

ANALISIS SISTEM KONTROL KECEPATAN MOTOR DC PADA ROTARY KILN MENGGUNAKAN DC VARIABEL SPEED DRIVE DI INDUSTRI SEMEN

Noer Soedjarwanto¹, M Mahkuta Prawira D².

^{1,2}Jurusan teknik Elektro, Universitas Lampung; Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung

Riwayat artikel:

Received: 1 Desember 2022

Accepted: 28 Desember 2022

Published: 15 Januari 2023

Keywords:

DC Motor, Variable speed drive.

Correspondent Email:

mahkutap@gmail.com

How to cite this article:

Mahkuta (2023) Analisis sistem kontrol kecepatan motor DC pada rotary kiln menggunakan DC variabel speed drive di industri semen. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(1).

© 2023 JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. Motor DC merupakan salah satu jenis motor yang digunakan pada industri semen. Hal ini dikarenakan motor DC dapat mempermudah pekerjaan sehingga proses industri berjalan dengan efisien. Kecepatan motor yang dapat diatur sesuai kebutuhan juga dibutuhkan dalam proses produksi. Pada penelitian kali ini menggunakan metode studi literatur, observasi lapangan, wawancara, proses pengumpulan data dan pengujian, yang bertujuan untuk menganalisis pengaturan kecepatan motor DC pada rotary kiln yang menghasilkan kecepatan maksimum 1000 rpm yang terhubung dengan gear box dengan perbandingan sebesar 28 dan rasio roda gigi 8,9 menghasilkan output kiln 4 rpm. Dengan penggunaan VSD DC dapat menghasilkan kecepatan variabel yang dapat dikendalikan sesuai dengan kebutuhan operasional.

Abstract. DC motor is one type of motor used in Cement industry. This is because DC motors can make work easier so that industrial processes run efficiently. Motor speed that can be adjusted as needed is also needed in the production process. In this research using literature study methods, field observations, interviews, data collection and testing processes, which aim to analyze the DC motor speed regulation on a rotary kiln producing a maximum speed of 1000 rpm connected to a gear box with a ratio of 28 and a gear ratio of 8,9 resulting in a kiln output of 4 rpm. With the use of DC VSD can produce a variable speed that can be controlled according to operational needs.

1. PENDAHULUAN

Di era Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) yang dituntut untuk memajukan dunia karena akan berkembang sangat pesat dan penuh persaingan, nantinya akan semakin banyak perusahaan yang beroperasi dalam memproduksi komoditi sejenis, sehingga

persaingan akan semakin tajam. dalam memasarkan produknya. Industri Semen yang bergerak di bidang produksi semen dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan semen yang berkualitas dengan harga yang ekonomis. Agar tidak kalah bersaing dengan perusahaan lain yang sama-sama memproduksi

semen, maka diperlukan peningkatan produktivitas yang dapat dicapai dengan sistem produksi yang efektif, efisien, dan handal untuk mendukung peningkatan produksi dalam skala besar. Koordinasi operasi, pengendalian, pemeliharaan, dan pengawasan kinerja produksi serta sumber daya manusia yang berkualitas merupakan faktor terpenting bagi Industri Semen untuk menghadapi persaingan di dalam negeri.

Industri semen, dengan berkembangnya dunia industri, kebutuhan akan alat penggerak seperti motor listrik sangat dibutuhkan dalam melakukan proses produksi yang bekerja secara mekanis untuk menghasilkan suatu produk dalam suatu industri. Motor listrik sangat banyak digunakan pada industri besar, seperti Industri Semen. Motor listrik yang digunakan pada industri semen adalah jenis motor AC dan DC [1] Karena industri tersebut memiliki kapasitas produksi yang besar sehingga dalam memilih motor listrik akan lebih ekonomis maka dengan adanya motor listrik dalam mengubah energi listrik menjadi energi mekanik sangat diperlukan. banyak digunakan dalam mempercepat proses pengerjaan bahan baku menjadi suatu produk sehingga memungkinkan untuk menghemat tenaga manusia khususnya yang terdapat pada unit pembakaran semen yang memerlukan putaran mekanik untuk melakukan suatu proses kerja dan jenis motor yang digunakan adalah jenis motor DC.

Mengingat motor DC dalam pengoperasiannya mudah dikendalikan dan memiliki torsi yang besar jika dibandingkan dengan motor AC, untuk itu dipilihlah motor DC untuk memenuhi tuntutan tersebut dengan menggunakan penggerak kecepatan variabel DC yang dapat mengatur dan mengontrol putaran. kecepatan motor listrik dengan mengatur frekuensi daya listrik yang dikirim ke motor.

Dari latar belakang ini timbul suatu ide untuk membuat sistem kontrol kecepatan motor DC dengan menggunakan DC variabel speed driven sebagai alat kontrol yang dapat mengatur kecepatan putaran motor DC yang dapat diatur kapanpun dan dimanapun tanpa perlu mengkhawatirkan jarak tertentu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A) Motor DC

Motor DC secara ekstensif menggunakan VSD dan sistem kontrol posisi di mana respons dinamis yang baik dan kinerja kondisi stabil diperlukan [2] Setiap kiln memiliki motor penggerak yang saling membantu, dan motor penggerak adalah mesin pendingin. Pengaturan kecepatan pada motor DC sangat diperlukan karena beban yang sangat besar dan berat, selain itu sifat motor DC yang tidak berhenti jika ada kelebihan/kekurangan tenaga tetapi kecepatan berkurang, hal ini menjadi alasan utama memilih motor DC sebagai penggerak utama di kiln.

B) PLC

Pada Drive Controller terdapat PLC yang berfungsi untuk mengontrol dan mengatur proses yang diinginkan sehingga menghasilkan keluaran yang diinginkan juga, PLC bekerja dengan cara menerima dan mengolah informasi dari sensor atau perangkat input yang terhubung, kemudian mengolah data yang terkumpul sehingga menjadi menghasilkan output berdasarkan parameter yang akan di input. program sebelumnya, Bergantung pada input dan output, PLC dapat memantau dan merekam data run-time produktivitas mesin yang beroperasi yang dapat mengontrol aktivitas industri secara otomatis.

C) VSD DC

Penggerak kecepatan Variabel DC adalah perangkat yang digunakan untuk mengontrol kecepatan motor listrik DC. Penggerak kecepatan variabel semakin populer karena kemampuannya untuk mengontrol kecepatan motor induksi. VSD DC mengontrol kecepatan motor induksi dengan mengubah frekuensi grid ke nilai yang dapat disesuaikan di sisi mesin sehingga memungkinkan motor listrik dengan cepat dan mudah menyesuaikan kecepatan ke nilai yang diinginkan [3]

Dua fungsi utama VSD DC adalah untuk melakukan konversi listrik dari satu frekuensi ke frekuensi lainnya, dan untuk mengontrol frekuensi output.[4] Aplikasi VSD DC digunakan dari peralatan kecil hingga peralatan besar yaitu pengaturan pabrik tambang, kompresor dan sistem ventilasi untuk bangunan

besar. Selain itu, DC VSD juga digunakan pada pompa, konveyor, dan pengontrol mesin. Penggunaan VSD DC pada motor dapat menghemat energi sehingga mengurangi biaya listrik.

D) Gear Box

Output dari 2 buah motor DC yang saling membantu tidak langsung memutar kiln tetapi dihubungkan dengan gear box sehingga output yang dihasilkan itulah yang akan digunakan untuk memutar kiln. Dan keluaran dari peredam tersebut dapat diatur besar kecilnya beban, tergantung konstruksi dari konstruksi gear box itu sendiri. Dan untuk performa motor yang maksimal.

2. METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian dan data-data yang diperoleh dalam laporan ini berasal dari:

1. Studi Literatur

Pada metode ini, penulis mempelajari jurnal-jurnal, buku, dan skripsi terkait permasalahan yang akan dibahas. Melalui studi ini penulis mencari informasi dan referensi yang dibutuhkan dalam menyusun laporan hasil kerja praktik.

2. Pengamatan Lapangan

Metode pengamatan lapangan dilakukan oleh penulis untuk melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek yang akan dibahas di lapangan. Dari pengamatan ini penulis memperoleh data pengujian yang sebenarnya, sehingga data tersebut dapat diolah dan dijadikan pokok bahasan dalam penyusunan laporan.

3. Wawancara

Melalui metode wawancara, penulis melakukan tanya jawab kepada pembimbing lapangan dan para pekerja di lapangan untuk mendapatkan informasi mengenai berbagai hal yang sebelumnya belum diketahui maupun yang tidak penulis dapatkan pada studi literatur. Dari hasil wawancara, penulis memperoleh gambaran langsung terhadap objek secara teoritis meliputi permasalahan yang sering terjadi dan tindakan-tindakan pencegahan maupun penanggulangannya.

4. Pengumpulan Data dan Proses Pengujian

Metode ini merupakan pengumpulan data atau informasi tertulis mengenai topik bahasan laporan kerja praktik

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) sebagai berikut.

Perangkat keras yang digunakan, yaitu:

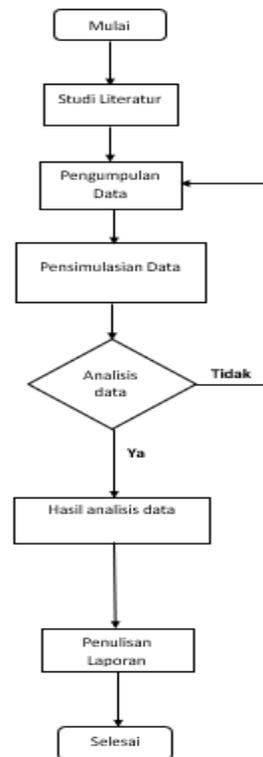
1. Motor Drive DC
2. Rotary Kiln
3. DC VSD
4. Gear Box
5. PLC

Perangkat lunak yang digunakan, yaitu:

1. PLC Siemens

Diagram Alir Penelitian

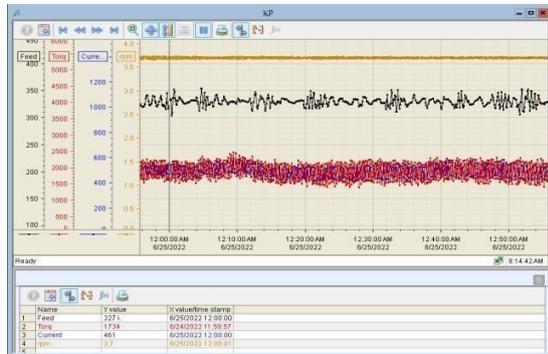
Penyelesaian tugas akhir dilakukan dalam beberapa tahap, secara umum tahap tahap tersebut dijelaskan pada Gambar 1



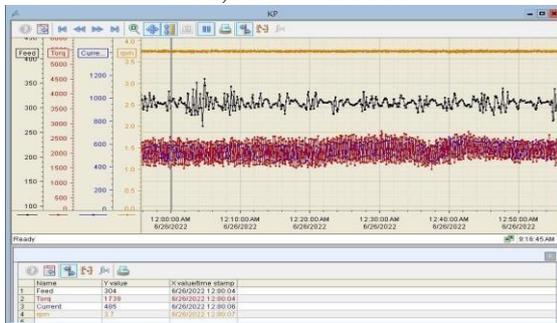
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

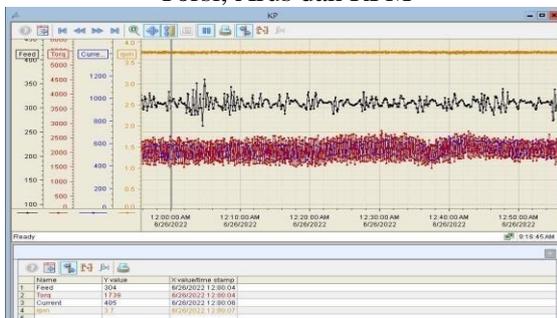
A. Hasil Data Simulasi



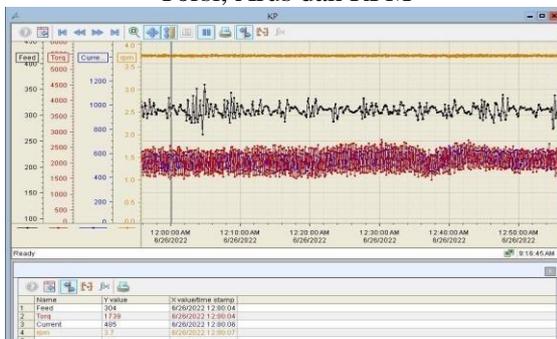
Gambar 2 Hasil Simulasi Feeding, Kecepatan Torsi, Arus dan RPM



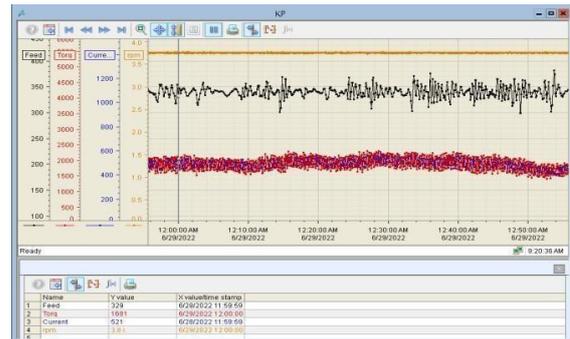
Gambar 3 Hasil Simulasi Feeding, Kecepatan Torsi, Arus dan RPM



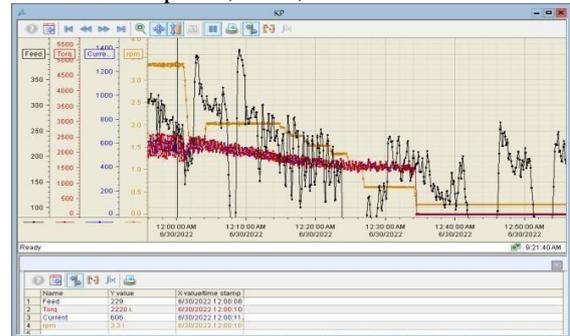
Gambar 4 Hasil Simulasi Feeding, Kecepatan Torsi, Arus dan RPM



Gambar 5 Hasil Simulasi Feeding, Kecepatan,Torsi,Arus dan RPM



Gambar 6 Hasil Simulasi Feeding, Kecepatan,Torsi,Arus dan RPM



Gambar 7 Hasil Simulasi Feeding, Kecepatan,Torsi,Arus dan RPM

Hasil simulasi mengidentifikasi pengaruh jumlah feed yang masuk terhadap arus, rpm, kecepatan torsi, semakin besar nilai feeding yang diberikan per jam maka hasil arus, rpm, kecepatan torsi akan berbanding lurus, pada gambar simulasi terakhir ternyata kiln mati maka untuk mematakannya harus mengurangi jumlah feeding secara perlahan agar arus, rpm, kecepatan torsi berangsur-angsur berkurang dan mati saat kiln mati maka masih panas, maka perlu menjaga kiln shell berputar untuk menghindari pembengkokan shell kiln dan ketika kiln dimatikan dan ingin dihidupkan, tidak langsung memberikan set point tinggi tetapi minimal 10% dari maksimum kemudian ketika stabil maka set point dapat ditambahkan secara bertahap.

Pada setting utama pada kiln terdapat 2 buah motor DC yang kecepatannya diatur dengan penggerak kecepatan variabel DC, penggerak kecepatan variabel DC merupakan pengatur kecepatan motor dengan cara merubah nilai frekuensi dan tegangan yang masuk ke motor. Pengaturan nilai frekuensi dan tegangan dimaksudkan untuk mendapatkan kecepatan putar dan torsi motor yang diinginkan atau sesuai dengan kebutuhan. PLC ini digunakan untuk memprogram dengan diagram tangga.

Tentunya program yang dibuat harus menyesuaikan dengan apa yang sedang dikontrol agar sistem kontrol tidak mengalami error. Untuk melakukan proses produksi harus memberikan nilai set point dari kiln yaitu putaran langsung kiln (bukan harga rpm motor DC) karena putaran motor akan dikurangi oleh gear box keluaran dari peredam berupa putaran langsung dari kiln.

Namun yang diukur adalah putaran poros motor DC kiln menggunakan encoder dan keluaran dari reducer akan dibandingkan. Perhitungan perbandingan ini dilakukan oleh program di lapangan PLC dan akan diinformasikan ke pusat kontrol master PLC berupa kecepatan aktual. Selain ditampilkan kecepatan sebenarnya, juga ditampilkan nilai arus penggunaan kedua motor DC, nilai arus ini akan memudahkan Anda untuk melihat torsi yang tersedia dari motor DC tersebut yang nantinya dapat meningkatkan produksi atau tidak.

Tabel 1 Data produksi DC motor

Set Point	Current (A)	Volta ge (Volt)	Torque (Nm)	Power (Watt)
3,6	916	410,78	3.595	376.276
3,7	935	410,94	3.671	384.231
3,75	950	411,01	3.757	392.186
3,8	954	411,57	3.796	396.163
3,85	959	411,91	3.824	400.245
3,90	964	412,29	3.852	404.327
3,95	969	412,97	3.880	409.415
4,00	974	413,41	3.904	410.615
Total (Kwh/ Month)				3.173.458,72

B. Main drive motor proses rotary kiln

Motor penggerak pada kiln adalah motor DC yang memiliki klasifikasi HP = 400 KW, AMP = 974 A, Volt = 440 V, Rpm = 1000 r/min. Setiap kiln memiliki motor penggerak yang saling membantu, dan motor penggerak tersebut merupakan mesin pendingin. Pengaturan kecepatan pada motor DC sangat diperlukan karena beban yang sangat besar dan berat, selain itu sifat motor DC yang tidak berhenti jika ada kelebihan/kekurangan tenaga tetapi kecepatan berkurang[5], hal ini menjadi alasan utama memilih motor DC sebagai penggerak utama di kiln.

Pada umumnya industri semen memiliki tempat pembakaran dengan panjang 75 meter dan diameter 4,5 meter, dibantu dengan 2 pasang bantalan dengan jarak 20 meter. Output dari 2 buah motor DC yang saling membantu tidak langsung memutar kiln tetapi dihubungkan dengan gear box sehingga output yang dihasilkan itulah yang akan digunakan untuk memutar kiln. Dan keluaran dari peredam tersebut dapat diatur besar kecilnya beban, tergantung konstruksi dari konstruksi gear box itu sendiri. Dan untuk performa motor yang maksimal.



Gambar 8 Main drive kiln motor



Gambar 9 Rotary Kiln

Dalam pengaturan kecepatan motor induksi terdapat modulator daya sehingga set point tegangan yang diinginkan pada motor utama di kiln dapat diatur[6]. Sehingga kecepatan motor utama di kiln untuk menggerakkan kiln dapat disesuaikan, sesuai dengan nilai tegangan impuls yang diberikan ke gerbang, memberikan tegangan impuls [7]. Hal ini tidak langsung diberikan oleh operator tetapi hanya memberikan nilai set point, yaitu nilai berupa putaran langsung dari kiln, sehingga memberikan kontrol langsung ke gerbang adalah sirkuit yang telah diprogram di sirkuit di dalam panel motor DC kiln.

4. KESIMPULAN

Dari serangkaian penelitian, pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada tugas akhir ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

Pemberian nilai set point tergantung dari jumlah feed yang diberikan, semakin besar jumlah feeding maka semakin besar set point sehingga nilai arus, tegangan, torsi dan daya juga akan semakin besar

Bahwasannya untuk mengontrol motor *drive* DC pada *rotary kiln* dapat dilakukan dengan cara memberikan *set point* pada unit pengendali yang sudah terprogram melalui server sehingga motor akan berputar sesuai set point yang diberikan.

Berdasarkan pengendalian operasi hasil simulasi jumlah *feeding* per harinya akan mempengaruhi besarnya *current*, RPM dan *speed torque* yang dihasilkan pada *rotary kiln*.

Berdasarkan main drive motor pada proses kiln bahwasannya kegunaan motor DC sangat diperlukan di industri khususnya di pabrik Semen karena memiliki *torque* yang tinggi dan mampu menopang beban yang besar dan memiliki kecepatan yang hampir stabil.

Berdasarkan pengaturan kecepatan pada motor utama di *rotary kiln* bahwasannya dengan menggunakan DC *variabel speed drive* dapat mempermudah *set point* kecepatan yang diinginkan yang dapat disesuaikan dengan jumlah beban

Berdasarkan *rotary kiln* bahwasannya proses di *kiln* merupakan jantung dari pembuatan proses semen dari awal hingga akhir dikarenakan jika terjadi kerusakan maka akan mengeluarkan biaya yang besar dan waktu yang lama untuk memperbaiki hingga menghidupkannya kembali

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini sehingga penulis dapat menyelesaikan jurnal tanpa ada halangan sedikitpun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saidur R, Rahim NA, Ping HW, Jahirul MI, Mekhilef S, Masjuki HH “Energy and emission analysis for industrial motors” in Malaysia Energy Policy 2009;37:3650 – 8
- [2] Herman, S.L., 2010, Electric Motor control, 9th edition, Nelson Education Ltd., Canada, 303-310 Rashid MH. Power electronics hand book. Canada : Academic press 2001
- [3] Nugroho, EA, 2018. “Implementation of variable speed drive control system on 3-phase inverter” journal Simetris, Vol 9 2018
- [4] Mustaffah S, Azma S. Variable speed drives as energy efficient strategy in pulp and paper industry. Master thesis, Malaysia : University of Technology Malaysia ; 2006
- [5] Pollefliet J. 19 - Speed- and (or) Torque-Control of a DC-motor. In: Pollefliet JBT-PE, editor. Academic Press; 2018. p. 19.1–19.56.
- [6] Halefom kidane. “ Numerical modelling and study of combustion behaviour of rotary cement kiln using computational fluid dynamics” Hawassa University 2021
- [7] Sumanto, MA, Drs., 1991 .Mesin Arus Searah cetakan kedua, Andi Offset, Yogyakarta.