

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Belakangan ini, perkembangan industri khususnya di Indonesia semakin hari semakin meningkat. Dalam dunia industri, banyak ditemukan penggunaan motor listrik untuk berbagai macam keperluan. Salah satu contohnya adalah sepeda listrik, Sepeda listrik dipakai seperti sepeda biasa dengan penggunaan pedal, namun tenaga yang dikeluarkan oleh pengendara tidak sebesar sepeda biasa karena dibantu oleh motor listrik. Hal ini memungkinkan pengendara mencapai jarak yang lebih jauh dengan pengeluaran tenaga yang sama [1]. Pada sepeda listrik digunakan baterai/aki sebagai sumber energi untuk menggerakkan motor listrik. Sumber energi listrik yang digunakan untuk mengisi ulang baterai pada umumnya berasal dari sambungan listrik rumah (PLN), karena pada saat ini pembangkit listrik masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama, diperlukan sumber energi alternatif untuk menghindari penggunaan bahan bakar *fosil* tersebut [2].

Pada perkembangannya, sektor perindustrian tidak lepas dari pentingnya peran motor listrik. Di antara jenis-jenis motor listrik yang ada, motor induksi khususnya tipe sangkar tupai adalah motor yang secara umum digunakan di industri. Motor-motor ini memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan motor listrik tipe lain, yaitu harganya yang lebih ekonomis, konstruksinya yg kuat, konversi energi yang lebih efisien, dan biaya perawatan yang lebih rendah. Motor induksi juga memiliki torka awal yang tinggi, sifat ini berguna ketika beban dipasang sebelum menghidupkan motor.

Motor listrik sendiri banyak sekali diaplikasikan pada sepeda listrik, banyak merek-merek sepeda listrik yang masih terkenal sampai saat ini salah satunya sepeda listrik Mr. Jackie. Mahalnya harga sepeda listrik dipasaran membuat banyak konsumen lebih memilih untuk memiliki sepeda motor dibanding sepeda listrik yang sudah jelas memiliki banyak manfaat salah satunya lingkungan dan kesehatan, tidak terjangkaunya harga sepeda listrik dipasaran disebabkan karena penggerak utama pada sepeda listrik menggunakan motor BLDC atau motor listrik dengan magnet permanen [3].

Di lain pihak, motor induksi pada dasarnya memiliki dua kelemahan. Kelemahan yang pertama, motor induksi bukan merupakan motor dengan kecepatan konstan, slip saat beban penuhnya beragam mulai dari 1 % untuk motor dengan daya tinggi sampai dengan 5% untuk motor dengan daya rendah. Kemudian yang kedua adalah sifat motor induksi yang tidak

menyediakan operasi kecepatan variabel atau berubah-ubah. Untuk itu, motor induksi memerlukan pengaturan kecepatan berupa *Variable-frequency drive* (VFD). Kendali kecepatan penting digunakan untuk motor induksi karena beberapa alasan berikut:

1. Bisa memastikan operasi berjalan dengan lancar
2. Menyediakan kendali torka dan akselerasi
3. Proses penggunaan motor yang berbeda membutuhkan motor berputar pada kecepatan tertentu
4. Mengompensasi parameter beban yang berubah-ubah
5. Saat mulai pemasangan, dibutuhkan kecepatan putar motor yang lambat

Faktor-faktor di atas membuktikan bahwa motor induksi membutuhkan pengimplementasian pengendali kecepatan yang baik, dengan menggunakan SVPWM di bawah kecepatan referensi dan variasi torsi beban yang hasilnya menunjukkan bahwa SVPWM adalah yang efisien karena memiliki karakteristik kinerja yang baik [4].

Maka dibutuhkan Kontrol V/f atau *scalar control* pada motor induksi tiga fasa yang dilakukan dengan menggunakan *pulse width modulation*. Sehingga dalam perkembangannya, beberapa teknik modulasi telah diteliti dan dikembangkan. Jenis modulasi yang dipakai di PWM kendali skalar contohnya adalah modulasi *space vector modulation* [5]. Keunggulan daripada Modulasi *Space vector* adalah modulasi ini menghasilkan keluaran tegangan dan arus yang lebih sedikit. Selain itu SVM menghasilkan tegangan keluaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknik modulasi yang lain [6].

Pengendalian kecepatan motor induksi tiga fasa terbagi menjadi dua, yaitu pengendalian kecepatan dengan *scalar control* (V/f) dan *vector control*. Keunggulan vektor kontrol adalah motor induksi dapat dikontrol seperti motor DC eksitasi terpisah sehingga memungkinkan pengontrolan *variabel* secara terpisah. Dalam hal ini *variabel* yang dimaksud ialah fluks dan torka. Kompleksnya keunggulan yang ditawarkan vektor kontrol berbanding lurus dengan sulitnya penerapan dan implementasi metode tersebut pada motor induksi. Sedangkan keuntungan skalar vektor adalah memiliki struktur kendali yang sederhana, mudah dan cepat diprogram serta dapat dioperasikan dengan kendali loop terbuka, sehingga secara ekonomis lebih murah. Kontrol V/f pada motor induksi tiga fasa dilakukan dengan menggunakan *pulse width modulation* [7].

Rancang bangun pengendali kecepatan motor induksi tiga fasa adalah sistem pengendalian kecepatan motor induksi tiga fasa menggunakan metode scalar control dengan kendali V/f konstan atau perbandingan antara tegangan dan frekuensi.

Penelitian ini berfokus pada rancang bangun pengendali kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis TI C2000 pada sepeda listrik dengan mengatur tegangan dan frekuensi yang diinginkan. Dengan tujuan merancang sistem kontrol motor induksi tiga fasa menggunakan TI C2000 pada sepeda listrik, menganalisa kinerja sistem kontrol motor induksi tiga fasa dengan mengubah frekuensi tegangan menggunakan metode SVPWM pada sepeda listrik dan menganalisis arus stator motor induksi tiga fasa saat keadaan tunak atau *steady-state*.

1.2 State of the art

State of the Art adalah pernyataan yang menunjukkan posisi penelitian tugas akhir dilakukan diantara penelitian yang berada di lingkup yang sama. Dalam bagian ini akan diuraikan secara singkat penelitian sebelumnya yang bersesuaian dengan penelitian tugas akhir ini. Sehingga dapat memberikan masukan terhadap penelitian yang akan dilakukan dan dapat memperkuat alasan mengapa penelitian ini akan dilakukan. Adapun *state of the art* dipaparkan pada Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Tabel Referensi penelitian terkait

Judul	Peneliti	Tahun	Deskripsi
<i>Speed Control Of_Three Phase Induction Motor Using</i>	Shaik Feroz Ahmed, DR. Dr. K. H Phanishree	2018	Penelitian ini menyajikan kontrol kecepatan motor induksi menggunakan Arduino Uno untuk merancang sistem yang memberikan kontrol yang lancar bersama penghematan energi [8].
Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller	Noorly Evalina, Abdul Azis H, Zulfikar	2018	pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa pada penelitian ini menggunakan inverter satu fasa dan frekuensi 50 hz. Inverter mengkonversikan sumber tegangan AC 3 fasa maupun sumber tegangan AC 1 fasa yang memiliki frekuensi 50 Hz konstan menjadi sumber tegangan

Judul	Peneliti	Tahun	Deskripsi
			AC 3 fasa yang frekuensinya dapat diatur antara 0 – 50 Hz. <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC) digunakan sebagai pengendali kecepatan motor induksi tiga fasa melalui inverter [5].
Rancang bangun pengendali motor AC satu fasa_sebagai penggerak jemuran otomatis berbasis mikrokontroler arduino uno	Saeful Anwar, Fithri Muliawati, Suratun	2017	Pembuatan rancang bangun pengendali motor AC satu fasa sebagai penggerak jemuran otomatis, melalui pemahaman sistem kendali saat ini, pembuatan rangkaian, pemilihan dan perangkaian sensor ,pembuatan dan pengintegrasian sistem, pembuatan program, pengujian sistem, pengukuran kinerja motor AC satu fasa, analisis hasil pengukuran dan kesimpulan. Penggunaan sensor untuk diaplikasikan dalam pekerjaan manusia sehari-hari semakin memudahkan dan efisien. Salah satunya penggunaan sensor LDR yang di aplikasikan pada rancang bangun jemuran otomatis [9].
Strategi Kendali Kecepatan Motor Induksi Menggunakan Pwm Inverter Berbasis Jaringan Saraf Tiruan	Adi Kurniawan dan Anisa Harumwidiah	2015	Pada penelitian ini, diusulkan sebuah metode_untuk_mengendalikan kecepatanmotor induksi menggunakan PWM inverter tiga fasa yang dikendalikan oleh pengendali berbasis jaringan saraf tiruan Sistem terdiri atas sebuah sumber tegangan DC, PWM inverter tiga fasa, pengendali berbasis jaringan saraf tiruan, filter pasif, dan motor induksi tiga fasa [10].

Berdasarkan Tabel 1.1 dapat dilacak posisi penelitian tugas akhir ini diantara penelitian yang sebidang. Penelitian yang sebidang adalah penelitian yang dilakukan oleh Shaik Feroz Ahmed, dkk pada tahun 2018 [8]. Penelitian ini meneliti tentang kecepatan Motor Induksi menggunakan Arduino Uno untuk merancang sistem yang memberikan kontrol yang lancar bersama dengan penghematan energi. Motor induksi yang digunakan pada penelitian ini adalah motor induksi tiga fasa yang digunakan dalam *drive* industri karena banyak kelebihannya seperti mengendalikan kecepatan dengan kontrol jarak pendek pada stator. Tujuan dalam penelitian ini adalah pengendalian kecepatan motor induksi menggunakan kontrol stator. Pengendalian sudut tembak pada penelitian ini menggunakan bantuan semikonduktor Arduino Uno dan tegangan terminal dibelitan stator motor yang bervariasi untuk mencapai kecepatan motor induksi tiga fasa dapat dioperasikan dan dikontrol menggunakan *smartphone* [8].

Penelitian kedua yang diteliti oleh Noorly Evalina, Abdul Azis H, Zulfikar pada tahun 2018 [5]. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan inverter yang mengkonversikan sumber tegangan AC tiga fasa maupun sumber tegangan AC satu fasa yang memiliki frekuensi 50 Hz konstan menjadi sumber tegangan AC tiga fasa yang frekuensinya dapat diatur antara 0 – 50 Hz. Pada penelitian ini program *Ladder* diagram dirancang menggunakan *CXProgrammer* pada *Programmable Logic Controller* (PLC) yang digunakan sebagai pengendali kecepatan motor induksi tiga fasa melalui inverter. Frekuensi yang dikendalikan mulai dari 5 Hz sampai 60 Hz dan putaran yang dihasilkan 124 rpm sampai dengan 1441 rpm. Semakin besar data frekuensi yang disetting ke PLC, maka kecepatan putaran motor induksi akan berubah semakin cepat [5].

Penelitian ke tiga yang diteliti oleh Saeful Anwar, dkk pada tahun 2017 [11]. Penelitian ini di implementasikan pada jemuran otomatis menggunakan mikrokontroler arduino uno dan induksi motor AC satu fasa dengan menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR). Pada sistem kendali yang akan dibuat pada rancang bangun ini yaitu untuk mengatur (*reverse-forward*) maju mundur pada motor yang digunakan sebagai penggerak [11].

Penelitian yang ke empat yang diteliti oleh Adi Kurniawan dan Anisa Harumwidiah pada tahun 2015 [12]. Penelitian ini mengendalikan kecepatan motor induksi menggunakan metode *Pulse Width Modulations* (PWM) inverter tiga fasa yang dikendalikan oleh pengendali berbasis jaringan saraf tiruan. Motor induksi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan motor induksi tiga fasa dan pelatihan pengendali berbasis jaringan saraf tiruan ini didapat dengan terlebih dahulu memasang pengendali *Proporsional Integral differensial* (PID) untuk

mengendalikan PWM inverter, kemudian mencari secara manual parameter PID yang terbaik untuk setiap kondisi kecepatan, lalu mengambil data masukan dan keluaran dari kontroler PID tersebut sebagai data pelatihan [12]. Dapat disimpulkan dari keempat penelitian di atas, dimana penelitian yang menitik beratkan pada rancang bangun pengendali kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis TI C2000 pada sepeda listrik belum pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian yang lebih mendekati yaitu pada jurnal yang meneliti tentang kecepatan motor induksi berbasis Arduino Uno [9].

Perbedaan antara penelitian pada jurnal [9] dan penelitian ini yaitu, Motor induksi yang digunakan adalah motor induksi tiga fasa dan jenis mikrokontroler yang digunakan pada penelitian diatas menggunakan Arduino Uno. Sedangkan pada penelitiann ini menggunakan motor induksi *Alternating Current* (AC) tiga fasa yang kemudian simulasikan menggunakan Matlab *simulink*. Nilai parameter pada penelitian ini yaitu mengubah tegangan dan frekuensi sehingga kecepatan motor dapat diatur.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, perumusan masalah penelitian antara lain:

1. Bagaimana rancang bangun sistem pengendali kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis TI C2000 pada sepeda listrik?
2. Bagaimana kinerja sistem kontrol motor induksi tiga fasa dengan mengubah masukan frekuensi dan tegangan menggunakan metode SVPWM sebagai penggerak sepeda listrik?
3. Bagaimana arus stator motor induksi tiga fasa saat keadaan tunak atau *steady-state*?

1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang bangun sistem kontrol motor induksi tiga fasa menggunakan TI C2000 sebagai penggerak sepeda listrik
2. Menganalisa kinerja sistem kontrol motor induksi tiga fasa dengan mengubah frekuensi masukan dan tegangan menggunakan metode SVPWM sebagai penggerak sepeda listrik
3. Menganalisis arus stator motor induksi tiga fasa saat keadaan tunak atau *steady-state*.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang didapatkan serta diharapkan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Akademis

Riset ini dapat memperkaya bidang ilmu mengenai motor induksi tiga fasa atau mesin asincronous khususnya mengenai pengendali kecepatan pada motor induksi tiga berbasis TI C2000 dan Penelitian ini dapat memperdalam rekayasa ilmu di bidang motor induksi tiga fasa yang dapat dikendalikan.

2. Manfaat Praktis

Sebagai acuan untuk pembuatan sepeda listrik dengan penggerak motor induksi tiga fasa berbasis TI C2000 dan dimanfaatkan sebagai energi alternatif sepeda listrik yang dapat menempuh jarak jauh dengan penggunaan energi yang tidak terlalu besar.

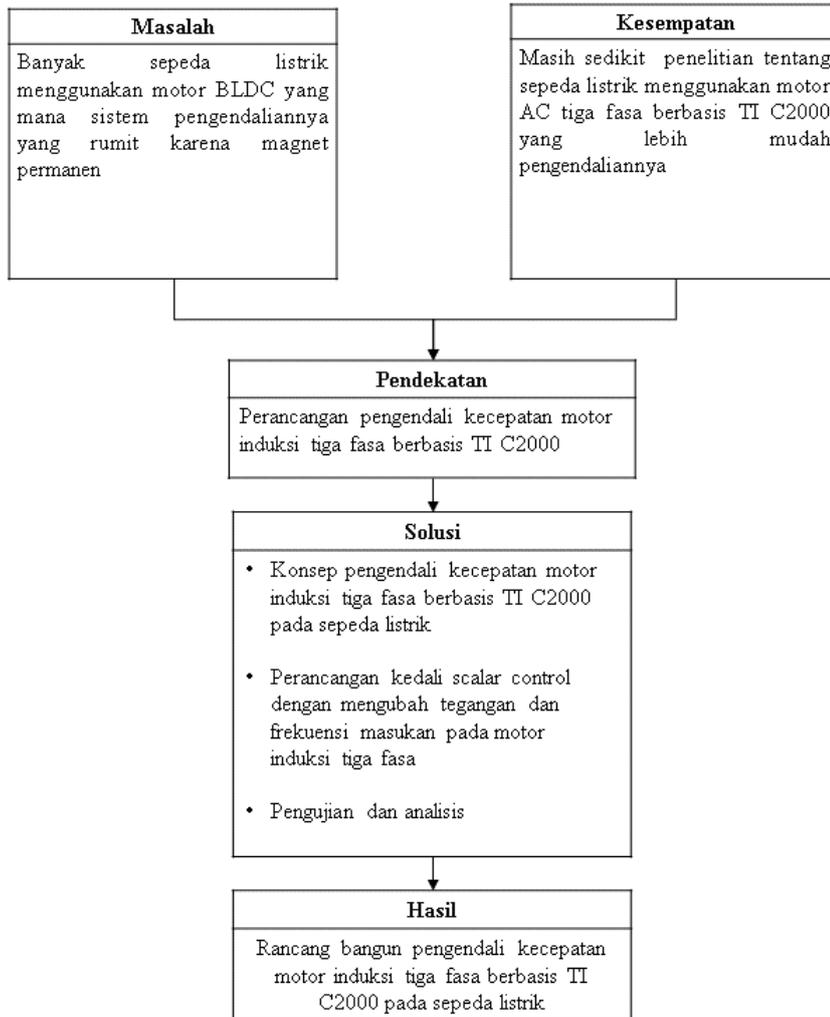
1.6 Batasan Masalah

Batasan yang berhubungan dengan masalah ini sangatlah luas, maka dari itu perlu adanya batasan masalah dalam penelitian ini, supaya yang akan didapat akan lebih spesifik dan terarah. Batasan masalah ini menitik beratkan pada :

1. Kecepatan putaran motor hanya diatur oleh frekuensi yang dibangkitkan.
2. Tidak membahas tentang filter yang digunakan.
3. Inverter yang digunakan adalah inverter terkendali berbasis PWM.

1.7 Kerangka Berfikir

Kerangka pemikiran adalah narasi (uraian) atau pernyataan (proposisi) tentang kerangka konsep pemecahan masalah yang telah diidentifikasi atau dirumuskan. Kerangka berpikir atau kerangka pemikiran dalam sebuah penelitian kuantitatif, sangat menentukan kejelasan dan validitas proses penelitian secara keseluruhan. Melalui uraian dalam kerangka berpikir, peneliti dapat menjelaskan secara komprehensif variabel-variabel apa saja yang diteliti dan dari teori apa variabel-variabel itu diturunkan, serta mengapa variabel-variabel itu saja yang diteliti. Adapun kerangka pemikiran dari penelitian ini yang dijabarkan pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Alur Kerangka Berfikir

1.8 Sistematika Penulisan

Dalam mendapatkan struktur penyusunan data dan penulisan yang baik. Tugas akhir ini memiliki kerangka dan sistematika yang mengikuti aturan yang telah ditentukan, sehingga diharapkan mendapatkan hasil tulisan yang baik. Penulisan tugas akhir ini mengikuti sistematika penulisan yang terdiri dari.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai ide-ide yang mendasari dilakukannya penelitian rancang bangun pengendali kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis TI C2000 pada sepeda listrik. Penjelasan konsep dari penelitian dijelaskan pada bab ini yaitu pengajuan ide dalam penelitian yang disampaikan serta diimplementasikan dengan baik untuk menghasilkan penelitian yang berkualitas.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang hal-hal pokok sebelum melakukan penelitian. menyangkut dengan penelitian perlu adanya penguasaan teori yang berhubungan dan menunjang dalam rancang bangun rancang pengendali kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis TI C2000 pada sepeda listrik, konsep dasar motor listrik, simulasi matlab *Simulink*, serta mikrokontroler yang dipakai sebagai pengendali pada inverter tiga fasa.

BAB III METODOLOGI DAN RENCANA PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alir serta tahapan-tahapan proses untuk pemecahan masalah yang terdapat pada penelitian dengan sistematis agar mendapatkan hasil yang diinginkan serta diimplementasikan dari penelitian rancang bangun pengendali kecepatan motor induksi tiga fasa pada motor induksi tiga fasa menggunakan mikrokontroler TI C2000.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan tentang realisasi rencana penelitian dengan merancang pengujian kendali kecepatan motor induksi tiga fasa pada sepeda listrik untuk mengetahui nilai masukan frekuensi, tegangan dan besar arus yang dihasilkan serta pengujian simulasi menggunakan software matlab *simulink* yang menunjukkan sinyal referensi tegangan sinusoid dan referensi arus sinusoid yang dapat dilihat pada osiloskop.

BAB V HASIL DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang hasil-hasil uji sistem monitoring yang telah dirancang yaitu hasil keluaran sinyal sinusoidal berupa tegangan dan arus yang dihasilkan, kecepatan motor induksi yang dihasilkan (RPM) serta kekuatan daya tarik atau *torque* pada motor induksi tiga fasa yang dipasang pada sepeda listrik untuk dilakukan analisis parameter.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari analisis yang dilakukan mengenai referensi tegangan sinusoid dan referensi arus sinusoid yang dihasilkan menggunakan *software* matlab *simulink* dan performa kecepatan serta kekuatan *torque* motor induksi itu sendiri. Selain itu hal-hal batasan yang tidak bisa dilakukan di penelitian ini kedepannya bisa dilakukan oleh peneliti lain untuk disempurnakan di kemudian hari.