

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

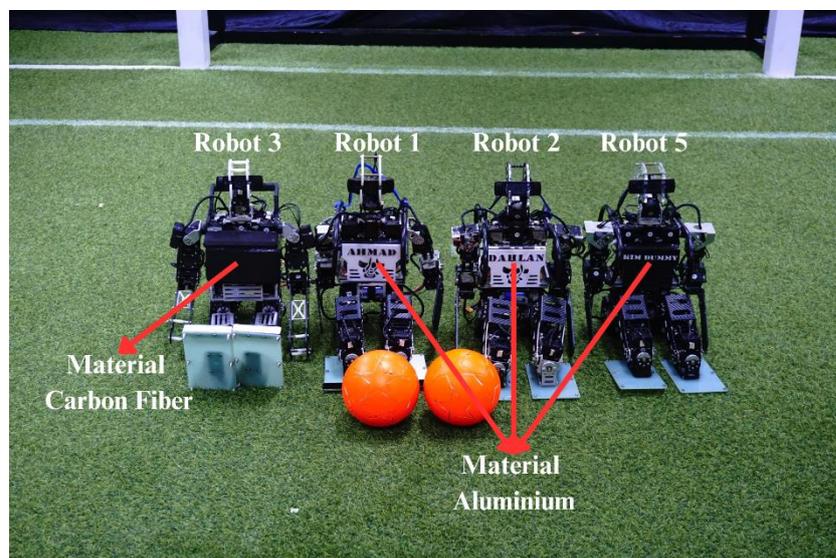
Liga *Humanoid Robocup Soccer* Indonesia merupakan judul baru perlombaan untuk Kontes Robot Cerdas Indonesia (KRCI) *Robo Soccer Humanoid League* (RSHL) yang menjadi ajang untuk memilih perwakilan Indonesia ke acara Robocup tahunan Internasional (Rahman & Widodo, 2013). Robot *Humanoid Soccer* merupakan salah satu bentuk implementasi teknologi di bidang robotika yang dapat menirukan aktivitas manusia dalam bermain sepak bola. Kompetisi sepak bola antar robot menjadi salah satu kompetisi yang terdapat dalam bidang robotika yang tidak hanya membantu memajukan robotika dan kecerdasan buatan tetapi juga berfungsi sebagai forum berbagi ilmu pengetahuan bagi para peneliti di Indonesia maupun diseluruh dunia (Rahmawati, 2021).

Dalam Kontes Robot Indonesia, kategori *humanoid* menjadi sebuah kompetisi sepak bola yang melibatkan robot berbentuk manusia. Tujuan utamanya adalah untuk mencetak gol ke gawang lawan serta menjaga gawang sendiri guna meraih kemenangan dalam pertandingan. Kompetisi robot indonesia sangat penting dalam perannya sebagai salah satu alat dalam pendidikan dan platform untuk melatih kreativitas mahasiswa dalam bidang rekayasa robotika. Semua ini dilakukan dengan berorientasi pada komunitas global yang sama di tingkat *international* (Kusumoputro et al., 2023).

Kontes robot ini juga berfungsi sebagai babak penyisihan nasional dimana yang nantinya tim pemenang juara satu dalam Kontes Robot Indonesia akan mewakili Indonesia pada ajang Robo Cup. Robo Cup adalah kompetisi remsi robot sepak bola *international* yang diatur oleh organisasi Robo Cup, serupa dengan peran organisasi FIFA dalam kompetisi sepak bola manusia. Kontes Robot Sepak Bola *Humanoid* Indonesia terdapat beberapa peraturan yang harus diikuti diantaranya dapat berjalan, menendang bola, melihat bola, menggiring bola dan bangun ketika robot terjatuh.

Universitas Ahmad Dahlan merupakan salah satu dari beberapa universitas yang mengikuti perlombaan kontes robot sepak bola humanoid baik nasional maupun *international*. Tim universitas Ahmad Dahlan sendiri bernama tim R-SCUAD yaitu singkatan dari *Robbo Soccer* Universitas Ahmad Dahlan. Tim R-SCUAD memiliki 5 robot, 4 robot menggunakan *Darwin-OP2* dan 1 robot lainnya menggunakan *Darwin-OP3*. DARwin-OP singkatan dari *Dynamic Anthropomorphic Robot with Intelligence-Open Platform* merupakan robot *humanoid* yang bisa berjalan, menari, dan bisa bermain sepak bola yang dibuat oleh ahli robot Dennis Hong (Hermawanto & Karim, 2018). Robot tim R-SCUAD yang sering digunakan untuk perlombaan di regional dan nasional menggunakan robot *Darwin-OP2*. Sejak awal terbentuk hingga sekarang R-SCUAD telah mencatatkan sejumlah prestasi dinasional dan di *international*. Beberapa event yang rutin diikuti oleh tim R-SCUAD diantaranya Kontes Robot Indonesia, FIRA Roboworld Cup, dan Robo Cup Asia Pacific. Pada gambar 1.1 merupakan desain robot tim R-SCUAD yang saat digunakan untuk

mengikuti perlombaan. Desain robot tim R-SCUAD saat ini memiliki 2 desain yaitu menggunakan material aluminium dan *carbon fiber*. Robot tim R-SCUAD memiliki beberapa nama yaitu untuk robot 1 bernama Ahmad, robot 2 bernama Dahlan, robot 3 bernama Darwis, robot 4 bernama Botis dan robot 5 bernama Kim Dummy. Robot-robot yang sering digunakan untuk perlombaan yaitu robot 1,2,3 dan 5.



Gambar 1. 1 Desain Robot Tim R-SCUAD

Desain robot gambar 1.2 merupakan desain robot tim R-SCUAD yang dibuat sejak 2016 sampai dengan 2023. Desain robot pada gambar 1.2 digunakan oleh robot 1, robot 2, robot 3, robot 4, dan robot 5. Material yang digunakan untuk pembuatan desain tersebut menggunakan material aluminium untuk pembuatan rangka kaki-kaki dan badan, sedangkan untuk telapak kaki menggunakan akrilik. Proses pembuatannya menggunakan proses laser untuk membentuk pola sesuai gambar desain dan kemudian pola tersebut *bending* (tekuk). Desain robot aluminium memiliki tinggi keseluruhan 57 centimeter

dengan berat 4.5 Kilogram. Desain robot ini memiliki beberapa komponen yang digunakan sebagai sistem kendali robot yaitu diantaranya.

1. Odroid XU-4 *Single Board Computer*

Tim robot universitas Ahmad Dahlan atau tim R-SCUAD menggunakan sebuah *Embedded Computer* sebagai pengedali utama robot dari hasil penangkapan citra *webcam*. *Embedded Computer mini* ini digunakan sebagai otak dari perilaku robot yang didalamnya berjalan sebuah program aplikasi *vision* berbasis sistem operasi linux ubuntu.

2. Open CM

Open CM merupakan sebuah papan mikrokontroler yang dikeluarkan oleh perusahaan ROBOTIS yang bersifat *Open Source*. Mikrokontroler ini digunakan untuk mengoperasikan sebuah *smart motor servo dynamixel MX-28 AR* dan *MX-64 AR*.

3. Motor *servo dynamixel MX-28 AR* dan 64 *MX-64 AR*

Robot tim R-SCUAD memiliki 2 jenis *servo dynamixel* sebagai sendi-sendi gerakannya, *servo MX-64 AR* digunakan untuk bagian kaki karena mampu menompang beban yang berat dan mampu bekerja dengan lebih baik daripada motor *servo MX-28*, sedangkan motor *servo MX-28 AR* digunakan untuk bagian tangan dan kepala.

4. Sensor kamera Webcam

Sensor kamera Webcam digunakan untuk mengetahui keberadaan bola dengan pengolahan citra oleh Odroid XU4 maka robot akan mengetahui posisi bola. Sensor memiliki peran penting sebagai mata dari

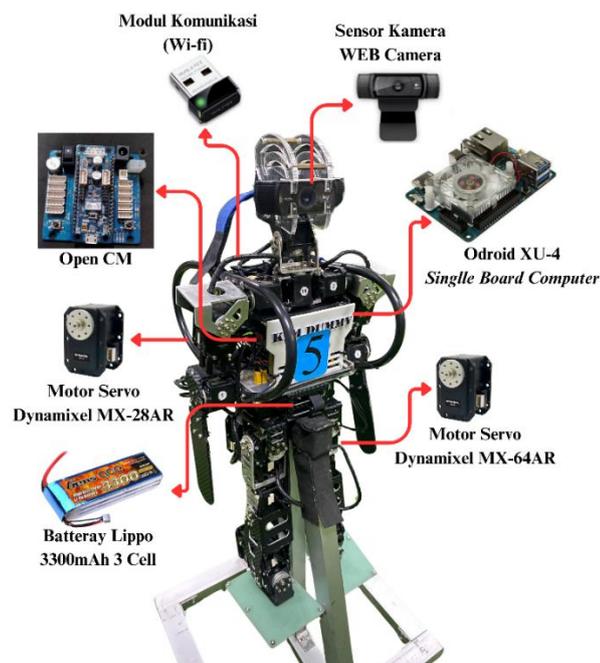
robot yang akan melihat posisi bola, selain itu juga digunakan untuk mencari gawang lawan dan membedakan antara area lapangan pertandingan dan non area lapangan dengan bantuan *software*.

5. Modul komunikasi (Wi-fi)

Modul Wi-fi digunakan untuk berkomunikasi dengan *referee box software* dan menerima perintah dari wasit pertandingan, sehingga robot dapat memutuskan perilaku berdasarkan sinyal dari *software referee box* yang dipegang oleh wasit sebagai pengatur pertandingan.

6. Catu daya

Catu daya membutuhkan cukup besar untuk menggerakkan 20 motor servo sesuai dengan lamanya durasi waktu pertandingan. Sumber tegangan yang digunakan yaitu baterai lithium-polymer yang akan didistribusikan menjadi beberapa variasi tegangan yang berbeda-beda.



Gambar 1. 2 Desain Robot material aluminium

Pada desain robot ini saat robot melakukan gerakan-gerakan sesuai peraturan kontes robot Indonesia sering kali *frame* (rangka) pada kaki robot terutama rangka paha mengalami patah, retak dan bengkok dilihat pada gambar 1.3. Tim R-SCUAD Universitas Ahmad Dahlan sering terjadi kerusakan pada saat melakukan uji coba robot dan pada saat pertandingan di regional maupun di nasional sebanyak 15 kali. Dari 15 kali kerusakan yang paling terjadi pada saat robot melakukan gerakan berlari mengejar bola dengan kecepatan 30-60 langkah kaki robot (*forward step*).



Gambar 1. 3 Desain Frame (rangka) Paha Terjadi Kerusakan.

Desain robot selanjutnya merupakan desain robot dengan menggunakan material komposit yaitu *carbon fiber* untuk rangka kaki, tangan, dan badan, sedangkan material aluminium digunakan pinggang, *angkle*, dan telapak kaki robot dapat dilihat pada gambar 1.4. Desain robot ini memiliki

tinggi badan 62 cm dengan berat 5.5 kilogram. Desain robot ini digunakan oleh robot 3 yaitu darwis untuk perlombaan kontes robot indonesia pada tahun 2023 baik diregional maupun nasional. Proses pembuatan desain ini dengan menggunakan mesin *Computer Numerically Control* (CNC) yaitu sebuah mesin yang digunakan untuk pembuatan sebuah produk desain dengan kontrol komputerisasi. Desain robot ini memiliki beberapa komponen yang digunakan sebagai sistem kendali robot yaitu diantaranya.

1. *Intel nuc core i5*

Tim robot universitas Ahmad Dahlan atau tim R-SCUAD menggunakan sebuah *Intel Nuc core i5* sebagai pengedali utama robot dari hasil penangkapan citra *webcam*. *Mini PC* ini digunakan sebagai otak dari perilaku robot yang didalamnya berjalan sebuah program aplikasi *vision* berbasis sistem operasi linux ubuntu.

2. Open CM

Open CM merupakan sebuah papan mikrokontroler yang dikeluarkan oleh perusahaan ROBOTIS yang bersifat *Open Source*. Mikrokontroler ini digunakan untuk mengoperasikan sebuah *smart motor servo dynamixel MX-28 AR, MX-64 AR dan MX-106*.

3. Motor *servo dynamixel* seri *MX-28AR, MX-64AR dan MX-106*.

Robot tim R-SCUAD memiliki 3 jenis *servo dynamixel* sebagai sendi-sendi gerakannya yaitu *servo MX-106, MX-64AR, dan MX-28AR*. *Servo MX-106* yang terpasang dirobot berjumlah 6 buah digunakan untuk bagian kaki seperti engkel kaki, dan lutut karena mampu menompang beban

yang berat dan mampu bekerja dengan lebih baik. *Servo MX-64AR* yang terpasang di robot berjumlah 6 buah yang digunakan untuk bagian paha robot, pinggang, dan bahun sedangkan motor *servo MX-28AR* digunakan untuk bagian tangan dan kepala.

4. Sensor kamera Webcam

Sensor kamera Webcam digunakan untuk mengetahui keberadaan bola dengan pengolahan citra oleh *intel nuc core i5* maka robot akan mengetahui posisi bola. Sensor memiliki peran penting sebagai mata dari robot yang akan melihat posisi bola, selain itu juga digunakan untuk mencari gawang lawan dan membedakan antara area lapangan pertandingan dan non area lapangan dengan bantuan *software* yang sudah ada.

5. Modul Wi-fi

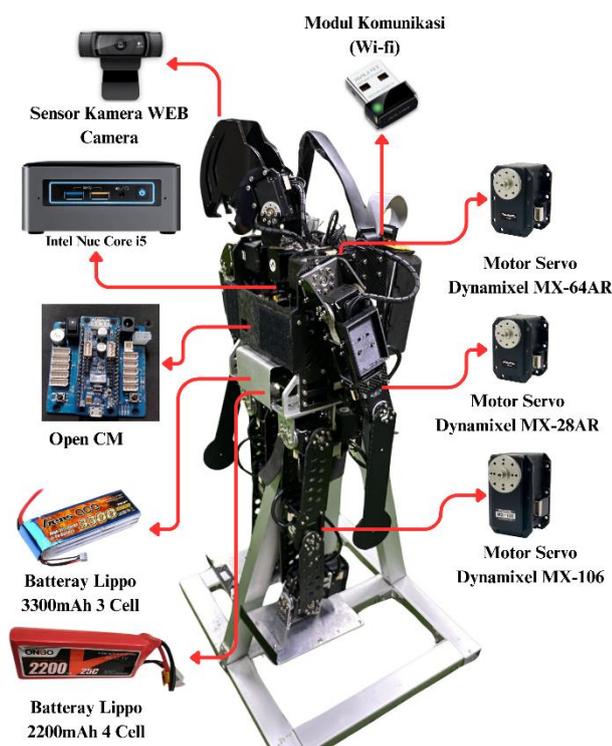
Modul Wi-fi digunakan untuk berkomunikasi dengan *referee box software* dan menerima perintah dari wasit pertandingan, sehingga robot dapat memutuskan perilaku berdasarkan sinyal dari *software referee box* yang dipegang oleh wasit sebagai pengatur pertandingan.

6. Catu daya

Catu daya membutuhkan cukup besar untuk menggerakkan 20 motor servo sesuai dengan lamanya durasi waktu pertandingan. Sumber tegangan yang digunakan yaitu baterai lithium-polymer yang akan didistribusikan menjadi beberapa variasi tegangan yang berbeda-beda.

Pada desain robot ini saat robot melakukan gerakan-gerakan sesuai peraturan kontes robot Indonesia beberapa kali robot terjatuh pada saat

melakukan menendang bola dan berlari mengejar bola dengan kecepatan langkah kaki 35-40 (*forward step*). Hal tersebut disebabkan pada rangka bagian kaki yang tidak cukup stabil dalam menompang bagian badan robot dan juga pada saat mengejar bola maupun pada saat posisi akan menendang bola. Kemudian untuk desain robot sendiri untuk melakukan gerakan-gerakan seperti berlari mengejar bola dengan kecepatan langkah kaki kurang dari 35 (*step forward*) robot masih bisa stabil dan juga pada saat melakukan gerakan bangun ketika terjatuh.



Gambar 1. 4 Desain Robot Menggunakan Material Komposit *Carbon Fiber*.

Oleh karena itu untuk mengidentifikasi terhadap masalah yang terjadi pada desain *frame* (rangka) robot dilakukan observasi, dan wawancara kepada setiap tim robot humanoid Universitas Ahmad Dahlan yang biasa disebut tim

Robbo Soccer Universitas Ahmad Dahlan (R-SCUAD). Hasil wawancara dan observasi didapatkan bahwa:

1. Pada desain robot gambar 1.2, permasalahan yang terjadi di *hardware* robot adalah pada material yang dipakai pada kaki terutama pada paha robot, karena material yang digunakan dalam pembuatan frame (rangka) memiliki ketebalan 2mm dan tidak diketahui jenis tipe yang digunakan serta spesifikasi dari material tersebut. Selain itu bentuk desain dari paha robot terutama pada tekukan (bending) bagian paha yang sering mengalami retak dan patah dilihat pada gambar 1.3.
2. Pada desain robot gambar 1.4, permasalahan yang terjadi adalah pada material *carbon fiber*, material *carbon fiber* merupakan material cukup ringan dan kuat akan tetapi memiliki kekurangan untuk menjaga kestabilan robot pada saat robot berlari mengejar bola dengan kecepatan 35-40 *step forward* dan posisi menendang bola. Karena robot sepak bola humanoid membutuhkan kestabilan untuk melakukan gerakan-gerakan sesuai peraturan di kontes robot indonesia. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa dalam pembuatan *frame* (rangka) pada kaki robot pada tim robot *humanoid* R-SCUAD perlu dibutuhkan pemilihan material bahan baku yang kuat dan efisien serta memiliki desain yang dapat meminimalisir terjadinya kerusakan. Oleh karena itu untuk mendapatkan solusi dari permasalahan diatas dilakukan penelitian dengan pendekatan menggunakan metode *Material Selection* dalam menentukan material bahan baku yang kuat dan tidak mudah mengalami kerusakan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan penulis dapat mengidentifikasi masalah yang ada sebagai berikut:

1. Terdapat keretakan pada saat pembentukan *frame* dengan cara membengkokan (*banding*) pada *frame* (rangka) kaki robot sehingga dapat mengganggu kestabilan robot pada saat berjalan.
2. Pemilihan material bahan baku dalam pembuatan *frame* kaki robot yang tidak diketahui jenis *type* material yang dipakai.
3. Terjadinya kerusakan atau *frame* (rangka) kaki robot pada saat robot melakukan gerakan berjalan, berlari mengejar bola dan menendang bola.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah diuraikan untuk membatasi ruang lingkup permasalahan agar tidak terjadi penyimpangan dari tujuan dan penelitian tidak semakin meluas, untuk itu diberikan batasan masalah yang ada sebagai berikut:

1. Fokus dari penelitian ini hanya tertuju pada rangka kaki robot humanoid.
2. Fokus utama pada penelitian ini adalah pada bahan yang digunakan dalam konstruksi rangka kaki robot.
3. Pendekatan yang digunakan adalah *Material Selection*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan analisis terhadap permasalahan yang teridentifikasi, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemilihan material yang tepat untuk digunakan dalam pembuatan *frame* (rangka) kaki robot ?

2. Bagaimana mengetahui spesifikasi tipe dari material yang akan digunakan pembuatan *frame* (rangka) kaki robot?
3. Bagaimana desain *frame* (rangka) robot yang dapat meminimalisir kerusakan pada saat dipakai dan digunakan di robot ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dijelaskan, adapun tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui material yang tepat untuk digunakan dalam pembuatan *frame* (rangka) kaki robot *humanoid*.
2. Untuk mengetahui spesifikasi material yang cocok digunakan dalam pembuatan *frame* (rangka) kaki robot *humanoid*.
3. Mengetahui desain yang dapat meminimalisir kerusakan dalam pembuatan *frame* yang sesuai dengan robot.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sarana guna meningkatkan wawasan dan pengetahuan mengenai material yang cocok sesuai kebutuhan dalam pembuatan *frame* (rangka) kaki robot pada kalangan komunitas robot *soccer humanoid* yang ada di Indonesia dengan metode *Material Selection*.