

**STUDI ANALISA PERBANDINGAN DAYA PENGONTROLAN MOTOR
SOOTBLOWER PADA RECOVERY BOILER PT. RAPP**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1) Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

ATTALARICK MARCELINO PUTRA

NPM : 2310017111036



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2025**

**STUDI ANALISA PERBANDINGAN DAYA PENGONTROLAN MOTOR
SOOTBLOWER PADA RECOVERY BOILER PT. RAPP**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1) Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

ATTALARICK MARCELINO PUTRA

NPM : 2310017111036



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI ANALISA PERBANDINGAN DAYA PENGONTROLAN MOTOR
SOOTBLOWER PADA RECOVERY BOILER PT. RAPP

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

ATTALARICK MARCELINO PUTRA
NPM : 2310017111036

Disetujui Oleh :

Pembimbing



(Ir. Arzul, M.T)
NIDN : 1027086201

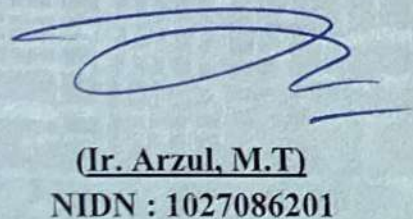
Diketahui Oleh :

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,



(Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T)
NIDN : 1012097403

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,



(Ir. Arzul, M.T)
NIDN : 1027086201

LEMBAR PENGUJI
STUDI ANALISA PERBANDINGAN DAYA PENGONTROLAN MOTOR
SOOTBLOWER PADA RECOVERY BOILER PT. RAPP

SKRIPSI

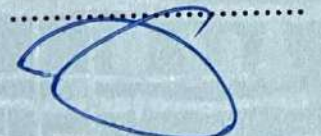
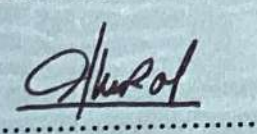
ATTALARICK MARCELINO PUTRA
NPM : 2310017111036

Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Hari : Minggu, 16 Februari 2025

No. Nama

Tanda Tangan

1. Ir. Arzul, M.T
(Ketua dan Penguji)
2. Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc.
(Penguji)
3. Mirzazoni, S.T., M.T
(Penguji)


.....

.....

.....

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul "**Studi Analisa Perbandingan Daya Pengontrolan Motor Sootblower Pada Recovery Boiler PT. RAPP**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 18 Februari 2025



Attalarick Marcelino Putra
NPM : 2310017111036

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang maha Esa, karena kasih dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan program Strata-1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri di Universitas Bung Hatta. Adapun skripsi ini berjudul: “Studi Analisa Perbandingan Daya Pengontrolan Motor *Sootblower* Pada *Recovery Boiler* PT. RAPP”.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat saran, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat yang telah diberikan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dalam keadaan yang sehat dan tanpa kekurangan apapun.
2. Keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan sepenuhnya dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Reni Desmiarti, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. Arzul, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta dan sekaligus Pembimbing yang telah memberikan arahan dan pengetahuan selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Ija Darmana, M.T., IPM selaku Penasehat Akademis.
6. Bapak/ Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu dan materi di dalam perkuliahan maupun di luar perkuliahan.
7. Bapak Narendra Reddy selaku Electrical Superintendent ECRKE Side.
8. Bapak Johan Jaya, Bapak Edy Saputra, Bapak Makmur Sihotang, Bapak Yulistianto selaku Supervisor ECRKE Side.

9. Bapak Feri Panca, Bapak Fredimino Efka, Bapak Wahyu Sesa selaku Electrical Engineer ECRKE Side.
10. Rekan dan teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proposal Skripsi, Teknik Elektro Kelas Mandiri angkatan 2023. Terimakasih atas dukungan dan terus memberikan semangat serta masukan kepada penulis.
11. Serta semua pihak lain yang telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari akan kekurangan dari laporan skripsi yang telah dibuat belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Pelalawan, 18 Februari 2025

Penulis

INTISARI

Energi listrik memiliki peran vital dalam industri, terutama dalam operasional motor listrik. Peningkatan jumlah motor listrik sering kali menimbulkan pemborosan energi jika pengelolaannya tidak tepat. Penelitian ini membandingkan konsumsi daya motor *sootblower* pada *recovery boiler* PT. RAPP yang dikontrol menggunakan *Direct On Line* (DOL) dan *Variable Speed Drive* (VSD). Pengukuran dilakukan pada 10 motor DOL dan 10 motor VSD dengan mencatat tegangan dan arus selama 8 hari, setiap 8 jam sekali. Data yang diperoleh dianalisis untuk menghitung daya aktif rata-rata, konsumsi energi tahunan, dan efisiensi biaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motor dengan kontrol VSD menghemat sebesar 26,9% energi dibandingkan DOL, dan dalam jangka waktu yang lama, motor dengan kontrol VSD menghemat 5,986 MWh dibandingkan dengan motor dengan kontrol DOL. Dengan penghematan energi yang sangat signifikan ini, motor dengan kontrol VSD juga menghemat biaya operasional sebesar Rp 5.966.487,- per tahun dibandingkan motor dengan kontrol DOL. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penerapan VSD pada motor *sootblower* tidak hanya meningkatkan efisiensi energi tetapi juga menekan biaya operasional secara signifikan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi industri dalam memilih sistem kontrol motor listrik yang lebih hemat energi.

Kata Kunci : *Perbandingan daya, Perbandingan biaya, Variable Speed Drive (VSD), Direct On Line (DOL), Sootblower*

ABSTRACT

Electrical energy plays a vital role in industry, especially in the operation of electric motors. The increasing number of electric motors often leads to energy waste if not properly managed. This study compares the power consumption of sootblower motors in the recovery boiler of PT. RAPP controlled using Direct On Line (DOL) and Variable Speed Drive (VSD). Measurements were taken on 10 DOL motors and 10 VSD motors by recording voltage and current for 7 days, every 8 hours. The data obtained were analyzed to calculate the average active power, annual energy consumption, and cost efficiency. The results showed that motors with VSD control saved 26.9% of energy compared to DOL, and in the long term, motors with VSD control saved 5.986 MWh compared to motors with DOL control. With this very significant energy saving, motors with VSD control also saved operational costs of Rp 5,966,487 per year compared to motors with DOL control. The conclusion of this study is that the application of VSD on sootblower motors not only improves energy efficiency but also significantly reduces operational costs. This research is expected to be a reference for industries in choosing a more energy-efficient electric motor control system.

Key words : *Power Comparison, Cost Comparison, Variable Speed Drive (VSD), Direct On Line (DOL), Sootblower*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGUJI

KATA PENGANTAR

INTISARI

ABSTRACT

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian	II-5
2.2 Landasan Teori.....	II-7
2.2.1 Motor Induksi.....	II-7
2.2.2 Konstruksi Motor Induksi 3 Phasa	II-8
2.2.3 Rangkaian Ekvivalen Motor Induksi.....	II-10
2.2.4 Prinsip Kerja Motor Induksi.....	II-13
2.2.5 Kecepatan Putaran Motor Induksi.....	II-14
2.2.6 Slip Putaran Motor Induksi	II-14
2.2.7 Daya dan Torsi Motor Induksi 3 Phasa.....	II-15
2.2.8 Efisiensi Motor Induksi 3 Phasa.....	II-16

2.2.9	Rugi-Rugi Motor Induksi	II-16
2.2.9.1	Rugi-Rugi Inti	II-17
2.2.9.2	Rugi-Rugi Mekanik.....	II-17
2.2.9.3	Rugi-Rugi Belitan	II-18
2.2.9.4	Rugi-Rugi <i>Stray Load</i>	II-18
2.2.10	<i>Name Plate</i> Motor Induksi 3 Phasa.....	II-19
2.2.11	Pengasutan Motor Induksi 3 Phasa	II-20
2.2.11.1	DOL (<i>Direct On Line</i>) Starter	II-21
2.2.11.2	<i>Variable Speed Drive (VSD)</i>	II-21
2.2.12	Daya Listrik dan Faktor Daya	II-22
2.2.12.1	Daya aktif	II-23
2.2.12.2	Daya Reaktif	II-23
2.2.12.3	Daya Semu	II-24
2.2.12.4	Faktor Daya.....	II-24
2.2.13	<i>Motor Control Center (MCC)</i>	II-25
2.2.13.1	Fungsi Dasar MCC.....	II-26
2.2.13.2	Komponen-Komponen Penyusun MCC	II-26
2.2.14	<i>Sootblower</i>	II-32
2.2.14.1	Pengetian <i>Sootblower</i>	II-32
2.2.14.2	Jenis-Jenis <i>Sootblower</i>	II-33
2.2.14.3	Prinsip Kerja <i>Sootblower</i>	II-35
2.2.14.4	Pengoperasian <i>Sootblower</i> Pada PT. RAPP.....	II-35
2.2.14.5	Sistem Pengontrolan <i>Sootblower</i> Pada PT. RAPP.....	II-36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	III-44
3.2	Alur Penelitian	III-44
3.3	Spesifikasi Perangkat Pengoperasian <i>Sootblower</i>	III-46
3.3.1	Motor dengan Kontrol DOL.....	III-46
3.3.2	Motor dengan Kontrol VSD	III-48

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Penelitian	IV-50
4.2 Data Penelitian	IV-52
4.2.1 Data Pengukuran Arus Motor DOL	IV-52
4.2.2 Data Pengukuran Arus Motor VSD	IV-55
4.2.3 Data Pengukuran Tegangan Motor DOL	IV-58
4.2.4 Data Pengukuran Tegangan Motor VSD	IV-61
4.3 Perhitungan dan Analisa	IV-64
4.3.1 Perhitungan Daya Aktif Motor DOL	IV-64
4.3.2 Perhitungan Daya Aktif Motor VSD.....	IV-65
4.3.3 Perhitungan Energi Motor DOL.....	IV-66
4.3.4 Perhitungan Energi Motor VSD.....	IV-67
4.3.5 Perhitungan Biaya Motor DOL	IV-67
4.3.6 Perhitungan Biaya Motor VSD	IV-67
4.3.7 Analisa Perbandingan Energi Pengontrolan Motor DOL dan VSD.....	IV-68
4.3.8 Analisa Selisih Biaya Tarif Pengontrolan Motor DOL dan VSD	IV-69

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	V-71
5.2 Saran	V-71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi Motor Induksi 3 Phasa	II-9
Gambar 2. 2 Konstruksi Stator.....	II-9
Gambar 2. 3 Konstruksi Rotor Sangkar Tupai.....	II-10
Gambar 2. 4 Konstruksi Rotor Belitan.....	II-10
Gambar 2. 5 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi.....	II-11
Gambar 2. 6 Rangkaian Ekuivalen Stator	II-11
Gambar 2. 7 Rangkaian Ekuivalen Rotor	II-12
Gambar 2. 8 Rangkaian Ekuivalen Motor Berbeban dengan Slip	II-12
Gambar 2. 9 Bentuk Gelombang Sinusoidal Medan Putar Stator Motor Induksi.....	II-13
Gambar 2. 10 Rugi-Rugi Pada Motor Induksi	II-17
Gambar 2. 11 Name Plate Motor	II-19
Gambar 2. 12 Rangkaian Pengasutan <i>Direct On Line</i> (DOL)	II-21
Gambar 2. 13 Rangkaian Pengasutan <i>Variable Speed Drive</i> (VSD)	II-22
Gambar 2. 14 Segitiga Daya	II-24
Gambar 2. 15 Ruang Motor Control Center (MCC).....	II-25
Gambar 2. 16 Panel <i>Switchgear Incomer</i>	II-27
Gambar 2. 17 Bagian Dalam Panel <i>Capacitor Bank</i>	II-27
Gambar 2. 18 <i>Module Starter</i>	II-28
Gambar 2. 19 Bagian Dalam <i>Module Starter</i>	II-28
Gambar 2. 20 <i>Fuse</i>	II-29
Gambar 2. 21 Kontaktor.....	II-29
Gambar 2. 22 <i>Thermal Overload Relay</i> (TOR)	II-30
Gambar 2. 23 Bagian Dalam <i>Fuse Feeder</i>	II-30
Gambar 2. 24 Panel <i>Variable Speed Drive</i>	II-31
Gambar 2. 25 <i>Wall Blower Sootblower</i>	II-33
Gambar 2. 26 <i>Long Retractable Sootblowers</i>	II-34
Gambar 2. 27 <i>Rotary Sootblowers</i>	II-34
Gambar 2. 28 <i>Fuse Switch Disconnecter</i>	II-37
Gambar 2. 29 <i>Disconnecting Switch</i>	II-37
Gambar 2. 30 <i>Hybrid Motor Starter</i>	II-38
Gambar 2. 31 <i>Circuit Breaker</i> (CB).....	II-38
Gambar 2. 32 Kontaktor.....	II-39
Gambar 2. 33 <i>Variable Speed Drive</i> (VSD).....	II-39
Gambar 2. 34 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC).....	II-40
Gambar 2. 35 <i>Optical Link Module</i> (OLM)	II-40
Gambar 2. 36 <i>Profibus Gateway</i>	II-41
Gambar 2. 37 <i>Electronic Circuit Breaker</i>	II-41
Gambar 2. 38 <i>Profibus Redundancy Link Module</i> (RLM).....	II-42
Gambar 2. 39 <i>Human Machine Interface</i> (HMI)	II-42
Gambar 2. 40 <i>Metering Device</i>	II-42
Gambar 2. 41 <i>Power Supply Unit</i> (PSU)	II-43
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart</i> Penelitian	III-45
Gambar 4. 1 Tarif Tenaga Listrik Per Bulan Oktober-Desember 2024.....	IV-51
Gambar 4. 2 Grafik Pengukuran Rata-Rata Arus Motor DOL.....	IV-55

Gambar 4. 3 Grafik Pengukuran Rata-Rata Arus Motor VSD.....	IV-58
Gambar 4. 4 Grafik Pengukuran Tegangan Motor DOL Selama 8 Hari	IV-61
Gambar 4. 5 Grafik Pengukuran Tegangan Motor VSD Selama 8 Hari.....	IV-64
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Energi Antar Pengontrolan Per 1 Motor Sootblower Per Tahun	IV-68
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Biaya Tarif Antar Pengontrolan Motor Sootblower Per 1 Motor Per Tahun	IV-69
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Biaya Tarif Antar Pengontrolan Motor Sootblower Per 100 Motor Per Tahun	IV-70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Perbedaan Motor Induksi 1 Phasa dan 3 Phasa	II-8
Tabel 3. 1 Spesifikasi <i>Fuse Switch Disconnecter</i>	III-46
Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>Fuse</i>	III-46
Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Disconnecting Switch</i>	III-46
Tabel 3. 4 Spesifikasi <i>Hybrid Motor Starter</i>	III-47
Tabel 3. 5 Spesifikasi <i>Optical Link Module (OLM)</i>	III-47
Tabel 3. 6 Spesifikasi <i>Redundancy Link Module (RLM)</i>	III-47
Tabel 3. 7 Spesifikasi <i>Profibus Gateway</i>	III-47
Tabel 3. 8 Spesifikasi <i>Power Supply Unit (PSU)</i>	III-47
Tabel 3. 9 Spesifikasi <i>Circuit Breaker (CB)</i>	III-48
Tabel 3. 10 Spesifikasi Kontaktor	III-48
Tabel 3. 11 Spesifikasi <i>Variable Speed Drive (VSD)</i>	III-48
Tabel 3. 12 Spesifikasi <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	III-48
Tabel 3. 13 Spesifikasi <i>Human Machine Interface (HMI)</i>	III-48
Tabel 3. 14 Spesifikasi <i>Optical Link Module (OLM)</i>	III-49
Tabel 3. 15 Spesifikasi <i>Electronic Circuit Breaker</i>	III-49
Tabel 4. 1 Spesifikasi Motor <i>Sootblower</i>	IV-50
Tabel 4. 2 Tabel Pengukuran Arus Motor DOL	IV-52
Tabel 4. 3 Tabel Lanjutan Pengukuran Arus Motor DOL	IV-53
Tabel 4. 4 Tabel Rata-Rata Arus Motor DOL.....	IV-54
Tabel 4. 5 Tabel Pengukuran Arus Motor VSD.....	IV-55
Tabel 4. 6 Tabel Lanjutan Pengukuran Arus Motor VSD	IV-56
Tabel 4. 7 Tabel Rata-Rata Arus Motor VSD.....	IV-57
Tabel 4. 8 Tabel Pengukuran Tegangan Motor DOL	IV-58
Tabel 4. 9 Tabel Lanjutan Pengukuran Tegangan Motor DOL	IV-59
Tabel 4. 10 Tabel Rata-Rata Tegangan Motor DOL.....	IV-60
Tabel 4. 11 Tabel Lanjutan Rata-Rata Tegangan Motor VSD.....	IV-61
Tabel 4. 12 Tabel Pengukuran Tegangan Motor VSD.....	IV-61
Tabel 4. 13 Tabel Rata-Rata Tegangan Motor VSD.....	IV-63
Tabel 4. 14 Tabel Lanjutan Rata-Rata Tegangan Motor VSD.....	IV-64
Tabel 4. 15 Tabel Rata-Rata Daya Aktif Motor DOL Per Hari	IV-65
Tabel 4. 16 Tabel Rata-Rata Daya Aktif Motor VSD Per Hari	IV-66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : <i>Sootblower</i> pada <i>recovery boiler</i> PT. RAPP	74
Lampiran 2 : Pusat pengontrolan motor <i>sootblower</i> DOL	75
Lampiran 3 : Pusat pengontrolan motor <i>sootblower</i> VSD	75
Lampiran 4 : Data <i>name plate</i> motor <i>sootblower</i>	76
Lampiran 5 : Data pengukuran tegangan dan arus motor <i>sootblower</i> VSD	76
Lampiran 6 : Data pengukuran tegangan dan arus motor <i>sootblower</i> DOL	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan sesuatu yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia sehari – hari. Hal ini dikarenakan aktivitas yang dilakukan manusia selalu membutuhkan energi. Energi yang digunakan manusia berasal dari makanan dan minuman yang dikonsumsi. Tidak hanya dari kehidupan manusia, setiap gejala yang terjadi di alam semesta tak luput dari energi. Energi dibutuhkan bagi aktivitas manusia terutama untuk kegiatan perekonomian, rumah tangga, Industri, bisnis serta transportasi (Jawoto Sih Setyono, & dkk, 2019).

Energi merupakan sesuatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan keberadaannya. Kebutuhan energi merupakan sesuatu yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia saat ini, energi mempunyai peranan penting dalam kehidupan sosial, ekonomi dan lingkungan yang berkelanjutan (Ign. Riyadi Mardiyanto, & dkk, 2011).

Energi bersifat kekal, artinya energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan akan tetapi dapat diubah (ditransformasi) ke dalam bentuk lain dan dapat dimanfaatkan untuk kepentingan energi. Terdapat beberapa jenis energi seperti energi kinetik, energi kimia, energi panas, dsb. Energi yang paling terkenal dalam pemanfaatannya adalah energi listrik. Hal ini dikarenakan sifat energi listrik yang paling mudah ditransformasi ke bentuk energi lain, misalnya energi listrik diubah menjadi energi gerak, energi listrik diubah menjadi energi panas, energi listrik diubah menjadi energi cahaya, dsb. Untuk menghasilkan energi listrik tentu saja terdapat suatu instrumentasi yang disebut sebagai pembangkit listrik. Pembangkit listrik adalah kumpulan dari beberapa mesin yang sumber utamanya dari listrik tergabung dalam beberapa sistem atau sub sistem untuk menjalankan proses produksi menghasilkan energi listrik (A.K. Raja, & dkk, 2006).

Dengan adanya pembangkit listrik, tentu saja diharapkan dapat menyediakan jumlah energi listrik yang memadai guna menunjang kehidupan serta berperan penting dalam proses produksi yang terjadi di dunia. Dalam proses

produksi, energi listrik banyak dimanfaatkan dengan ditransformasi ke dalam bentuk energi gerak yaitu dengan penggunaan motor listrik (induksi 3 fasa) dengan jumlah yang signifikan. Motor induksi adalah motor yang paling banyak di gunakan saat ini, karena memiliki konstruksi yang sederhana, relatif murah, lebih ringan dan memiliki efisiensi yang tinggi serta mudah dalam pemeliharaannya di bandingkan dengan motor DC (Zulfikar, & dkk, 2019).

Akan tetapi seiring dengan perkembangan zaman, semakin bertambahnya jumlah penggunaan motor listrik tidak dapat dihindari lagi. Diperkirakan lebih dari 50% energi listrik dunia yang dihasilkan dikonsumsi oleh mesin listrik (Sarhan, 2011).

Motor induksi tiga fasa sering digunakan sebagai penggerak pada peralatan dengan kecepatan penuh atau kecepatan yang relatif konstan. Konsumsi daya pada motor induksi dengan kecepatan konstan lebih besar dan hal tersebut dapat menyebabkan pemborosan energi Listrik (Atmam, & dkk, 2018).

Untuk mencegah hal tersebut, maka dibutuhkan suatu sistem yang diharapkan dapat meningkatkan tingkat efisiensi dari penggunaan motor listrik. Hal ini dibuktikan dengan sistem pengontrolan motor listrik yang semakin bervariasi. Saat ini, sistem pengontrolan motor tidak hanya terpaku pada sistem *direct on line* (DOL) akan tetapi hingga Teknik pengaturan kecepatan motor. Teknik pengaturan kecepatan motor induksi ini dapat dilakukan dengan beberapa cara. Salah satu caranya adalah menggunakan Variable Frequency Drive (VFD) (Dona Alfandani Suwenda, & Puji Slamet, 2022).

Dalam dunia industri saat ini, penerapan VSD sebagai pengontrolan motor induksi semakin banyak. Pada PT. RAPP, penerapan VSD dapat dilihat pada pengontrolan motor *sootblower* pada *recovery boiler*. Pengontrolan motor *sootblower* PT. RAPP dilakukan dengan 2 metode yakni dengan pengontrolan secara DOL dan VSD. Penggunaan VSD pada motor induksi dapat mempengaruhi banyak hal, terutama pada penghematan energi Listrik (Ade Bagus Fakhri, & dkk, 2022).

Dengan pengaplikasian VSD, terdapat perbedaan jumlah energi yang digunakan bila dibandingkan dengan kontrol DOL. Kita tentu mengetahui, bahwa pengontrolan dengan menggunakan VSD jauh lebih hemat dibandingkan DOL.

Dikarenakan, penggunaan cara DOL akan menimbulkan arus start yang tinggi pada motor induksi sehingga dapat juga menyebabkan pemborosan energi Listrik (Atmam, & dkk, 2018).

Akan tetapi, kita tidak mengetahui berapa banyak daya yang dihemat bila menggunakan kontrol VSD. Untuk mengetahui hal tersebut, maka penulis melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui berapa banyak daya yang dapat dihemat dengan pengaplikasian VSD bila disetahunkan.

Penelitian ini dilakukan dengan metode perbandingan perhitungan penggunaan daya aktif pada motor *sootblower* dengan kontrol DOL dan VSD. Metode ini dilakukan dengan mengambil sampel motor dengan spesifikasi yang sama sebanyak masing-masing 10 motor dengan kontrol DOL dan VSD. Pengujian dilakukan dengan pengambilan data sampel selama 8 hari, yang mana dalam 1 hari nya di ambil setiap 8 jam sekali. Setelah dilakukan pengambilan data, maka akan dicari nilai rata-rata daya aktif dan energi yang digunakan serta dilakukan perhitungan bila dilakukan selama 1 tahun berapa banyak energi dan rupiah yang dapat dihemat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya maka rumusan masalah untuk penelitian adalah :

1. Bagaimana perbandingan energi listrik yang digunakan pada pengontrolan motor *sootblower* pada *recovery boiler* PT. RAPP?
2. Apa jenis sistem pengontrolan motor *sootblower* yang lebih hemat pada *recovery boiler* PT. RAPP?
3. Berapa banyak perbedaan biaya energi listrik yang digunakan pada pengontrolan motor *sootblower* pada *recovery boiler* PT.RAPP?

1.3 Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah dalam penelitian ini :

1. Sistem pengontrolan motor *sootblower* hanya mencakup sistem pengontrolan motor *direct on line* (DOL) dan *variable speed drives* (VSD).
2. Jumlah perbandingan energi hanya sebatas pada penggunaan energi listrik dengan mengabaikan arus *starting* motor, rugi-rugi internal motor, dan jumlah

penggunaan *low pressure steam* (LP steam) pada sistem *sootblower recovery boiler*.

3. Penelitian dilakukan dengan melakukan studi perbandingan analisa daya aktif antara sistem pengontrolan motor DOL dan VSD.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pembuatan penelitian ini adalah :

1. Menganalisa perbandingan energi listrik yang digunakan pada pengontrolan motor *sootblower* pada *recovery boiler* PT. RAPP.
2. Mengevaluasi jenis system pengontrolan motor *sootblower* yang lebih efisien dari segi konsumsi energi listrik pada *recovery boiler* PT. RAPP
3. Menganalisis perbedaan biaya energi listrik yang digunakan dalam pengontrolan motor *sootblower* pada *recovery boiler* di PT. RAPP

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan menjadi pedoman dalam menentukan sistem pengontrolan motor induksi berdasarkan perbandingan jumlah penggunaan energi yang digunakan pada *recovery boiler* PT. RAPP.