 kW (1200/1350 hp) (Kelebihan Beban Tinggi/Kelebihan Beban Normal).
- 690 V: 315/400 kW (350/400 hp) – 1000/1200 kW (1150/1350 hp) (Kelebihan Beban Tinggi/Kelebihan Beban Normal).

**Indeks**

	SIL2.....	3
	Simbol.....	4
	Singkatan.....	4
	Sinyal.....	5, 8
	Sistem kontrol.....	5
	Standar dan kepatuhan.....	3
<b>T</b>		
	Teknisi yang cakap.....	5
	Terminasi.....	9
<b>A</b>		
Aktivasi.....	9	
Alarm.....	9	
<b>C</b>		
Cakupan produk.....	2	
<b>D</b>		
Data SISTEMA.....	11	
Data teknis.....	16	
<b>I</b>		
Identifikasi.....	2	
<b>K</b>		
Kartu termistor.....	8	
Konvensi.....	4	
<b>O</b>		
Output.....	8	
<b>P</b>		
Pemasangan.....	8	
Pencegahan restart.....	9, 10	
Pencegahan restart tidak disengaja.....	9	
Pengaturan parameter.....	9	
Pengujian komisi.....	10	
Perangkat keselamatan.....	8	
Perangkat keselamatan eksternal.....	9	
Perawatan.....	10	
Perilaku restart.....	9	
Perintah.....	5	
Persetujuan.....	2	
Pilihan.....	9	
<b>R</b>		
Rem mekanis.....	10	
Restart otomatis.....	9, 10	
<b>S</b>		
Sakelar pelindung keselamatan.....	8	
Saluran pematian.....	8	
Sensor terkait keselamatan.....	8	
Sertifikasi.....	2	
SIL CL2.....	3	



.....  
Danfoss tidak bertanggung jawab untuk berbagai kekeliruan yang mungkin ada dalam katalog, brosur dan materi cetak lainnya. Danfoss berhak mengubah produk-produknya tanpa pemberitahuan. Hal ini juga berlaku untuk produk yang sudah dipesan, asalkan perubahan tersebut dapat dibuat tanpa perubahan selanjutnya yang diperlukan dalam spesifikasi yang sudah disepakati. Semua merek dagang dalam materi ini merupakan milik masing-masing perusahaannya. Danfoss dan jenis logo Danfoss adalah merek dagang Danfoss A/S. Semua hak dilindungi undang-undang.  
.....

Danfoss A/S  
Ulstaes 1  
DK-6300 Graasten  
[vlt-drives.danfoss.com](http://vlt-drives.danfoss.com)

