



**SUBHOLDING  
REFINING & PETROCHEMICAL**

Doc. No. :  
RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021

Page No. : 1 / 30

**GENERAL SPECIFICATION**

**LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VS DS)**


**ENGINEERING TECHNICAL STANDARDS & PROCEDURES  
PT KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL  
DIREKTORAT PROYEK INFRASTRUKTUR**

			<i>By</i>	<i>✓</i>	<i>ASR</i>	<i>JS</i>	<i>BAP</i>
01	Issued For Record	12/21	PRY/RH	DH	ASR	JS	BAP
00	Issued For Record	11/18	PS	DH	GNR	PH	IMS
Rev.	Description	Date	Prepared by	Checked by	Verified by	Validated by	Approved By

**PT Kilang Pertamina Internasional (PT KPI) Confidential**

© 2021 PT KPI. Contains information confidential and/or proprietary to PT KPI and its affiliated companies that is not to be used, disclosed, or reproduced in any form by any non-PT KPI party without PT KPI's prior written permission. All rights reserved.




 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 3 / 30</b>


## TABLE OF CONTENTS

### DAFTAR ISI

<b>1.</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
	<i>PENGANTAR</i>	
<b>2.</b>	<b>SCOPE</b> .....	<b>5</b>
	<i>LINGKUP</i>	
<b>3.</b>	<b>CONFLICTS AND DEVIATIONS</b> .....	<b>5</b>
	<i>KONFLIK DAN DEVIASI</i>	
<b>4.</b>	<b>ABBREVIATIONS</b> .....	<b>5</b>
	<i>SINGKATAN</i>	
<b>5.</b>	<b>DEFINITIONS</b> .....	<b>6</b>
	<i>DEFINISI</i>	
<b>6.</b>	<b>CODES AND STANDARDS</b> .....	<b>7</b>
	<i>KODE DAN STANDAR</i>	
<b>7.</b>	<b>VENDOR QUALIFICATION</b> .....	<b>8</b>
	<i>KUALIFIKASI VENDOR</i>	
<b>8.</b>	<b>LANGUAGE AND SYSTEM OF UNITS</b> .....	<b>9</b>
	<i>BAHASA DAN UNIT SISTEM</i>	
<b>9.</b>	<b>GENERAL REQUIREMENTS FOR MOTORS</b> .....	<b>9</b>
	<i>PERSYARATAN UMUM UNTUK MOTOR</i>	
<b>9.1</b>	<b>Responsibility</b> .....	<b>9</b>
	<i>Tanggung Jawab</i>	
<b>9.2</b>	<b>Service Conditions</b> .....	<b>10</b>
	<i>Kondisi Servis</i>	
<b>9.3</b>	<b>Rating and Voltage</b> .....	<b>10</b>
	<i>Rating dan Voltage</i>	
<b>9.4</b>	<b>Constructional Requirements</b> .....	<b>10</b>
	<i>Persyaratan Konstruksi</i>	
<b>9.5</b>	<b>Performance Requirements</b> .....	<b>13</b>
	<i>Persyaratan Kinerja</i>	
<b>9.6</b>	<b>Control</b> .....	<b>15</b>
	<i>Kontrol</i>	
<b>9.7</b>	<b>Interface and Communications Requirements</b> .....	<b>21</b>
	<i>Persyaratan Interface dan Komunikasi</i>	
<b>9.8</b>	<b>Wiring and Terminations</b> .....	<b>23</b>
	<i>Wiring dan Termination</i>	

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 4 / 30</b>

<b>9.9</b>	<b>EMC and Harmonics</b> .....	<b>24</b>
	<i>EMC dan Harmonic</i>	
<b>9.10</b>	<b>Earthing</b> .....	<b>25</b>
	<i>Earthing</i>	
<b>9.11</b>	<b>Noise</b> .....	<b>25</b>
	<i>Kebisingan</i>	
<b>10.</b>	<b>OTHER REQUIREMENTS</b> .....	<b>26</b>
	<i>PERSYARATAN LAINNYA</i>	
<b>9.1</b>	<b>Finishing</b> .....	<b>26</b>
	<i>Finishing</i>	
<b>9.2</b>	<b>Nameplate and Identification</b> .....	<b>26</b>
	<i>Nameplate dan Identifikasi</i>	
<b>9.3</b>	<b>Inspection and Testing</b> .....	<b>27</b>
	<i>Inspeksi dan Pengujian</i>	
<b>9.4</b>	<b>Shipping, Handling and Storage</b> .....	<b>29</b>
	<i>Pengiriman, Penanganan, dan Penyimpanan</i>	
<b>11.</b>	<b>DRAWINGS AND DATA REQUIREMENTS</b> .....	<b>29</b>
	<i>PERSYARATAN GAMBAR DAN DATA</i>	

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 5 / 30</b>

## 1. INTRODUCTION

1.1 This General Specification establishes the minimum requirements for safe and reliable LV Variable Speed Drive System (VSDS) that meets the needs of the Project.

## 2. SCOPE

2.1 This specification covers the general requirements for the design, manufacture and testing of low voltage variable speed drive systems not exceeding 1000 V AC.

This specification shall be read in conjunction with the VSDS data sheet and material requisition.

The motor for the VSD shall comply with the Project Specification for Low Voltage AC Induction Motors.

## 3. CONFLICTS AND DEVIATIONS

3.1 Any conflicts between this standard and other applicable Engineering Technical Standards & Procedures (ETSP), or OWNER standard, codes, and forms shall be resolved in writing by OWNER.

3.2 All direct requests to deviate from this standard (ETSP) in writing to OWNER, who shall follow internal OWNER procedure and forward such requests to OWNER for approval.

## 4. ABBREVIATIONS

4.1 Abbreviations used for this document shall have the following definitions:

AC/ac Alternating Current

CT Current Transformer

## 1. PENGANTAR

1.1 Spesifikasi umum ini menetapkan persyaratan minimum untuk *Variable Speed Drive System* (VSDS) LV yang aman dan mempunyai nilai keandalan serta memenuhi persyaratan dari Proyek.

## 2. LINGKUP

2.1 Spesifikasi ini melingkupi persyaratan umum untuk desain, pembuatan, dan pengujian dari sistem *low voltage variable speed drive* yang tidak melebihi 1000 V AC.

Spesifikasi ini harus dibaca bersamaan dengan *data sheet* dan *Material Requisition* VSDS.

*Motor* untuk VSD harus memenuhi spesifikasi proyek untuk *Low Voltage AC Induction Motor*.

## 3. KONFLIK DAN DEVIASI

3.1 Apabila terdapat konflik antara standar ini dengan *Engineering Technical Standards & Procedures* (ETSP) yang berlaku lainnya, atau standar PEMILIK, *codes* dan formulir, maka harus diselesaikan secara tertulis oleh PEMILIK.


3.2 Semua permintaan penggunaan standar yang berbeda dari standar ini (ETSP), harus diajukan kepada PEMILIK secara tertulis dengan mengikuti prosedur *internal* PEMILIK untuk mendapatkan persetujuan.

## 4. SINGKATAN

4.1 Singkatan yang digunakan untuk dokumen ini harus memiliki definisi sebagai berikut:

AC/ac *Alternating Current*

CT *Current Transformer*

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 6 / 30</b>

EMC	Electromagnetic Compatibility	EMC	<i>Electromagnetic Compatibility</i>
IEC	International Electrotechnical Commission	IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
ISO	International Organization for Standardization	ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
kVA	Kilo Volt Ampere	kVA	<i>Kilo Volt Ampere</i>
kW	Kilo Watt	kW	<i>Kilo Watt</i>
LV	Low Voltage	LV	<i>Low Voltage</i>
SI	International System of Units	SI	<i>International System of Units</i>
VSDS	Variable Speed Drive System	VSDS	<i>Variable Speed Drive System</i>
VT	Voltage Transformer	VT	<i>Voltage Transformer</i>

## 5. DEFINITIONS


5.1 The following words shall have these special meanings when used herein:

OWNER	Owner of the Plant is defined as PT Kilang Pertamina Internasional
CONTRACTOR/ CONSULTANT	Defined as the Organization to which PT Kilang Pertamina Internasional assign the work
shall	Indicates that the statement is mandatory
should	Indicates a recommendation
PURCHASER/ BUYER	Defined as the Company / Organization that placed the material requisition for equipment, materials or services

## 5. DEFINISI

5.1 Penggunaan kata-kata berikut harus memiliki arti khusus sebagai berikut:

PEMILIK	Pemilik Kilang didefinisikan sebagai PT Kilang Pertamina Internasional
KONTRAKTOR/ KONSULTAN	Didefinisikan sebagai Organisasi yang ditunjuk oleh PT Kilang Pertamina Internasional untuk melakukan suatu pekerjaan
<i>shall</i>	Menunjukkan bahwa pernyataan itu wajib
<i>should</i>	Menunjukkan rekomendasi
PEMBELI	Didefinisikan sebagai Perusahaan / Organisasi yang menempatkan <i>material requisition</i> untuk peralatan, material atau servis

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 7 / 30</b>

**VENDOR/SUPPLIER/MANUFACTURER** Defined as the company selected to supply the equipment and service detailed in this specification.

**VENDOR/PEMASOK/PEMBUAT**

Didefinisikan sebagai perusahaan yang dipilih untuk memasok peralatan dan *service* yang dirinci dalam spesifikasi ini.

**SUB-VENDOR/SUB-SUPPLIER** Defined as any SUPPLIER of equipment and support services for a particular piece of equipment/ package to a **VENDOR/SUPPLIER**.

**SUB-VENDOR/SUB-PEMASOK**

Didefinisikan sebagai PEMASOK peralatan dan servis penyangga untuk peralatan/ paket tertentu kepada **VENDOR/PEMASOK**.

## 6. CODES AND STANDARDS

The following Codes, Standard and Specifications apply to this specification. When an edition date is not indicated for a code or standard or any update in codes and standards in this specification document, the latest edition and addendum in force at the time of purchase shall apply. Material & equipment shall be as a specification or an equal approved by OWNER.

### 6.1 Codes and Standards

#### IEC Standard

IEC 61800-2 Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems – Part 2: General Requirements – Ratings and Specifications for Low Voltage Adjustable Frequency AC Power Drive Systems

IEC 61800-5 Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems - Safety Requirements

## 6. KODE DAN STANDAR


Kode, standar, dan spesifikasi berikut berlaku untuk spesifikasi ini. Kode dan standar harus menggunakan edisi yang terbaru atau edisi yang berlaku pada saat pembelian. *Material* & peralatan harus sesuai spesifikasi atau setara dengan yang disetujui oleh PEMILIK.

### 6.1 Kode dan Standar

#### Standar IEC

IEC 61800-2 *Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems – Part 2: General Requirements – Ratings and Specifications for Low Voltage Adjustable Frequency AC Power Drive Systems*

IEC 61800-5 *Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems - Safety Requirements*

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 8 / 30</b>

IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	IEC 60529	<i>Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)</i>
IEC 61000	Electromagnetic Compatibility	IEC 61000	<i>Electromagnetic Compatibility</i>
IEC 60146	Semiconductor converters	IEC 60146	<i>Semiconductor converters</i>
IEC 60044	Instrument transformers	IEC 60044	<i>Instrument transformers</i>
IEC 60255	Electrical Relays	IEC 60255	<i>Electrical Relays</i>
IEC 6026	Low voltage fuses	IEC 6026	<i>Low voltage fuses</i>

6.2 This specification shall also be read in conjunction with all other specifications and data sheets attached to the material requisition. Any conflicts between the referenced documents shall be identified to the PURCHASER in writing for resolution. In general, when resolving conflicts the following order of precedence shall apply:

- a) Data Sheets
- b) Material Requisition
- c) This specification
- d) Referenced Standards

## 7. VENDOR QUALIFICATION


- 7.1 Prototype or first time designs are not acceptable.
- 7.2 The equipment offered must have demonstrated experience for a minimum of 5 (five) years operation. Individual components with the offered equipment must also have five (5) years experience.
- 7.3 The VENDOR shall be prepared to provide, upon request, evidence of specific locations where the equipment and components have the required five (5) years experience.

6.2 Spesifikasi ini juga harus dibaca bersama dengan semua spesifikasi dan *data sheet* lain yang dilampirkan pada *material requisition*. Setiap konflik antara dokumen yang dirujuk harus diidentifikasi kepada PEMBELI secara tertulis untuk diselesaikan. Secara umum, ketika menyelesaikan konflik, urutan prioritas berikut akan berlaku:

- a) *Data Sheet*
- b) *Material Requisition*
- c) *This specification*
- d) *Referenced Standard*

## 7. KUALIFIKASI VENDOR

- 7.1 Prototipe atau desain pertama kali tidak dapat diterima.
- 7.2 Peralatan yang ditawarkan harus memiliki pengalaman operasi *minimum* 5 (lima) tahun. Komponen individu dengan peralatan yang ditawarkan juga harus memiliki pengalaman lima (5) tahun.
- 7.3 VENDOR harus siap untuk memberikan, atas permintaan, bukti lokasi tertentu di mana peralatan dan komponen memiliki pengalaman lima (5) tahun yang diperlukan.

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 9 / 30</b>

## 8. LANGUAGE AND SYSTEM OF UNITS

8.1 Documentation, drawings, data, etc. to be furnished by *VENDOR* shall be in English and in SI units.

However, imperial units followed by metric equivalents enclosed in a parenthesis may be used on a case by case basis subject to *OWNER*'s approval.

## 9. GENERAL REQUIREMENTS FOR MOTORS

9.1 Responsibility

9.1.1. The interactions between the various components of a VSDS make it imperative to make one technically acceptable *MANUFACTURER* ultimately responsible for the total system.

9.1.2. The order for a VSDS may be placed directly with a *MANUFACTURER* or through the *MANUFACTURER* of the driven equipment. In the latter case the *MANUFACTURER* of the driven equipment has the responsibility for the correct operation to specification of the combination of VSDS and driven equipment.

9.1.3. The *MANUFACTURER* of the VSDS shall be responsible for the performance of the VSDS and for compliance with the requirements of the driven equipment as given to him by the driven equipment *MANUFACTURER* at the time of order.

## 8. BAHASA DAN UNIT SISTEM

8.1 Dokumentasi, gambar, data, dan lain-lain yang harus disediakan oleh *VENDOR* harus dalam bahasa Inggris dan *unit* SI.

Namun, *unit imperial* yang diikuti oleh metrik yang ekuivalen yang dilampirkan dalam tanda kurung dapat digunakan berdasarkan kasus per kasus dengan persetujuan *PEMILIK*.


## 9. PERSYARATAN UMUM UNTUK MOTOR

9.1 Tanggung jawab

9.1.1. Interaksi antara berbagai komponen VSDS menjadi satu hal krusial dalam menentukan *PEMBUAT* diterima secara teknis yang pada akhirnya bertanggung jawab terhadap sistem secara keseluruhan.

9.1.2. Pemesanan VSDS ditujukan secara langsung kepada *PEMBUAT* atau melalui *PEMBUAT* untuk peralatan *driven*. Pada kasus pembelian melalui *PEMBUAT* untuk peralatan *driven*, *PEMBUAT* memiliki tanggung jawab terhadap memilih spesifikasi yang tepat dari kombinasi VSDS dan peralatan *driven*.

9.1.3. *PEMBUAT* VSDS harus bertanggung jawab atas kinerja VSDS dan untuk memenuhi persyaratan dari peralatan *driven* sebagaimana diberikan kepadanya oleh *PEMBUAT* dari peralatan *driven* pada saat pembelian.

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 10 / 30</b>

## 9.2 Service Conditions

9.2.1. Equipment and materials shall be designed and manufactured for use under the site conditions stated in the data sheet or in the attachments to the Material Requisition.

9.2.2. VSD and its components will be located indoors in air-conditioned rooms. Driven equipment will be located outdoors in hazardous or non-hazardous areas.

9.2.3. VSD shall be designed for a service life of at least 30 years in the environment and duty specified.

9.2.4. VSD and auxiliaries shall be suitable for continuous uninterrupted operation for periods of at least 6 years. However within this 6 year period, periods of running may alternate with idle periods of up to 6 months.

9.2.5. The MANUFACTURER shall also confirm that he shall provide software support for the VSD during the lifetime of the applied control system.

## 9.3 Rating and Voltage

The VSDS shall be designed for 50 Hz operation at the nominal voltage stated in the data sheet.

## 9.4 Constructional Requirements

9.4.1. The VSD shall be installed in a rigid, self-supporting, metal enclosure suitable for wall mounting or free standing. Enclosure shall contain all VSD and accessories. Smaller VSDs may be housed inside the LV Switchgear enclosure.

## 9.2 Kondisi Servis

9.2.1. Peralatan dan *material* harus didesain dan dibuat untuk digunakan pada kondisi lokasi proyek (lapangan) yang tertera dalam *data sheet* atau pada lampiran pada *Material Requisition*.

9.2.2. VSD dan komponennya akan ditempatkan di dalam ruangan ber-AC. Peralatan *driven* akan ditempatkan di luar pada *hazardous area* ataupun *non-hazardous area*.

9.2.3. VSD harus didesain untuk masa servis setidaknya 30 tahun di lingkungan dan *duty* yang ditentukan.

9.2.4. VSD dan *auxiliary* harus sesuai untuk operasi yang kontinu tanpa gangguan untuk periode waktu setidaknya 6 tahun. Namun dalam periode 6 tahun ini, periode *running* dapat diselingi dengan periode *idle* hingga 6 bulan.


9.2.5. PEMBUAT juga harus mengkonfirmasi untuk menyediakan penyangga *software* untuk VSD selama *lifetime*/ masa pakai dari sistem kontrol yang digunakan.

## 9.3 Rating dan Voltage

VSDS harus didesain untuk operasi 50 Hz pada *nominal voltage* yang tercantum dalam *data sheet*.

## 9.4 Persyaratan Konstruksi

9.4.1. VSD harus dipasang pada permukaan yang *rigid, metal enclosure* yang sesuai untuk pemasangan *wall mounting* ataupun *free standing*. *Enclosure* harus terisi semua VSD beserta dengan aksesorinya. VSD yang lebih kecil dapat ditempatkan di dalam LV *switchgear enclosure*.

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 11 / 30</b>

9.4.2. VSD enclosure shall have IP42 degree of protection. The cabinet shall be suitable for bottom cable entry.

9.4.3. For motors rated above 75 kW, VSD enclosure shall have three separate compartments as described below:

- Incoming Supply section containing connection of incoming power cable, main switching device, contactor, protection trips, CTs and VTs
- Power Controls section containing power semi-conductor, connections of outgoing cables to main VSD components
- Measurement & control section containing semi-conductor controls, protection devices, measuring instruments, local control and monitoring, termination of auxiliary control cables.

9.4.4. VSDS shall be capable of withstanding the thermal and dynamic stresses and transient mechanical torques such as those resulting from a short circuit. Any damage resulting from such a short circuit or internal fault shall be confined to the component concerned. During the fault, doors shall remain closed, no parts shall fly off, no holes shall burn into the enclosure, and the grounding and bonding shall remain intact.

9.4.5. Maximum height of VSD enclosure shall not exceed 2350mm. Maximum door dimension shall be


9.4.2. VSD enclosure harus memiliki rating proteksi IP42. Cabinet harus sesuai dengan *bottom cable entry*.

9.4.3. Untuk motor dengan rating di atas 75 kW, VSD enclosure harus memiliki tiga kompartemen terpisah seperti yang dijelaskan di bawah ini:

- Bagian suplai *incoming* yang berisi koneksi kabel *power incoming*, *switching device* utama, kontaktor, proteksi *trip*, CT dan VT
- Bagian *power control* yang berisi *power semi-conductor*, koneksi kabel *outgoing* ke komponen utama VSD.
- Bagian pengukuran & kontrol yang berisi kontrol semi-konduktor, *protection device*, instrumen pengukuran, *local control* dan *monitoring*, *termination* kabel kontrol *auxiliary*.

9.4.4. VSDS harus mampu menahan tekanan termal dan tekanan dinamis dan torsi mekanis *transient* seperti yang diakibatkan oleh *short circuit*. Kerusakan yang diakibatkan oleh *short circuit* atau gangguan *internal* harus dibatasi pada komponen yang bersangkutan. Selama terjadi gangguan, pintu harus tetap tertutup, sehingga tidak ada bagian yang berterbangan, tidak ada lubang yang akan terbakar di *area* enclosure, dan *grounding* serta *bonding* harus tetap utuh.

9.4.5. Ketinggian maksimum VSD enclosure tidak boleh melebihi 2350 mm. Dimensi pintu maksimum harus 2000

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 12 / 30</b>

2000mm high by 800mm wide.

9.4.6. The VSD shall be air-cooled. The SUPPLIER shall provide fans, controls and dust filters for proper operation. The VSD and ventilation system shall meet the heat dissipation requirements for operation at all load points for the specified ambient temperatures and altitude conditions. Filters shall be accessible for replacement or cleaning without equipment shutdown.

9.4.7. For motors rated above 75 kW, cooling system (exhaust fan) where provided shall be designed following N+1 configuration. Cooling fan operation control shall be based on temperature fluctuation.

9.4.8. Thermostatically controlled anti-condensation heater shall be provided within the enclosure. The heating system shall be switched for isolation purposes by means of a miniature circuit breaker in combination with a ground leakage protection device of 30 mA sensitivity. When the heating system is live, this shall be indicated by means of a prominently situated red light.

9.4.9. VSD enclosure shall be provided with eyebolts lugs, extension pieces or mounted Rails clearly marked for "hoisting".

9.4.10. Converter components shall be accessible from the front. The design shall make use of modular plug-in/draw-out assemblies for both the system control electronic

mm tinggi dengan lebar 800 mm.

9.4.6. VSD harus berpendingin udara. PEMASOK harus menyediakan *fan*, *control* dan *dust filter* untuk pengoperasian yang baik. VSD dan sistem ventilasi harus memenuhi persyaratan pembuangan panas untuk operasi di semua titik beban untuk suhu *ambient* dan kondisi ketinggian yang sudah ditentukan. *Filter* harus memiliki akses agar dapat dilakukan penggantian atau pembersihan tanpa mematikan peralatan.


9.4.7. Untuk *motor* dengan *rating* di atas 75 kW, sistem *cooling (exhaust fan)* yang disediakan harus didesain mengikuti konfigurasi N+1. Kontrol operasi *cooling fan* harus didasarkan pada fluktuasi suhu.

9.4.8. *Heater* anti-kondensasi yang dikontrol secara termostatis harus dipasang dalam *enclosure*. Sistem *heater* harus diaktifkan untuk tujuan isolasi sebagai *miniature circuit breaker* yang dikombinasikan dengan alat *ground leakage protecting* dengan sensitivitas 30 mA. Ketika sistem *heater* hidup/ menyala maka harus ditunjukkan dengan lampu merah.

9.4.9. VSD *enclosure* harus dilengkapi dengan *eyebolt lug*, bagian tambahan atau *rail* yang terpasang dengan adanya tanda untuk "mengangkat/ *hoisting*".

9.4.10. Komponen *converter* harus dapat diakses dari depan. Desainnya harus menggunakan modular *plug-in/ draw-out* untuk peralatan elektronik kontrol sistem dan peralatan

Dokumen sesuai dengan aslinya, dicetak pada tanggal 11/06/2026 17:22:56 oleh

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 13 / 30</b>

equipment and power electronic equipment.

elektronik *power*.

9.4.11. Auxiliary equipment and components which require access by maintenance personnel, such as fuses and terminal blocks, shall be installed in readily accessible locations.

9.4.11. Peralatan *auxiliary* dan komponen yang memerlukan akses oleh personel pemeliharaan, seperti *fuse* dan *terminal block*, harus dipasang di lokasi yang mudah diakses.

9.4.12. Terminal blocks and connectors for control, alarms, metering and diagnostics shall be grouped and segregated from power devices, for personnel safety.

9.4.12. *Terminal block* dan konektor untuk kontrol, *alarm*, pengukuran, dan diagnostik harus dikelompokkan dan dipisahkan dari perangkat *power*, untuk keselamatan personel.

## 9.5 Performance Requirement

## 9.5 Persyaratan Kinerja

9.5.1. The VSD shall meet the load demands and acceleration requirements throughout the speed range with following steady state variations:

9.5.1. VSD harus memenuhi kebutuhan beban dan persyaratan akselerasi di seluruh rentang kecepatan dengan variasi keadaan tetap berikut:

- Voltage: +/- 10%
- Frequency: +/- 5%

- Tegangan: +/- 10%
- Frekuensi: +/- 5%

Combined fluctuation up to 10 % in the sum of absolute value of the two fluctuations, provided that frequency fluctuation does not exceed  $\pm 5\%$  of the rated frequency.

Kombinasi fluktuasi mencapai 10% dalam jumlah nilai absolut dari dua fluktuasi, bila fluktuasi frekuensi tidak melebihi  $\pm 5\%$  dari frekuensi *rating*.

9.5.2. The VSD shall be able to run through voltage dips of up to 20 %.


9.5.2. VSD harus dapat beroperasi meskipun *voltage dip* hingga 20%.

9.5.3. The VSD shall be capable of riding through a three cycle (50 ms) power loss. The loss of AC input power longer than 50 ms shall cause the drive to shut down in an orderly fashion, without causing pulsations in the drive or motor system.

9.5.3. VSD harus mampu melewati tiga siklus (50 ms) *power loss*. Hilangnya *input power AC* yang lebih dari 50 ms akan menyebabkan *drive shut down* secara perlahan, tanpa menyebabkan getaran pada *drive* atau *motor system*.

9.5.4. Unless specified otherwise, the VSD shall be suitable for 1 quadrant operation and for an operational speed range between 30 % and 100 % of the maximum speed, and

9.5.4. Kecuali adanya ketentuan lain, VSD harus sesuai untuk 1 *quadrant operation* dan untuk rentang kecepatan operasional antara 30% dan 100% dari kecepatan maksimum,

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 14 / 30</b>

should be capable of developing at least the following torques:

1. For constant torque drives

- During starting and restarting: 150 % maximum rated torque for 10 s.
- after starting and restarting and during reacceleration: 120 % maximum rated torque for 60 s.
- *Continuously*: the maximum torques according to the maximum rated torque curve.

2. For all other drives

- During starting and restarting: 120 % maximum rated torque for 10 s.
- After starting and restarting and during reacceleration: 110 % maximum rated torque for 60 s.
- *Continuously*: the maximum torques according to the maximum rated torque curve.

9.5.5. The VSD shall meet the above torque requirements at any line voltage between 95 % and 110 % of the nominal line voltage.

9.5.6. For line voltages between 90 % and 95 % of the nominal line voltage the same torque requirements apply. However, the maximum operating time under these conditions is limited to 3 min, and a lower speed than the corresponding required speed is allowed.

9.5.7. For VSDs driving equipment with a variable torque during each revolution (e.g. reciprocating compressors, pumps), the

dan harus mampu menghasilkan torsiya sebagai berikut:

1. Untuk drive dengan torsi konstan

- Selama *start* dan *restart*: torsi maksimum 150% selama 10 detik.
- Setelah *start* dan *restart* dan selama *reacceleration*: torsi maksimum 120% selama 60 detik.
- *Continuously*: torsi maksimum sesuai dengan kurva *maximum rated torque*.


2. Untuk jenis drive lainnya

- Selama *start* dan *restart*: torsi maksimum 120% selama 10 detik.
- Setelah *start* dan *restart* dan selama *reacceleration*: torsi maksimum 110% selama 60 detik.
- *Continuously*: torsi maksimum sesuai dengan kurva *maximum rated torque*.

9.5.5. VSD harus memenuhi persyaratan torsi tersebut di atas pada setiap *line voltage* antara 95% dan 110% dari *nominal line voltage*.

9.5.6. Untuk *line voltage* antara 90% dan 95% dari *nominal line voltage* akan berlaku persyaratan torsi yang sama. Namun, waktu pengoperasian maksimum dalam kondisi ini dibatasi yaitu hanya 3 menit, dan kecepatan yang diperbolehkan lebih rendah dari kecepatan yang dibutuhkan.

9.5.7. Untuk peralatan *driven* VSD dengan torsi yang bervariasi pada setiap putarannya (misalnya *reciprocating compressor*, pompa) maksimum

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 15 / 30</b>

maximum input current variation shall be limited to 50 % of the rated input current of the VSD. This shall apply to all load conditions within the operational speed range and shall be based on a short circuit capacity of the supply system of 10 times the kVA rating of the VSD.

9.5.8. The maximum voltage (crest voltage plus spike) supplied by the converter to the motor shall be less than 2 times the crest value of the rated motor voltage. The voltage spikes of current source converters shall not exceed the crest value of the motor voltage, and those of voltage source converters the nominal RMS value of the motor voltage.

## 9.6 Control

9.6.1. The VSDs shall be controlled by the following signals which shall be provided by the PURCHASER:

- Reference signal: 4 to 20 mA (0 mA indicates 'no signal') - Input impedance of the VSD shall be less than 600 Ω.
- Pre-start initiation (interposing 'initiation' signal) - Presented by an external potential and ground-free contact that shall be given if the VSD is allowed to be connected to the electrical system by closing the LV contactor. Auxiliary systems (e.g. cooling, purging) shall be started to prepare for total system start-up.
- Ready to start signal (interposing 'on' signal) - Presented by an external potential and ground-free contact that shall be given if


variasi *input current* harus dibatasi hingga 50% dari nilai *rating input current* VSD. Ini harus berlaku untuk semua kondisi beban dalam rentang kecepatan operasional dan harus didasarkan pada kapasitas *short circuit* dari *supply* system yaitu 10 kali dari *rating* kVA VSD.

9.5.8. *Voltage* maksimum (*crest voltage plus spike*) yang disuplai oleh *converter* ke *motor* harus kurang dari 2 kali *crest value of the rated motor voltage*. *Voltage spike* dari sumber arus *converter* tidak boleh melebihi *crest value of the motor voltage*, dan sumber tegangan *converter* nilai *nominal* RMS dari *motor voltage*.

## 9.6 Kontrol

9.6.1. VSD harus dikontrol oleh sinyal-sinyal berikut yang harus disediakan oleh PEMBELI:

- *Reference signal*: 4 hingga 20 mA (0 mA menunjukkan '*no signal*') – impedansi *input* VSD harus kurang dari 600 Ω.
- *Pre-start initiation* (inter posisi sinyal '*initiation*') – Dihasilkan oleh *external potential* dan *ground-free contact* jika VSD diizinkan terhubung dengan sistem elektrik dengan menutup kontaktor LV. Sistem *auxiliary* (misalnya *cooling*, *purging*) harus dimulai untuk mempersiapkan *total system start-up*.
- Sinyal *ready to start* (inter posisi sinyal '*on*') – Dihasilkan oleh *external potential* dan *ground-free contact* yang harus diberikan jika

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 16 / 30</b>

the VSD is allowed to be started up (VSD already connected to the electrical system).

- Stop signal (interposing 'off signal) - Presented by an external potential and ground-free contact that shall be given if an emergency condition of the driven equipment or the process occurs. The function of this signal shall be identical to an internal VSD trip signal.
- Remote stop signal - Given from the stop-switch (remote control unit or emergency stop switch) located near the motor that shall trip the LV contactor/circuit breaker directly.

The VSD status could be monitored via serial link.

- 9.6.2. The relationship between the speed, torque or power and the reference signal within the operational speed shall be linear.
- 9.6.3. A reference signal of 4 mA shall correspond with the minimum operational speed, torque or power and a reference signal of 20 mA shall correspond with the maximum operational speed, torque or power of the VSD.
- 9.6.4. Loss of the 4 to 20 mA reference signal shall normally result in an alarm and no change in operational condition. For certain applications (for example, cooling fans) the PURCHASER may decide that the VSD is to run at maximum speed or power upon loss of the 4 to 20 mA reference signal. Alternatively, the Principal may specify reversion to minimum operational speed. Action


VSD sudah diizinkan untuk *start up* (VSD sudah terhubung ke sistem listrik).

- *Stop signal* (inter posisi sinyal 'off') – Dihasilkan oleh *external potential* dan *ground-free contact* jika terjadi kondisi *emergency* dari peralatan *driven* atau sistem proses. Fungsi sinyal ini harus identik dengan *internal VSD trip signal*.
- *Remote stop signal* – Dihasilkan oleh *stop-switch (remote control unit* atau *emergency stop switch)* yang terletak di dekat *motor* yang harus membuat LV *contactor/circuit breaker trip* secara langsung.

Status VSD dapat dimonitor melalui *serial link*.

- 9.6.2. Hubungan antara kecepatan, torsi atau *power* dan referensi sinyal dalam kecepatan operasional harus bersifat linier.
- 9.6.3. Referensi sinyal 4 mA harus sesuai dengan kecepatan operasional *minimum*, torsi atau *power* dan referensi sinyal 20 mA harus sesuai dengan kecepatan operasional, torsi atau *power* maksimum dari VSD.
- 9.6.4. Hilangnya referensi sinyal sebesar 4 hingga 20 mA harus menghasilkan *alarm* pada keadaan *normal* dan tidak merubah kondisi operasional. Untuk penggunaan tertentu (misalnya, *cooling fan*) PEMBELI dapat memutuskan bahwa VSD dapat berjalan pada kecepatan atau *power* maksimum setelah kehilangan referensi sinyal 4 hingga 20 mA. Atau, *principal* dapat menentukan untuk

Dokumen sesuai dengan aslinya, dicetak pada tanggal 11/06/2026 17:22:56 oleh

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 17 / 30</b>

on loss of reference signal shall be defined in the requisition.

kembali ke kecepatan operasional *minimum*. Tindakan pada kehilangan referensi sinyal harus ditentukan dalam *Material Requisition*.

9.6.5. When the VSD is operated locally from the converter cubicle, safeguarding and emergency signals shall always take preference over local control.

9.6.5. Ketika VSD dioperasikan secara lokal dari *converter cubicle*, *safeguarding* dan *emergency signal* harus selalu diutamakan diambil dari *local control*.

9.6.6. Where the process control system is connected via non hard wired connections, the PURCHASER will advise the specification of the system applied (e.g. Fieldbus, Profibus etc.) and discuss the details with the SUPPLIER in the quotation stage. However, safety shutdown commands shall be hard wired.

9.6.6. Jika sistem kontrol proses terhubung melalui koneksi *non-wired*, PEMBELI akan menyarankan spesifikasi sistem yang akan digunakan (misalnya *fieldbus*, *profibus*, dll) dan didiskusikan *detailnya* dengan PEMASOK pada tahap *quotation*. Namun, perintah *safety shutdown* harus *hard wired*.

9.6.7. The Speed Window Control shall be governed by the process control system and not within the VSD itself.

9.6.7. *Speed window control* harus diatur oleh sistem kontrol proses dan bukan di dalam VSD itu sendiri.

9.6.8. The control system shall be immune from spikes and voltage distortions due to operational and/or fault conditions within the VSDs.


9.6.8. Sistem kontrol harus tahan terhadap lonjakan dan distorsi tegangan karena kondisi operasional dan/ atau gangguan dalam VSD.

9.6.9. For VSDs driving motors rated above 75 kW, the VSD shall be equipped with an automatic restart facility which shall restart the system in the event of voltage dips over 20 % with duration of less than 4 s. This includes all essential auxiliaries such as cooling-circuit drives. For motors rated up to and including 75 kW, the VSDs shall have re-start facility only if specified in the data sheet or requisition.

9.6.9. Untuk *motor driven* VSD dengan *rating* di atas 75 kW, VSD harus dilengkapi dengan fasilitas *restart* otomatis yang harus melakukan *restart* sistem jika terjadi *voltage dip* lebih dari 20% dengan durasi kurang dari 4 detik. Ini termasuk semua *essential auxiliary* seperti *cooling-circuit drive*. Untuk *motor* dengan *rating* hingga dan termasuk 75 kW, VSD harus memiliki fasilitas *restart* jika ditentukan dalam *data sheet* atau *Material Requisition*.

9.6.10. Where re-start capability is provided it shall meet the following

9.6.10. Jika kemampuan *restart* disediakan, maka ia harus memenuhi

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 18 / 30</b>

requirements:

- The VSD shall only be restarted if the line voltage recovers to over 90 % of its nominal value.
- It shall also be possible to block the automatic restart.
- Upon restart the converter shall be capable of synchronizing onto a rotating motor, a so-called 'flying restart', and developing full acceleration torque within 10s.
- If a fast recovery of process flow is critical under transient conditions, the SUPPLIER shall establish the minimum tolerable speed and acceleration to ensure a successful ride-through. In that event, the PURCHASER shall confirm the requirement and provide the SUPPLIER with the relevant process data. The SUPPLIER shall obtain all other data from the driven equipment SUPPLIER to calculate and ensure satisfactory speed excursions.

9.6.11. The motor current limitation of the converter shall reduce the output frequency/voltage.

9.6.12. The difference in speed between the set point value and the measured value shall normally be less than 2 % of the set point value. If the difference is more than 5 % of the set point value, a 20-second time-delayed alarm shall be raised.

9.6.13. A power or torque controlled VSD shall, if the speed exceeds 102 %

persyaratan berikut:


- VSD hanya harus *restart* jika pemulihan *line voltage* hingga lebih dari 90% dari angka *nominal*.
- Juga harus memungkinkan untuk dapat memblokir *automatic restart*.
- Setelah *restart*, *converter* harus mampu menyinkronkan ke *rotating motor*, yang disebut '*flying restart*', dan menaikkan torsi dengan akselerasi penuh dalam 10 detik.
- Jika *fast recovery* dari *process flow* sangat penting ketika kondisi *transient*, PEMASOK harus menetapkan kecepatan dan akselerasi minimum yang dapat ditoleransi untuk memastikan keberhasilan. Dalam hal itu, PEMBELI harus mengkonfirmasi persyaratan dan memberikan PEMASOK data proses yang relevan. PEMASOK harus mendapatkan semua data lainnya dari peralatan *driven* untuk menghitung dan memastikan kecepatan yang sesuai.

9.6.11. Pembatasan arus *motor* dari *converter* harus mengurangi frekuensi/ *voltage output*.

9.6.12. Perbedaan kecepatan antara nilai *set point* dan nilai pengukuran pada keadaan *normal* harus kurang dari 2% dari nilai *set point*. Jika perbedaannya lebih dari 5% dari nilai *set point*, *alarm* dengan *time-delayed* harus dinyalakan selama 20 detik.

9.6.13. VSD yang dikendalikan tenaga atau torsi harus mengurangi *power* atau

Dokumen sesuai dengan aslinya, dicetak pada tanggal 11/06/2026 17:22:56 oleh

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 19 / 30</b>

of the maximum operational speed, reduce its power or torque until the maximum operational speed is reached. The VSD shall trip if the speed exceeds 105 % of the maximum operational speed.

torsi hingga kecepatan operasional maksimum tercapai jika kecepatan melebihi 102% dari kecepatan operasional maksimum. VSD harus *trip* jika kecepatan melebihi 105% dari kecepatan operasional maksimum.

9.6.14. If the speed is reduced to less than 95 % of the minimum operational speed for longer than 10 s, the VSD shall likewise trip.

9.6.14. Jika kecepatan dikurangi menjadi kurang dari 95% dari kecepatan operasional *minimum* selama lebih dari 10 detik, VSD juga harus *trip*.

9.6.15. The integrator action of the set point alteration shall be independently adjustable for both an upward and a downward alteration.

9.6.15. Tindakan integrasi dari perubahan *set point* harus dapat disesuaikan secara independen untuk perubahan keatas dan ke bawah.

9.6.16. The minimum time interval between set point re-adjustments initiated by the process control system shall be 10s.

9.6.16. *Interval* waktu *minimum* antara penyesuaian ulang *set point* yang diinisiasi oleh *process control system* harus 10 detik.

9.6.17. Automatic sequence controls, such as the following shall be executed to the largest possible extent by the use of microprocessor-based systems.

9.6.17. *Automatic sequence control*, seperti yang berikut ini harus dijalankan semaksimal mungkin dengan menggunakan sistem berbasis mikroprosesor.

- Start-up of cooling systems
- Interlock checking
- Automatic start and run-up of drive
- Orderly shutdown
- Emergency shutdown


- *Start-up* dari *cooling system*
- Pengecekan *interlock*
- *Automatic start* dan *drive run-up*
- *Orderly shutdown*
- *Emergency shutdown*

9.6.18. For microprocessor-based control systems and programmable logic controllers the following requirements apply:

9.6.18. Untuk sistem kontrol berbasis mikroprosesor dan *programmable logic controller*, persyaratan berikut ini berlaku :

- Depending on the flexibility required in operation, updating and modifying of logic functions, an interface with the VSDS system control equipment shall

- Bergantung pada fleksibilitas yang diperlukan operasional, memperbarui dan memodifikasi fungsi *logic*, *interface* dengan peralatan kontrol sistem VSDS


 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 20 / 30</b>

be considered ranging from simple hand-held programmers to graphical display units. The MANUFACTURER shall detail the available options in the quotation.

- System control equipment shall be provided with watchdog and self-check facilities including failure reporting/ signaling.
- The program shall be protected against loss of supply voltage and faulty signals corrupting the information. Batteries or equivalent back-up shall be provided for memory supply and special measures shall be taken to protect the memory contents against e.g. Electromagnetic Interference and other environmental effects.
- Restarting of the control system after power failure shall be incorporated.
- The system shall be able to communicate with remote monitoring and control systems e.g. DCS and fault diagnostic and condition monitoring systems, by means of standard protocols.
- All service adjustments that may be required in the field shall be possible from the front of the equipment. Measuring and test points shall also be front-accessible.
- It shall be possible to download and print the listing of parameter settings using a

harus dipertimbangkan mulai dari program sederhana hingga unit tampilan grafis. PEMBUAT harus merinci opsi yang tersedia dalam *quotation*.

- Peralatan sistem kontrol harus dilengkapi dengan *watchdog* dan fasilitas pemeriksaan mandiri termasuk *reporting/ signaling*.
- Program harus diproteksi terhadap kehilangan suplai tegangan dan *faulty signal* yang merusak informasi. Baterai atau cadangan yang setara harus disediakan untuk *memory supply* dan *special measure* harus dilakukan untuk proteksi isi *memory* terhadap misalnya interferensi elektromagnetik dan efek lingkungan lainnya.
- *Restart* sistem kontrol setelah kegagalan *power* harus disertakan.
- Sistem harus dapat berkomunikasi dengan sistem *monitoring* dan kontrol jarak jauh misalnya DCS dan *condition monitoring system* sebagai *standard protocol*.
- Semua penyesuaian servis yang mungkin diperlukan di lapangan harus dimungkinkan dilakukan dari depan peralatan. Pengukuran dan *test point* juga harus dapat diakses dari depan.
- Harus dimungkinkan untuk mengunduh dan mencetak daftar pengaturan *parameter* menggunakan PC atau *laptop*

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 21 / 30</b>

standard PC or laptop.

standar.

## 9.7 Interface and Communications Requirements

## 9.7 Persyaratan *Interface* dan Komunikasi

9.7.1. VSD controllers shall include a local user interface panel, which will provide access to all operating and drive parameters. The local user interface panel shall have an alphanumeric LCD or LED display. Drive parameters shall be programmable and shall include, but not be limited to:

9.7.1. VSD *controller* harus memiliki *panel user interface* lokal, yang akan menyediakan akses ke semua *parameter* operasi dan *drive*. *Panel user interface* lokal harus memiliki layar LCD atau LED alfanumerik. *Drive parameter* harus dapat diprogram dan harus termasuk, tetapi tidak terbatas pada:

- Motor full load current
- Current limit
- Separate acceleration and deceleration rate controls
- Minimum and maximum speeds
- Skip frequencies or speeds and band widths
- Motor run direction
- Motor and load parameters

- *Motor full load current*
- *Current limit*
- *Separate acceleration dan deceleration rate control*
- *Minimum dan maximum speed*
- *Skip frequencies atau speed dan band width*
- *Motor run direction*
- *Motor dan load parameter*

9.7.2. Drive status and metering information shall be available on the user interface panel display and includes but is not limited to the following. Indicating lights shall be the full voltage LED cluster type.

9.7.2. *Drive status* dan informasi pengukuran harus tersedia pada *display* pada *user interface panel* dan termasuk tetapi tidak terbatas pada yang berikut. Lampu indikator harus tipe *cluster full voltage* LED.

- Output volts and amps
- Input volts and amps
- Frequency
- VSD settings
- Fault indication


- *Output volt dan amp*
- *Input volt dan amp*
- *Frequency*
- *VSD setting*
- *Fault indication*

9.7.3. Following indications using LEDs shall be provided as a minimum on the converter:

9.7.3. Indikasi berikut yang menggunakan LED harus disediakan *minimum* pada *converter*:

- Ready for connection to

- Siap untuk koneksi ke sistem

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 22 / 30</b>

electrical system

- Ready for start up
- Running
- Alarm
- Trip

9.7.4. Following alarm functions and follow up actions shall be provided as a minimum:

- Internal short circuit - Trip unit
- Ground fault - Trip unit
- Failure of auxiliaries - Alarm
- Converter current protection - Trip unit
- 5% measured value deviation from set point (for motors rated above 75 kW only) - Alarm
- Motor stalled - Trip

9.7.5. The VSD shall have a diagnostic/fault monitoring system, able to recall events that preceded a shutdown of the drive in the order they occurred. The protection and alarm system shall provide sufficient detailed information to enable maintenance personnel familiar with this type of equipment to troubleshoot the VSD down to printed circuit board or power semiconductor level.

9.7.6. Component failures which are covered by redundancy shall result in alarms and not in unit trips. Watchdog failure shall result in an alarm and not in a unit trip.

elektrikal


- Siap untuk *start up*
- *Running*
- *Alarm*
- *Trip*

9.7.4. Fungsi *alarm* dan tindakan lanjut harus disediakan *minimum*:

- *Internal short circuit - Trip unit*
- *Ground fault - Trip unit*
- *Failure of auxiliaries - Alarm*
- *Converter current protection - Trip unit*
- 5% pengukuran deviasi dari *set point* (untuk *motors* dengan *rating* hanya di atas 75 kW ) - *Alarm*
- *Motor stalled - Trip*

9.7.5. VSD harus memiliki *diagnostic/ fault monitoring system*, dapat menyimpan kejadian yang mengakibatkan *shutdown* dari *drive* sesuai dengan urutan kejadiannya. Sistem proteksi dan *alarm* harus memberikan informasi yang terperinci dan cukup untuk memungkinkan personel pemeliharaan yang memahami peralatan jenis ini untuk melakukan *troubleshoot* gagalannya VSD ke *circuit board* yang tercetak atau tingkat semikonduktor *power*.

9.7.6. Kegagalan komponen yang di *cover* dengan redundansi harus membunyikan *alarm* dan bukan dalam *unit trip*. Kegagalan *watchdog* harus mengakibatkan *alarm* berbunyi dan bukan *unit trip*.


 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 23 / 30</b>

## 9.8 Wiring and Terminations

- 9.8.1. Internal control wiring shall be with flexible, insulated, stranded, tinned copper conductors.
- 9.8.2. Individual terminals shall be provided for each conductor of external and interconnecting auxiliary cables.
- 9.8.3. A wiring mark shall be provided at each wire termination and for all devices identification sleeves shall be used for markings.
- 9.8.4. The general panel wiring shall be kept in place by means of insulating ducts and channels, and shall not be fixed directly to metal.
- 9.8.5. The wiring shall be continuous and without joints between terminations.
- 9.8.6. Undrilled gland plates shall be provided suitable for cable sizes specified. Gland plates and glands for single core cables shall be of non-magnetic material.
- 9.8.7. All devices with communications capability shall be factory wired to terminal blocks. The SUPPLIER shall include all required end of line resistors.
- 9.8.8. Requirements for terminal blocks shall be as follows:
- Terminal blocks shall be feed-through type
  - A minimum of 20% spare terminal blocks shall be provided in each VSD
  - Terminal blocks for CT circuits shall include provisions for shorting bars

## 9.8 Wiring dan Termination

- 9.8.1. *Internal control wiring* harus dengan konduktor tembaga yang fleksibel, berinsulasi, *stranded*, dilapisi tembaga.
- 9.8.2. *Terminal individual* harus disediakan untuk setiap konduktor dari kabel *auxiliary* eksternal dan interkoneksi.
- 9.8.3. *Wiring mark* harus disediakan pada setiap *wire termination* dan untuk semua perangkat identifikasi *sleeve* harus digunakan untuk penandaan.
- 9.8.4. *Panel wiring* umum harus tetap di tempatnya dengan cara menginsulasi *duct* dan *channel*, dan harus tidak boleh dipasang langsung pada *metal*.
- 9.8.5. *Wiring* harus kontinu dan tanpa sambungan antara *termination*.
- 9.8.6. *Gland plate* yang tidak dibor harus disediakan sesuai dengan spesifikasi ukuran kabel. *Gland plate* dan *gland* untuk kabel *single core* harus berbahan non-magnetik.
- 9.8.7. Semua perangkat dengan kemampuan komunikasi harus dihubungkan oleh pabrik ke *terminal block*. PEMASOK harus menyertakan semua *line resistor* yang diperlukan.
- 9.8.8. Persyaratan untuk *terminal block* adalah sebagai berikut:
- *Terminal block* harus merupakan tipe *feed-through*
  - *Minimum* 20% cadangan pada *terminal block* harus disediakan di setiap VSD
  - *Terminal block* untuk CT *circuit* harus termasuk persediaan untuk *shorting bar*.

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 24 / 30</b>

9.8.9. As a minimum, a free space of at least 200 mm height shall be available between the lowest cable terminal and the bottom plate of the floor-mounted unit.

9.8.9. Ruang kosong dengan tinggi *minimum* setidaknya 200 mm harus tersedia di antara *terminal* kabel terendah dan pelat bawah *unit* yang dipasang di lantai.

#### 9.9 EMC and Harmonics

#### 9.9 EMC dan *Harmonic*

9.9.1. The VSD shall not be affected by radio frequencies emitted by portable radios and cellular phones with the doors closed.

9.9.1. VSD harus tidak boleh terpengaruh oleh frekuensi *radio* yang dipancarkan oleh *radio* portabel dan telepon seluler dengan pintu tertutup.

9.9.2. The VSDS will be installed in an industrial area defined as 'second environment' in IEC 61800-3 and shall be category C3 or C4 depending on voltage level and rated power.

9.9.2. VSDS akan diinstal di *area* industri yang didefinisikan sebagai '*second environment*' di IEC 61800-3 dan harus dikategorikan C3 atau C4 tergantung pada *level voltage* dan *rated power*.

9.9.3. The design of the VSDS shall meet the immunity levels of IEC 61800-3. Unless otherwise agreed with the PURCHASER, the acceptance criterion shall be 'A'.

9.9.3. Desain VSDS harus memenuhi *level immunity* IEC 61800-3. Kecuali adanya kesepakatan lain dengan PEMBELI, kriteria yang dapat diterima haruslah 'A'.

9.9.4. The immunity levels of the harmonic distortion used for the design of the VSDS shall at least meet the compatibility levels of IEC 61000-2-4 class 2.

9.9.4. *Level immunity* dari *harmonic distortion* yang digunakan untuk desain VSDS setidaknya harus memenuhi *level* kompatibilitas IEC 61000-2-4 *class 2*.

9.9.5. Total harmonic distortion shall not exceed 5%.


9.9.5. Total *harmonic distortion* tidak boleh melebihi 5%.

#### 9.10 Earthing

#### 9.10 *Earthing*

9.10.1. Converter cubicles shall be equipped with a earthing bar of high conductivity copper. The earthing bar shall be of sufficient cross-sectional area and mechanical strength to carry the prospective short circuit current for a maximum duration of 1 s or less if the protection trips the system in a shorter time.

9.10.1. *Converter cubicle* harus dilengkapi dengan *earthing bar* berbahan tembaga dengan konduktivitas tinggi. *Earthing bar* harus memiliki luas penampang dan kekuatan mekanis yang cukup untuk membawa arus akibat *short circuit* yang diharapkan selama durasi maksimum 1 detik atau kurang jika proteksi melakukan *trip* pada sistem

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 25 / 30</b>

dalam waktu yang lebih singkat.

9.10.2. Earthing of switchgear is applicable when VSD systems are housed inside the switchgear enclosure.

9.10.2. *Earthing switchgear* berlaku ketika sistem VSD ditempatkan di dalam *switchgear enclosure*.

9.10.3. Electrical conductivity between the exposed, non-current carrying conductive parts of the converter panel components and the enclosure, and between the enclosure and the ground rail, shall be such as to maintain the effective continuity of protective circuits.

9.10.3. Konduktivitas elektrik antara bagian konduktif yang terbuka dan komponen konduktif yang tidak membawa arus dari komponen *converter panel* dan *enclosure*, dan antara *enclosure* dan *ground rail*, harus sedemikian rupa untuk menjaga kontinuitas efektif dari *circuit* proteksi.

9.10.4. Earth bonding conductors shall be provided between enclosures and doors, and between the gland plate and the grounding bar. The grounding bar shall allow convenient connection of all cable grounding connectors and one or more external grounding cables of cross section 70 mm<sup>2</sup>.

9.10.4. *Earth bonding conductor* harus disediakan di antara *enclosure* dan pintu, dan di antara *gland plate* dan *grounding bar*. *Grounding bar* memungkinkan adanya koneksi yang baik dari semua konektor kabel *ground* dan satu atau lebih kabel *ground* eksternal dengan *cross section* 70 mm<sup>2</sup>.

9.10.5. Doors shall be bonded by means of a flexible copper connection arranged so that it cannot be trapped as the door is opened or closed.


9.10.5. Pintu harus *bonded*/ diikat dengan menggunakan sambungan tembaga fleksibel yang diatur sehingga tidak dapat terperangkap saat pintu dibuka atau ditutup.

#### 9.11 Noise

The converter shall meet the sound pressure limit of 80 dB(A), with reference to 20 µPa, at any location 1 m distant from the converter under any load and/ or frequency condition during operation within the speed range of the VSDS. If more stringent limits are required this shall be indicated in the requisition.

#### 9.11 Kebisingan

*Converter* harus memenuhi batas tekanan suara 80 dB (A), dengan referensi hingga 20 µPa, di lokasi manapun yang berjarak 1 m dari *converter* pada beban dan/ atau kondisi frekuensi apapun selama operasi dalam rentang kecepatan VSDS. Jika diperlukan batas yang lebih ketat, hal ini harus ditunjukkan dalam *material requisition*.

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 26 / 30</b>

## 10. OTHER REQUIREMENTS

### 10.1 Finishing

10.1.1. Paint finish and color shall be in accordance with electrical equipment color scheme as stated in the attachments to the Material Requisition.

10.1.2. SUPPLIER shall supply 1/2 liter of touchup paint.

### 10.2 Nameplate and Identification

10.2.1. All VSDs shall have name and rating plates/identification labels made of corrosion resistant material with indelible inscriptions in the language specified in the requisition.

10.2.2. The nameplates shall state the following information as a minimum:

- MANUFACTURER's name or trademark;
- Purchase's order number;
- Tag number of the VSDS as advised by Principal;
- Type and serial number of unit;
- Year of manufacture;
- Rated voltage(s) and frequency;
- Rated current(s);
- Rated power;
- Type of cooling;
- Total mass;
- Enclosure Type.

10.2.3. Additionally the following shall be provided on a converter rating

## 10. PERSYARATAN LAINNYA

### 10.1 *Finishing*

10.1.1. Pengecatan dan warna cat akhir harus sesuai dengan skema warna peralatan elektrikal sebagaimana dinyatakan dalam lampiran pada *Material Requisition*.

10.1.2. PEMASOK harus menyediakan 1/2 liter cat untuk perbaikan.

### 10.2 *Nameplate* dan Identifikasi

10.2.1. Semua VSD harus memiliki *nameplate* dan *rating plate*/ label identifikasi yang terbuat dari *material* tahan korosi dengan tulisan yang tidak terhapuskan dalam bahasa yang ditentukan dalam *Material Requisition*.

10.2.2. *Nameplate* harus menyatakan informasi *minimum* sebagai berikut :

- Nama atau *trademark* PEMBUAT;
- Nomor *Purchase Order*;
- Nomor *tag* VSDS seperti yang telah disarankan;
- Jenis dan nomor seri *unit*;
- Tahun pembuatan;
- *Rated voltage* dan frekuensi;
- *Rated current*;
- *Rated power*;
- Jenis *cooling*;
- Total massa;
- Jenis *enclosure*.

10.2.3. Selain itu, hal-hal berikut harus disediakan pada *converter rating*


 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 27 / 30</b>

plate:

- Type of converter;
- Maximum primary voltage and current;
- Maximum secondary voltage and current;
- Pulse system primary side;
- Pulse system secondary side.

10.2.4. All components shall be identifiable by labels inscribed in accordance with the system of identification used on the SUPPLIER's reference drawings and documents.

10.2.5. All terminals of equipment, components and connection wires shall be identifiable by numerical or alphabetical markings at both ends, in accordance with the SUPPLIER's drawings. Terminals of input and output supply cables shall be clearly and uniquely marked to indicate the nominal system voltage and the phase/polarity of the supply.

### 10.3 Inspection and Testing

10.3.1. SUPPLIER shall provide test certificates for each Variable Speed Drive System.

10.3.2. Inspection and testing activities shall be defined by the SUPPLIER in accordance with the codes and standards and shall include functional tests of main equipment's, protections and alarms.

10.3.3. The SUPPLIER shall allow the free access of inspectors to the workshop, shall give all information required and shall make available

*plate:*

- Jenis *converter*;
- *Voltage* dan arus primer maksimum;
- *Voltage* dan arus sekunder maksimum;
- Sisi utama sistem *pulse*;
- Sisi sekunder sistem *pulse*.

10.2.4. Semua komponen harus dapat diidentifikasi dengan *label* yang tertulis sesuai dengan sistem identifikasi yang digunakan pada referensi gambar dan dokumen PEMASOK.


10.2.5. Semua *terminal* peralatan, komponen dan *connection wire* harus dapat diidentifikasi dengan tanda numerik atau alfabet di kedua ujungnya, sesuai dengan gambar PEMASOK. *Terminal* kabel *input* dan *output* harus ditandai dengan jelas dan unik untuk menunjukkan nilai tegangan sistem *nominal* dan fase/ polaritas suplai.

### 10.3 Inspeksi dan Pengujian

10.3.1. PEMASOK harus memberikan sertifikat pengujian untuk setiap *Variable Speed Drive System*.

10.3.2. Kegiatan inspeksi dan pengujian harus ditentukan oleh PEMASOK sesuai dengan kode dan standar dan harus mencakup pengujian fungsional peralatan utama, proteksi dan *alarm*.

10.3.3. PEMASOK harus memberikan akses kepada *inspector* agar bebas ke *workshop*, harus memberikan semua informasi yang diperlukan dan harus

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 28 / 30</b>

all copies of internal orders to other sub-SUPPLIERS.

menyediakan semua salinan pesanan *internal* ke sub-PEMASOK lainnya.

10.3.4. The tests shall be carried out in SUPPLIER workshop at his care and expense.

10.3.4. Pengujian harus dilakukan di *workshop* PEMASOK dengan biayanya ditanggung oleh PEMASOK.

10.3.5. The SUPPLIER shall draw up the certificate of the tests carried out containing a full report and all the results and the measures of the tests.

10.3.5. PEMASOK harus mengeluarkan sertifikasi pengujian yang telah dilakukan berisi laporan lengkap dan semua hasil serta ukuran pengujian.

10.3.6. The tests shall be carried out in accordance with the requirements of IEC codes and of the Inspection and Test Plan.

10.3.6. Pengujian harus dilakukan sesuai dengan persyaratan kode IEC dan rencana inspeksi dan pengujian.

#### 10.4 Shipping, Handling and Storage

#### 10.4 Pengiriman, Penanganan, dan Penyimpanan

10.4.1. Preparation for shipment shall protect the equipment against corrosion, dampness, breakage or vibration damage during transportation and handling.

10.4.1. Persiapan untuk pengiriman harus melindungi peralatan terhadap kerusakan korosi, kelembaban, pemecahan atau getaran selama transportasi dan penanganan.

10.4.2. Each shipping container shall be identified with the contents, PURCHASER's purchase order number and tag number. Location of lifting point shall be clearly marked on the container(s).

10.4.2. Setiap *shipping container* harus diidentifikasi dengan isinya, nomor *Purchase Order* dan nomor *tag* Pembeli. Lokasi titik pengangkatan harus ditandai dengan jelas pada *container*.

10.4.3. Instructions shall be provided for reassembly of equipment in the field.


10.4.3. Instruksi untuk pemasangan kembali peralatan di lapangan harus disediakan.

10.4.4. The SUPPLIER shall provide details of any special storage requirements in the quotation.

10.4.4. Pemasok harus memberikan perincian persyaratan penyimpanan khusus dalam *quotation*.

10.4.5. The SUPPLIER shall comply fully with the 'Packing and Shipping Instructions' which form part of the Purchase Order.

10.4.5. Pemasok harus sepenuhnya mematuhi 'Instruksi Pengemasan dan Pengiriman' yang merupakan bagian dari *Purchase Order*.

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)	Page No. : 29 / 30

## 11. DRAWINGS AND DATA REQUIREMENTS

11.1 Drawings and data shall be provided in accordance with the requirements that are included in the purchase order and this specification.

11.2 Drawings and data submittals shall include, but are not limited to:


- Single line diagram.
- Schematic diagrams showing details of all main and auxiliary circuits. These diagrams shall show all essential components, e.g. current and voltage transformers, protection devices and measuring instruments, complete with data on voltage, current, time ratings, etc.
- Protection coordination diagrams showing all protection curves of the variable speed drive protection devices.
- Block diagram showing the basic control and protection systems specifying the protection, control, trip and alarm functions at the different locations, the reference signals and commands and the auxiliary supplies, i.e. air, lube oil, cooling water and electrical auxiliary supplies.
- Logic and loop diagrams showing the software and hardware of the trip circuits, trip circuit supervision and alarm circuits.
- Certified outline and arrangement drawings of all equipment, including masses and floor cut out drawings.
- Minimum clearances around the main components of the VSDS for

## 11. PERSYARATAN GAMBAR DAN DATA

11.1 Gambar dan data harus disediakan sesuai dengan persyaratan yang termasuk dalam pesanan pembelian dan spesifikasi ini.

11.2 Gambar dan pengiriman data harus mencakup, tetapi tidak terbatas pada:

- *Single line diagram*.
- *Diagram* skematis yang menunjukkan *detail* semua *circuit* utama dan *circuit* tambahan. *Diagram* ini harus menunjukkan semua komponen penting, misalnya transformator arus dan tegangan, perangkat proteksi dan instrumen pengukuran, lengkap dengan data tentang tegangan, arus, *rating* waktu, dll.
- *Protection coordination diagram* yang menunjukkan semua kurva proteksi dari kecepatan variabel peralatan proteksi *drive*.
- *Block diagram* menunjukkan sistem dasar kontrol dan proteksi yang menetapkan fungsi proteksi, kontrol, *trip* dan *alarm* di lokasi yang berbeda, referensi sinyal dan perintah dan suplai *auxiliary*, yaitu *air*, *lube oil*, *cooling water* dan suplai *auxiliary* elektrik.
- *Logic* dan *loop diagram* yang menunjukkan *software* dan *hardware* dari *trip circuit*, pengawasan *trip circuit*, dan *alarm circuit*.
- Pengaturan *certified outline* dan gambar dari semua peralatan, termasuk massa dan gambar *floor cut out*.
- Jarak bebas *minimum* di sekitar komponen utama VSDS untuk ventilasi

 <b>Engineering Technical Standards &amp; Procedures</b>	<b>SUBHOLDING REFINING &amp; PETROCHEMICAL</b>	<b>Doc. No. : RP-ETS-ELE-GS-0012-01-2021</b>
	<b>GENERAL SPECIFICATION LV VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM (VSDS)</b>	<b>Page No. : 30 / 30</b>

ventilation and safety during operation and maintenance.

- Torque/ speed/ current/ power factor curve(s) of the VSDS.
- Transport, installation, commissioning, operation and maintenance instructions, limited and specific to the VSDS and its components.
- Overall planning covering design, manufacturing, testing, installation and commissioning.
- Fault diagnostic instructions and data.
- Instructions of measures to be taken, if any, with regard to EMC associated with the installation, operation and maintenance of the VSDS.
- List of recommended spare parts.
- Test reports of type and special tests done on the system and the main components.
- Test reports of the routine tests done on the system and the main components.
- Test reports of the performance tests.
- Certificates and 'Declarations of Conformity' for explosion protected equipment.
- MANUFACTURER's proposed service and repair support after warranty.

dan *safety* selama operasi dan pemeliharaan.

- Torsi/ kecepatan/ arus/ kurva faktor *power* dari VSDS.
- Transportasi, instalasi, *commissioning*, operasi dan pemeliharaan, terbatas serta spesifik untuk VSDS dan komponennya.
- Perencanaan keseluruhan mencakup desain, pembuatan, pengujian, instalasi, dan *commissioning*.
- Instruksi diagnostik kesalahan dan data.
- Instruksi dari pengukuran yang harus dilakukan, jika ada, berkenaan dengan EMC terkait dengan instalasi, operasi dan pemeliharaan VSDS.
- Daftar suku cadang yang disarankan.
- Laporan pengujian dari jenis dan pengujian tes khusus yang dilakukan pada sistem dan komponen utama.
- Laporan pengujian dari pengujian rutin yang dilakukan pada sistem dan komponen utama.
- Laporan pengujian dari pengujian kinerja.
- Sertifikat dan 'Deklarasi Kesesuaian' untuk peralatan yang diproteksi dari ledakan.
- Servis yang diusulkan PEMBUAT dan dukungan perbaikan setelah garansi.