




PENGANTAR REKAYASA DAN DESAIN
CLUSTER 1 – FMIPA STEI
PROGRAM TPB - ITB

KU1201 PENGANTAR REKAYASA DAN DESAIN 2

Judul Dokumen	DESAIN ROBOT LEGO MINDSTORM
Jenis Dokumen	LAPORAN DESAIN KOMPETISI
Nomor Dokumen	KU1201- Clust01-2016.06.06
Nomor Revisi	VERSI 01
Nama File	K06-06-TUGAS AKHIR
Tanggal Penerbitan	Rabu, 19 Mei 2016
Unit Penerbit	PRD Cluster 1 - FMIPA STEI ITB
Jumlah Halaman	30 (TIGA PULUH) HALAMAN

Kelas: 06 Kelompok: 06		CLUSTER 1 – FMIPA STEI
Ditulis oleh	Nama/NIM : Arief Septian/16515026 Nama/NIM : I Made Iwan Darmawan/16515061 Nama/NIM : Teo Wijayarto/16515096 Nama/NIM : Aditya Pratama/16515121 Nama/NIM : Timothy Pranata/16515136 Nama/NIM : Muhammad Akmal Pratama/16515171 Nama/NIM : Alamson Soadamara/16515206 Nama/NIM : Abdulah Faqih Almubaroq/16515241 Nama/NIM : Dicky Novanto/16515276 Nama/NIM : Sanchia Teresa N. D. P/16515311 Nama/NIM : Shafwan Aminudin Muhammad/16515346 Nama/NIM : Rifqi Nabil Musyaffa/16515381	
	Tanda Tangan Ketua 	
Rabu, 19 Mei 2016		

DAFTAR ISI

1	PENGANTAR	4
1.1	RINGKASAN ISI DOKUMEN	4
1.2	TUJUAN PENULISAN DAN APLIKASI /KEGUNAAN DOKUMEN	4
1.3	REFERENSI	4
1.4	<i>DAFTAR SINGKATAN</i>	4
2	IDENTIFIKASI MASALAH (<i>DEFINING THE PROBLEM</i>)	5
2.1	DEFINISI MASALAH (<i>PROBLEM DEFINITION</i>)	6
2.2	SPESIFIKASI (<i>LIST OF SPECIFICATIONS</i>)	6
3	ALTERNATIF KONSEP (<i>GENERATION OF ALTERNATIVE CONCEPTS</i>)	7
3.1	<i>BRAINSTORMING</i>	7
3.2	<i>SKETSA KONSEP</i>	8
3.3	<i>DEKOMPOSISI FUNGSIONAL</i>	8
4	EVALUASI ALTERNATIF DAN PEMILIHAN KONSEP (<i>EVALUATION OF ALTERNATIVES AND SELECTION OF CONCEPT</i>)	14
4.1	<i>EVALUASI ALTERNATIF</i>	14
4.2	<i>MATRIKS KEPUTUSAN</i>	15
5	DESAIN RINCI (<i>DETAILED DESIGN</i>)	15
5.1	ANALYSIS	16
5.2	EXPERIMENTS	16
5.3	MODELS	16
5.4	DETAILED DRAWING	18
6	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN (<i>IMPLEMENTATION AND TESTING</i>)	20
6.1	IMPLEMENTASI (IMPLEMENTATION)	20
6.2	KRITERIA DAN METODA PENGUJIAN (TESTING CRITERIA AND METHODS)	23
6.3	HASIL PENGUJIAN (TESTING RESULTS)	23
7	ANALISIS (<i>ANALYSIS</i>)	24
8	KESIMPULAN	25
9	LAMPIRAN	26

LIST OF INDIVIDUAL CONTRIBUTIONS

NAMA	KONTRIBUSI DALAM KELOMPOK
Arief Septian	Membantu perekaman video kelompok dan dokumentasi.
I Made Iwan Darmawan	Membantu dalam editing video, dan perakitan jembatan dalam bridge builder
Teo Wijayarto	Membantu dalam pembuatan laporan, merakit robot bridge builder
Aditya Pratama	Membantu dalam perakitan robot
Timothy Pranata	Membantu dalam proses pembuatan design robot bridge builder
Muhammad Akmal Pratama	Membantu dalam pembuatan program, dan perakitan robot
Alamson Soadamara	Terlibat dalam proses pembuatan video
Abdulah Faqih Almubaroq	Membantu dalam pembuatan laporan, perakitan robot
Dicky Novanto	Membantu mengkoordinasi kerja kelompok, membantu dalam pembuatan program, dan perakitan robot
Sanchia Teresa N. D. P	Membantu proses pembuatan laporan
Shafwan Aminudin Muhammad	Membantu perakitan robot
Rifqi Nabil Musyaffa	Membantu dalam proses perakitan robot

Tabel 1 Kontribusi Anggota

Desain *Robot Bridge Layer*

1 PENGANTAR

1.1 RINGKASAN ISI DOKUMEN

Pada dokumen ini, kami membahas tentang konsep serta gagasan dari kegiatan desain *robot* yang berjudul “Bridge Builder”. Dokumen ini mencakup identifikasi masalah, deskripsi kebutuhan desain dan penentuan spesifikasi, pemaparan desain konseptual ataupun konsep-konsep alternatif beserta evaluasinya, dan pemilihan konsep yang tepat untuk diaplikasikan. Selanjutnya, dipaparkan desain rinci dari implementasi, pengujian, analisis serta pengambilan kesimpulan.

Desain dari *robot* ini diimplementasikan pada platform Lego Mindstorms EV3 yang akan dinilai pada akhir perkuliahan KU1201 Pengantar Rekayasa dan Desain 2. Untuk BB, penilaian berdasarkan waktu *robot* menyelesaikan tugasnya yakni menaruh jembatan, menyeberang jembatan, serta mengambil kembali jembatan. Penyelesaian waktu yang singkat menghasilkan nilai yang besar. Pada saat penilaian, *robot* akan diberikan kesempatan sebanyak tiga kali.

1.2 TUJUAN PENULISAN DAN APLIKASI /KEGUNAAN DOKUMEN

Tujuan penulisan dokumen ini adalah sebagai syarat kelulusan mata kuliah Pengantar Rekayasa dan Desain 2 (KU1201). Selain itu, dokumen ini juga ditujukan sebagai referensi untuk pembuatan *robot* BB.

1.3 REFERENSI

1. Kosky, Philip. Et.al. *Exploring Engineering, An Introduction to Engineering and Design*, Elsevier Inc., 2010.
2. <http://www.us.lego.com/en-us/mindstorms/community/robot?projectid=3332d6a0-8403-4a9b-8f29-ed7f0f4e53c2><isi dengan referensi lainnya>

1.4 DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Arti
PRD	Pengantar Rekayasa dan Desain
LME	<i>Lego Mindstorms Education</i>
BB	<i>Bridge Builder</i>
EV 3	<i>Education Version 3</i>

Tabel 2 Daftar Singkatan

2 IDENTIFIKASI MASALAH (*DEFINING THE PROBLEM*)

Jembatan merupakan hal yang sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan manusia. Ketika kita berbicara suplai barang, dinamisasi penduduk, ataupun hal yang bersifat “bergerak memindahkan sesuatu” pastilah sangat bergantung pada akses dalam melakukan hal tersebut. Salah satu permasalahan ketika melakukan hal tersebut yakni ketika menemukan suatu jalan buntu berupa jurang, celah, ataupun hal lain yang sejenis. Maka jembatan merupakan salah satu sarana untuk mewujudkan “pemindahan” tersebut.

Tujuan dibuatnya *robot* ini adalah sebagai simulasi bagaimana membuat sebuah jembatan portable yang bisa disebut sebagai “jemabatan” baik dari segi fungsi maupun bentuknya. Untuk mewujudkan hal tersebut terdapat berbagai permasalahan yang kami temukan dan juga harus kami selesaikan. Walaupun kami menggunakan desain yang sudah jadi, tak dipungkiri bahwa masih banyak kekurangan di segala sisi sehingga mengharuskan kami untuk membuat improvisasi guna menyempurnakan desain BB *Robot* ini. Kembali kepada rumusan masalah, masalah pertama adalah bagaimana mendesain bentuk *robot* agar bisa menaruh jembatan secara benar yakni tidak membanting jembatan secara kasar sehingga jembatan berada pada posisi yang sangat miring terhadap *robot*. Selanjutnya, jembatan harus didesain sedemikian rupa agar bisa dilintasi *robot*. *Robot* tidak hanya sekadar melintasi jembatan saja, namun *robot* harus bergerak secara lurus terhadap jembatan agar pada pengambilan kembali jembatan, kemungkinan keberhasilan semakin tinggi. Permasalahan ketiga adalah bagaimana mendesain sistem pengangkat di depan *robot* agar tidak mudah lepas pada saat pengangkatan jembatan. Selanjutnya adalah bagaimana mendesain agar *robot* bisa mendeteksi jurang dengan tepat dan mengatur pergerakan *robot* ketika melakukan gerakan tank agar tepat berputar 180°.

Dasar dari pembuatan *robot* ini adalah jembatan *robot* tank biasa namun dimodifikasi pada bagian depan *robot* sehingga *robot* mampu mengangkat struktur jembatan yang sudah didesain sedemikian rupa. BB *Robot* ini merupakan contoh bagaimana kita bisa membuat sebuah *robot* yang berfungsi sebagai Portable BB yang bisa diaplikasikan pada berbagai waktu dan kondisi. Sebagai contoh, BB *Robot* ini bisa diaplikasikan untuk keperluan di medan perang sebagai bantuan mobilisasi satuan kavaleri. Selain itu, *robot* ini juga bisa diaplikasikan sebagai jembatan sementara atau jembatan darurat. *Robot* BB ini nantinya akan sangat berguna untuk membuka jalur bantuan bagi para pengungsi.

Dari rincian aplikasi *robot* ini di atas, tentunya BB *Robot* harus memiliki berbagai macam ketentuan yang memenuhi kriteria yang diharapkan di atas. Kemampuan dasar yang dimiliki *robot* ini adalah pergerakan maju, mundur, belok dan berputar. Selanjutnya *robot* wajib memiliki sistem pengangkat jembatan portable yang tentunya bisa mengangkat serta menaruh jembatan. Kemampuan yang ketiga yang wajib dimiliki *robot* ini adalah pembacaan celah atau jurang. Kemampuan ketiga ini penting agar *robot* mengetahui posisi dimana celah atau jurang tersebut berada yang nantinya akan menentukan dimana jembatan akan ditaruh. Kemampuan terakhir adalah kemampuan berputar secara tepat. Kemampuan terakhir tersebut dibantu oleh sebuah sensor gyro sehingga didapat hasil yang seperti diinginkan.

BB *Robot* ini tentunya harus memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan oleh konsumen. Kami menasar segmen wilayah yang hanya membutuhkan dua ruas jalan. Sehingga ketika kami

merialisasikan produk kami dengan skala yang real, maka kira-kira lebar jembatan berjarak 3,5 meter dengan panjang 15 meter.

2.1 DEFINISI MASALAH (*PROBLEM DEFINITION*)

Kebutuhan

Masyarakat yang berada di wilayah yang terpencil atau berada pada wilayah yang terisolasi dikarenakan sesuatu kejadian seperti bencana alam membutuhkan akses yang bisa digunakan dalam berbagai macam kondisi untuk membuka akses ke area tersebut.

Definisi Permasalahan

Membuat jembatan portable yang ringkas, dinamis dan kompak. Hal tersebut diambil karena jika membuat jembatan permanen, maka waktu serta biaya yang dihasilkan akan membengkak. Padahal masyarakat pada daerah yang dimaksud menginginkan akses segera dibuka. Jika membuat jembatan sementara, maka resiko kembali runtuhnya jembatan bisa bertambah karena perancangan serta pembuatan secara terburu-buru. Selain itu, jika membuat jembatan sementara, maka jembatan tersebut suatu saat nanti akan dibongkar dan tidak bisa dipakai kembali sehingga akan membuang anggaran.

Permasalahan Lanjut

Jembatan portable nantinya dapat digunakan di medan lain juga, dan memiliki durabilitas yang ditingkatkan.

2.2 SPESIFIKASI (*LIST OF SPECIFICATIONS*)

Berikut spesifikasi yang dibutuhkan dalam *robot* BB

- Performa
BB *Robot* ini haruslah memiliki performa yang tangguh guna melahap segala medan (Demand)
BB *Robot* haruslah memiliki umur pakai yang panjang. (Wished)
- Geometri
Dalam versi lego BB *Robot* memiliki bentuk yang kompak dan ukuran yang dimaksimalkan yakni hanya berkisar kurang dari 17 cm untuk lebar dan 24 cm untuk panjang. Sedangkan untuk ukuran real, BB *Robot* memiliki dimensi sebesar 4 meter untuk lebar dan 10 meter untuk panjang. (Wished)
BB *Robot* bisa dibongkar pasang dengan mudah sehingga menambah nilai kepraktisan. (Demand)
- Material
Untuk material dalam BB *Robot* yang kami buat, segi material sebenarnya tidak terlalu dipikirkan sebab kami pasti menggunakan material yang sudah disediakan oleh pihak Lego. Namun ketika berbicara BB *Robot* dalam realisasinya, Material yang digunakan BB *Robot* haruslah kuat namun berasaskan pada ekonomi juga sehingga tidak terlalu menguras anggaran. (Demand)
- Energi
Dalam BB *Robot* yang dibuat, energy bersumber dari baterai alkaline serta baterai Lippo yang telah disediakan oleh Lego. Untuk BB *Robot* yang nyata kami

berharap dapat menggunakan energi seminimal mungkin dengan menggunakan sumber energy hybrid antara gas dan juga listrik dengan menggunakan solar panel. (Wished)

- Waktu
Untuk BB *Robot* dalam tugas besar ini, diharapkan mampu dibongkar pasang dalam waktu kurang dari 15 menit. Namun untuk BB *Robot* nyata, kami mendesain *robot* agar bisa dirakit serta dipisahkan setiap bagiannya dalam waktu yang singkat hanya dalam waktu 10 Jam. (Demand)
- Biaya
BB *Robot* dalam tugas besar tidak mempunyai rincian biaya yang jelas namun untuk BB *Robot* yang akan direalisasikan kami meprediksi bahwa hanya membutuhkan 5 miliar rupiah dalam produksinya. (Demand)
- Manufaktur
Untuk BB *Robot* yang dirakit dalam lego, kami kira tidak ada masalah dalam proses manufaktur. Karena kami tinggal merakit saja. Namun dalam pembuatan BB *Robot* yang nyata, diharapkan memakai 60% komponen lokal dan keseluruhan bagian *robot* dirakit di dalam negeri. (Demand)
- Standar
Untuk BB *Robot* yang kami rakit tentunya memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh pihak Lego. Namun dalam BB *Robot* yang direalisasikan standar yang berlaku untuk semua sistem pada *robot* ini adalah standar yang diakui oleh seluruh lembaga pemberi sertifikasi standar yang ada di dunia. (Wished)
- Safety
Standar keamanan yang BB *Robot* punyai harus memiliki sertifikasi dari berbagai institusi pemberi sertifikasi keamanan di dunia. (Demand)
- Transport
BB *Robot* dapat diangkut oleh satu buah helikopter Chinook untuk ukuran real (Demand)
- Ergonomics
BB *Robot* didesain agar bisa bergerak dalam berbagai bidang gerak baik untuk BB *Robot* Lego atau BB *Robot* real. (Demand)

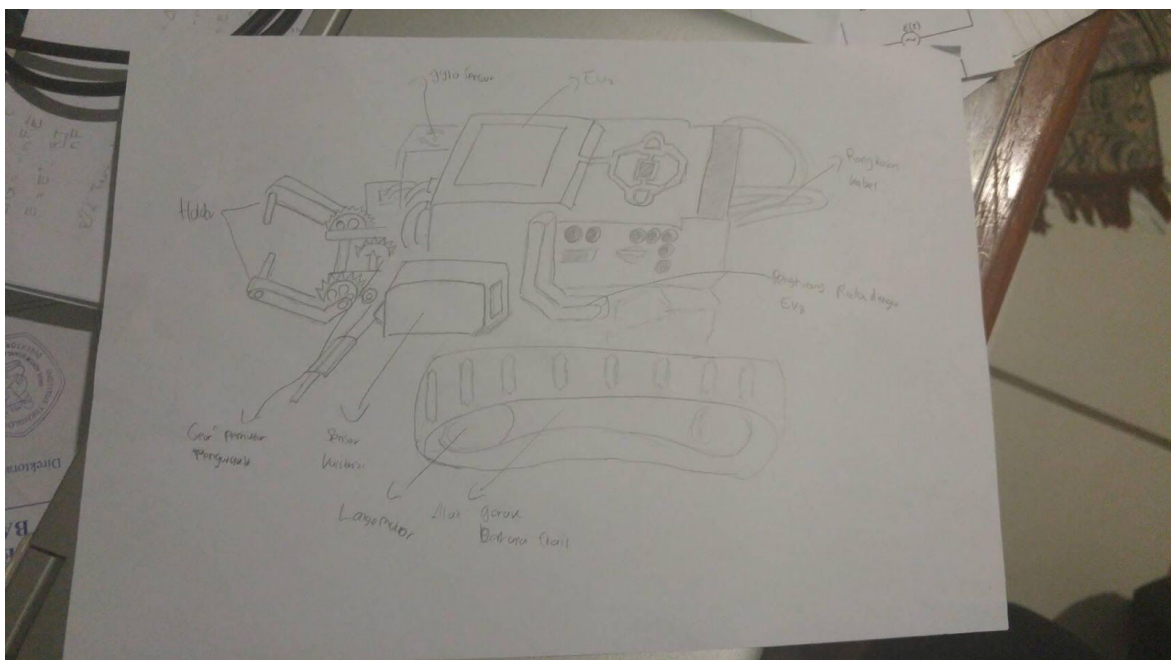
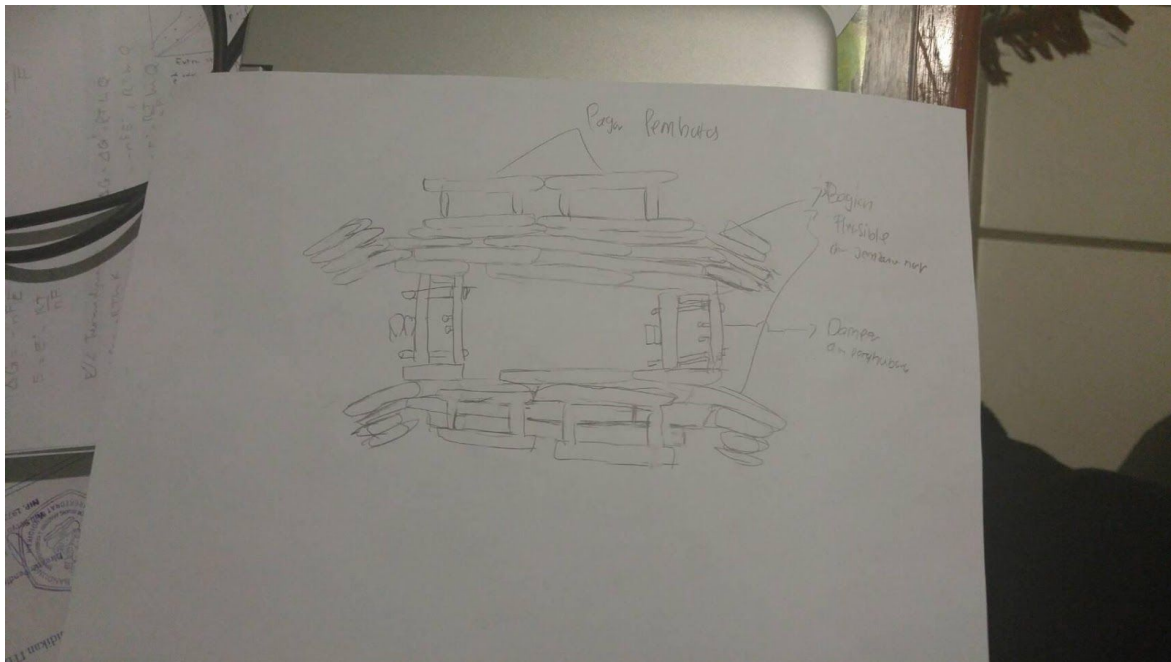
3 ALTERNATIF KONSEP (*GENERATION OF ALTERNATIVE CONCEPTS*)

3.1 BRAINSTORMING

Dalam kegiatan brainstorming, kelompok kami melakukan proses penyampaian ide oleh masing-masing anggota kelompok. Penyampaian ide ini berdasarkan pada design dasar *robot* BB yang telah ada dengan menyesuaikan komponen yang ada di kelompok. Misalnya, dengan tidak adanya komponen track pada roda tank yang kecil seperti pada referensi yang kami baca, maka kami mengembangkan ide untuk mengganti track roda tank dengan roda dengan bahan karet. Namun kami juga memiliki rencana lain yang juga menggunakan roda bergerigi. Selanjutnya kami menggunakan desain jembatan yang memiliki empat kaki yang fleksibel untuk berputar sehingga memudahkan dalam proses pengangkatan dan menaruh jembatan. Untuk pembacaan jurang, kami menggunakan colour sensor untuk mendeteksi pantulan cahaya. Konsepnya adalah ketika sensor cahaya digunakan, maka digunakan prinsip pantulan intensitas cahaya. Ketika jarak permukaan sangat jauh (dalam hal ini juran) maka intensitas yang dipantulkan pun hampir tidak ada.

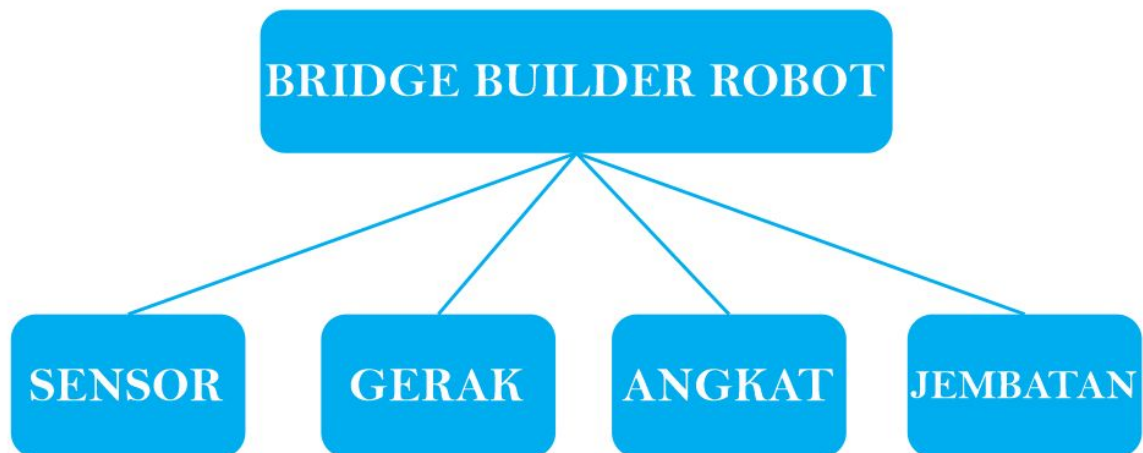
Maka dari itu *robot* akan membaca hal tersebut adalah jurang. Selain itu sensor cahaya tersebut berguna untuk membaca letak jembatan. Ketika berbicara perputaran dengan sistem tank, kami akan menggunakan based syntax yakni mengira-ngira dengan menyeting algoritma sedemikian rupa agar berputar tepat 180 derajat. Untuk sistem pengangkat jembatan, kami memutuskan untuk menggunakan sistem gear yang dihubungkan dengan medium motor yang nantinya akan menggerakkan dua “tangan”. Untuk rancangan jembatan, kami hanya menyatukan beberapa technical beam menjadi satu.

3.2 SKETSA KONSEP



3.3 DEKOMPOSISI FUNGSIONAL

1. Dekomposisi



Bagan 1 Bagan Dekomposisi Fungsional

2. Brainstorming

Konsep Fungsi	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3	Konsep 4
Sensor	Jurang : <i>Colour</i>	Jurang : <i>Colour</i> Stop angkat : <i>Touch sensor</i>	Jurang : <i>Ultrasonic</i>	Jurang : <i>Colour</i> <i>Gyro Sensor</i>
Gerak	Roda	<i>Caterpillar</i>	<i>Track Element</i>	<i>Track Element</i> + <i>Damper</i>
Angkat	<i>Technical Beam 3 M</i> + <i>Beam 1x2 with cross and hole</i>	<i>Techincal Beam 3x5 90°</i>	<i>Technical Beam 3 M</i>	<i>Techincal Beam 3x5 90°</i> + <i>Beam 1x2 with cross and hole</i>
Jembatan	Tanpa pembatas samping Kaki kaku	Dengan pembatas samping Kaki fleksibel	Dengan pembatas samping Kaki kaku	Tanpa pembatas samping Kaki Fleksibel

Tabel 3 *Brainstorming*

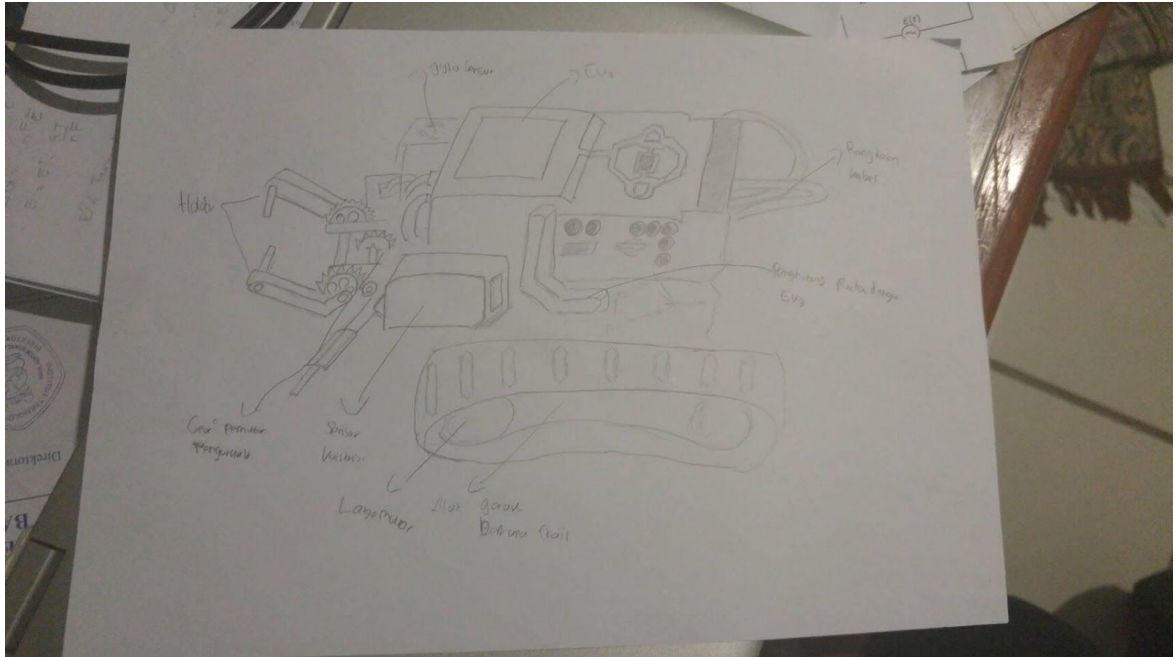
3. Kombinasi Fungsi

Untuk memudahkan kombinasi fungsi, mari kita umpamakan tabel sebelumnya dengan mengasumsikan isinya dengan variable berikut

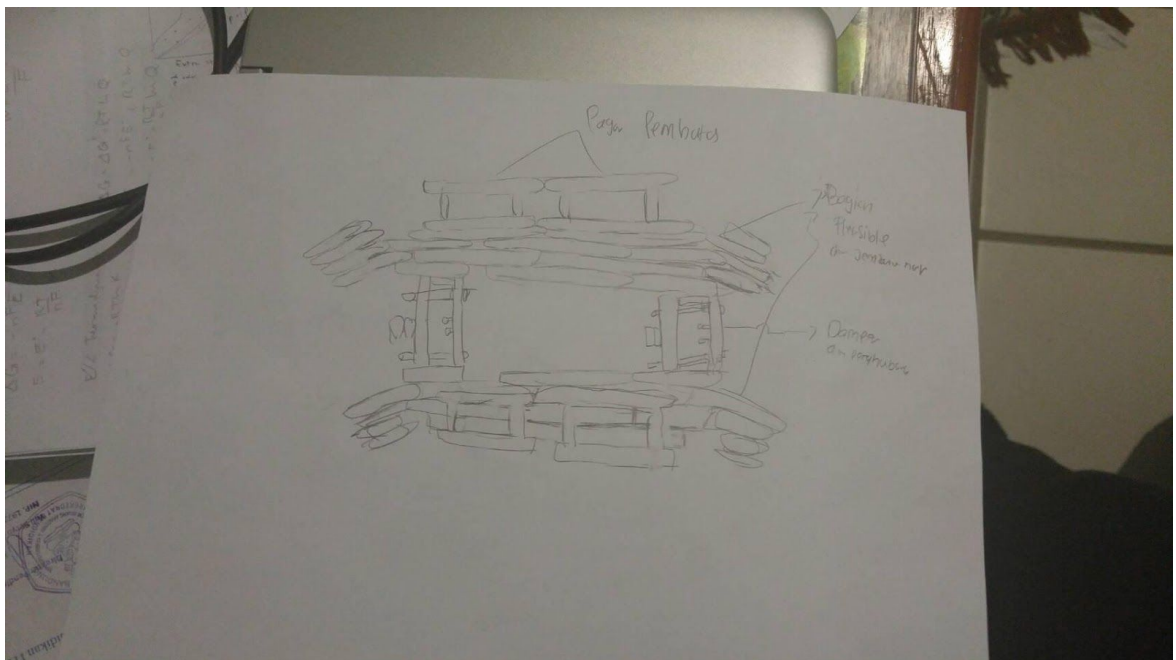
Konsep Fungsi	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3	Konsep 4
Sensor	A1	A2	A3	A4
Gerak	B1	B2	B3	B4
Angkat	C1	C2	C3	C4
Jembatan	D1	D2	D3	D4
Total Konsep 1 : A4 + B4 + C4 + D2 Total Konsep 2 : A3 + B1 + C1 + D4 Total Konsep 3 : A2 + B1 + C4 + D1				

Tabel 4 Tabel Kombinasi Fungsi

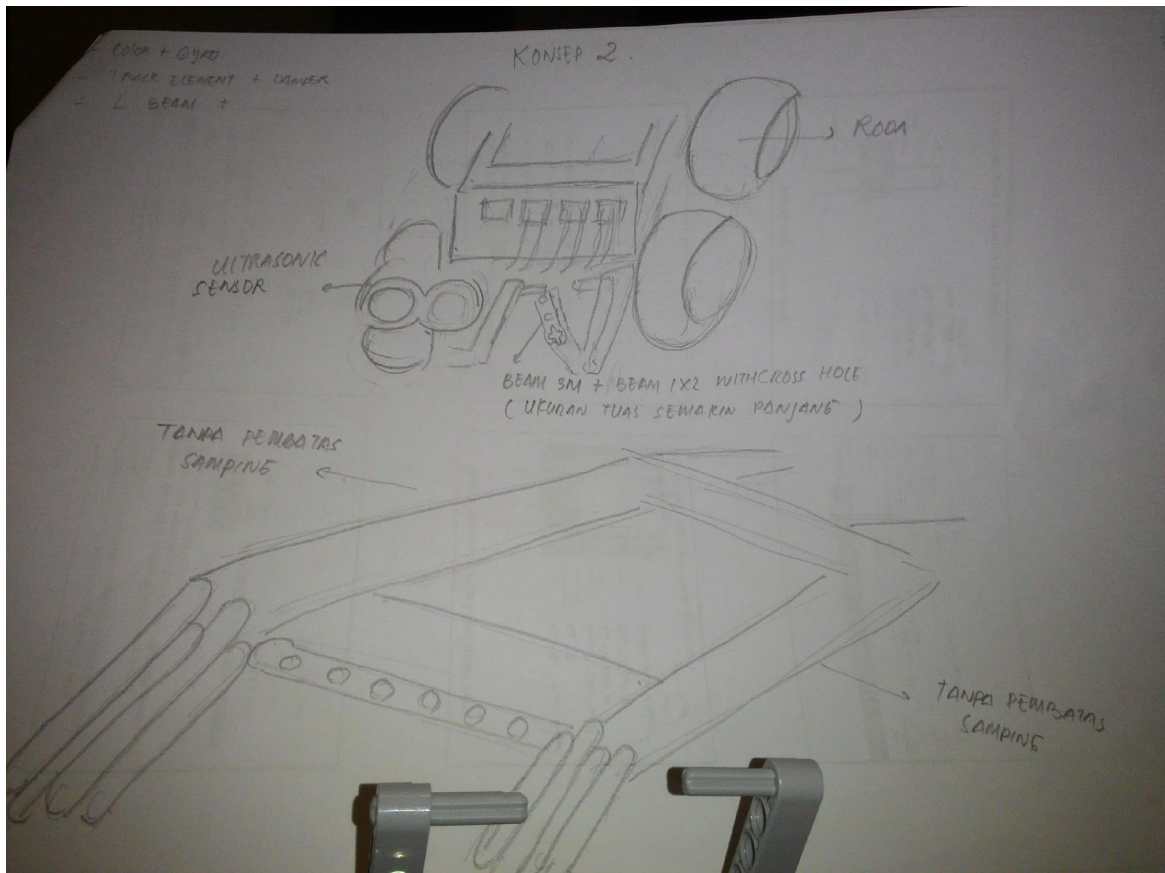
4. Sketsa Kombinasi



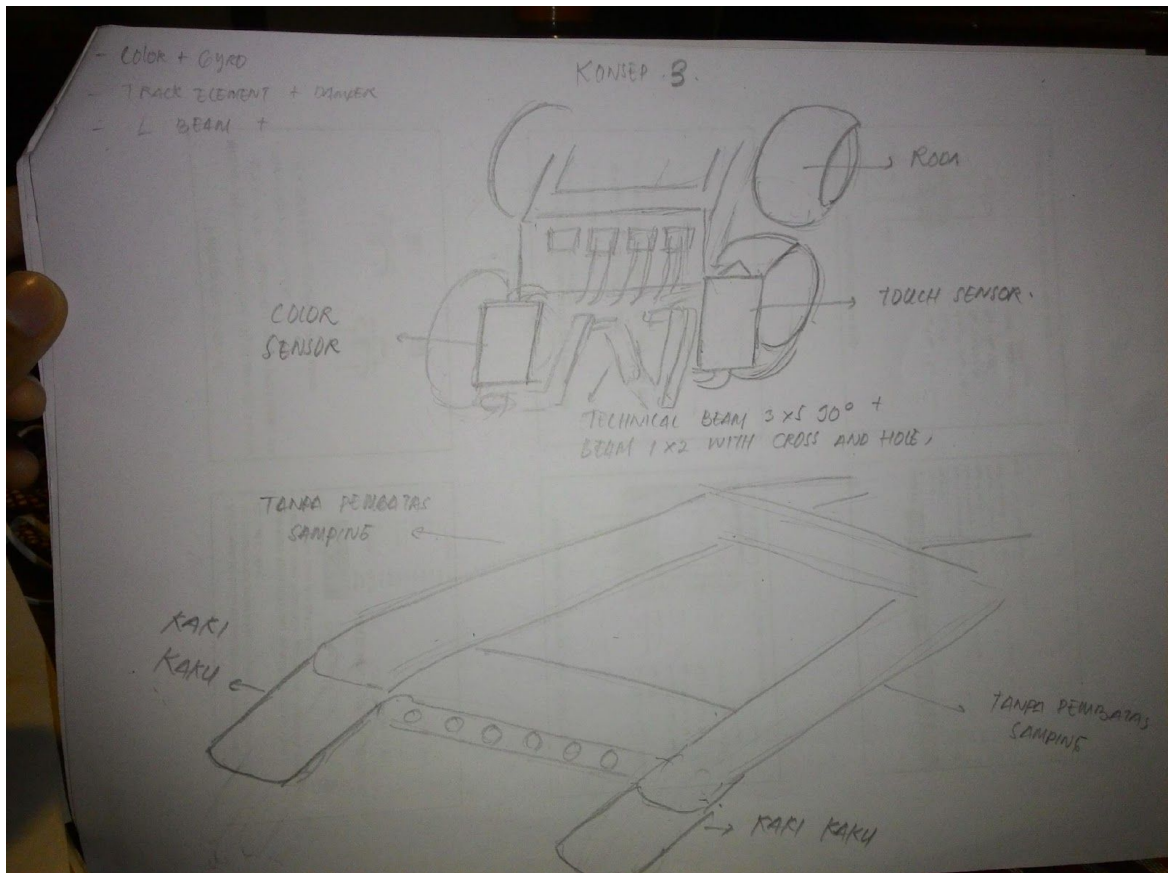
Gambar 3.3.1 Konsep 1 Sketsa Robot



Gambar 3.3.2 Konsep 1 Sketsa Jembatan



Gambar 3.3.3 Sketsa Konsep 2



Gambar 3.3.4 Sketsa Konsep 3

4 EVALUASI ALTERNATIF DAN PEMILIHAN KONSEP (*EVALUATION OF ALTERNATIVES AND SELECTION OF CONCEPT*)

4.1 EVALUASI ALTERNATIF

Dari ketiga konsep yang sudah kami tentukan pada bab sebelumnya, mari kita tinjau masing-masing konsep tersebut kelebihan dan kekurangannya. Untuk itu maka kami akan memulai membahas konsep nomer tiga terlebih dahulu.

Konsep-3

Pertama-tama mari kita tinjau dari segi sensor. Untuk konsep ketiga, ketika menggunakan colour sensor tidak terjadi masalah untuk mendeteksi jurang. Ketika touch sensor mendeteksi jembatan yang diangkat (tertekan) maka *robot* menghentikan pengangkatan jembatan. Untuk hal tersebut tidak terjadi masalah. Selanjutnya mari kita tinjau dari sistem gerak. Untuk konsep ketiga ini ketika hanya bergerak maju atau mundur tidak terjadi masalah. Namun ketika melakukan gerakan berputar 180 derajat terjadi masalah. Masalah tersebut yakni ban mencengkram terlalu kuat pada permukaan sehingga mengganggu perputaran yang mengakibatkan posisi *robot* yang tidak sesuai dengan algoritma yang telah diatur. Bagian ketiga yakni sistem pengangkatan konsep ketiga tidak terjadi masalah. *Robot* dapat mengangkat jembatan tanpa hambatan. Terakhir jika kita tinjau dari rancangan jembatan, konsep *robot* ketiga ini memiliki kekurangan yakni ketika *robot* telah menaruh jembatan, bisa jadi terdapat kesalah penaruhan jembatan. Kesalahan tersebut berupa tidak simetrisnya jembatan terhadap posisi *robot*. Sehingga, *robot* tidak bisa mengambil kembali jembatan dikarenakan posisi *robot* yang telah berubah sebelumnya. Dari segi konstruksi jembatan, terdapat masalah ketika menggunakan kaki jembatan yang kaku. Ketika bergerak maju, ternyata kaki menjadi penghambat pergerakan *robot*.

Konsep-2

Seperti sebelumnya, mari kita tinjau terlebih dahulu dari segi sensor. Untuk konsep ini, kita menggunakan sensor ultrasonic untuk mendeteksi jurang. Prinsipnya adalah jika ultrasonic membaca jarak yang lebih dari suatu jarak tertentu maka *robot* membaca bahwa yang dideteksi sensor adalah jurang. Namun dalam aplikasinya, *ultrasonic sensor* ternyata mempunyai masalah berupa ukuran yang terlalu besar sehingga mengganggu mekanisme lain pada *robot*. Selanjutnya dari sisi pergerakan, seperti yang telah dijelaskan pada Konsep-1, ketika roda digunakan untuk berputar, maka akan terjadi gangguan pada perputaran sehingga mengakibatkan posisi *robot* yang tidak sesuai dengan apa yang tertera pada skrip program yang dibuat. Dari segi sistematika pengangkatan, Konsep-2 memiliki masalah ketika jembatan telah diangkat. Ketika jembatan sudah mencapai atas dan perlahan jatuh ke tubuh *robot*, bagian pengangkat jembatan ternyata tidak kuat menahan beban tersebut. Bagian tersebut lepas dari tempatnya. Untuk segi konstruksi jembatan, tidak terjadi masalah. Karena ketika kaki jembatan fleksibel, kaki-kaki jembatan akan menyesuaikan posisi mereka dengan gerakan *robot*.

Konsep-1

Untuk konsep yang terakhir, seperti biasa mari kita tinjau dari segi sensor terlebih dahulu. Seperti yang telah dijelaskan pada Konsep-3 penggunaan colour sensor untuk mendeteksi jurang berjalan dengan baik. Selain itu penggunaan colour sensor tidak memakan tempat seperti yang telah dijelaskan pada konsep-2. Sensor yang kedua, yakni *gyro sensor*, berfungsi untuk mengukur perputaran *robot* seara tepat. Hal tersebut kami lakukan agar *robot* bisa berputar secara sempurna. Hasilnya, ketika *gyro sensor* dipadukan dengan sitem gerak berupa track element dengan damper, *robot* berhasil berputar jauh lebih baik dibandingkan dengan dua konsep sebelumnya. Kemudian jika kita lihat dari segi sistem pengangkatan, konsep-1 ini memiliki sistem yang sama seperti konsep-3 sehingga menghasilkan hasil yang sama yakni sistem pengangkatan kokoh (tidak mudah lepas). Terakhir, Konsep-1 ini memiliki konsep jembatan yang berbeda dari kedua konsep sebelumnya. Dengan memanfaatkan pembatas di samping jembatan, ternyata berdampak besar pada posisi *robot* setelah melewati jembatan. Ketika konsep-1 ini diaplikasikan, ternyata menghasilkan hasil yang lebih presisi dengan kesalahan yang lebih sedikit ketika mengambil kembali jembatan dibandingkan dengan dua konsep sebelumnya.

4.2 MATRIKS KEPUTUSAN

Kriteria Evaluasi	Wt	Konsep-1		Konsep-2		Konsep-3	
		Val ₁	Wt x Val ₁	Val ₂	Wt x Val ₂	Val ₃	Wt x Val ₃
Sensor	.25	10	2.5	5	1.25	10	2.5
Gerak	.25	8	2	5	1.25	5	1.25
Pengangkat	.25	9	2.25	6	1.5	9	2.25
Jembatan	.25	10	2.5	7	1.75	8	2
Total	1		9.25		5.75		8

Tabel 5 Matriks Keputusan

EVALUASI

Dari matriks keputusan di atas, didapat bahwa *Robot* Konsep-1 memiliki nilai yang palnig besar diantara kedua konsep yang lain. Oleh kaerna itu, kami memutuskan untuk menggunakan Konsep-1 sebagai konsep *robot* yang akan kami gunakan untuk membuat BB *Robot*.

5 DESAIN RINCI (*DETAILED DESIGN*)

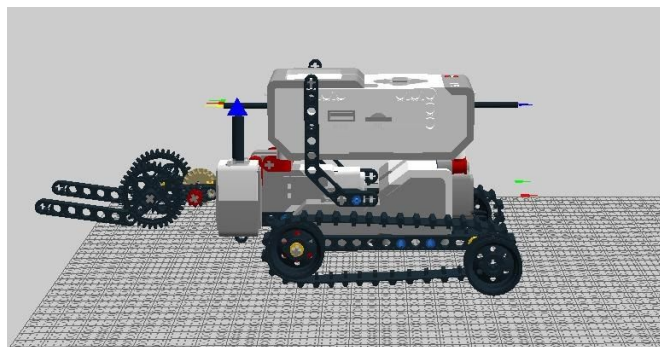
5.1 ANALYSIS

Dalam pembuatan *robot* BB, letak dan kalibrasi sensor sangatlah penting untuk dapat mendeteksi keberadaan celah lintasan dengan baik dan benar karena apabila sensor tidak dikalibrasi terlebih dahulu, akan terdapat kemungkinan *robot* untuk tidak berhenti ketika berhadapan dengan celah lintasan. Selain itu, kecepatan medium motor saat menurunkan jembatan dari tuas *robot* juga perlu diatur dengan baik. Jika kecepatan terlalu tinggi, jembatan akan terbanting keras saat diturunkan dan posisinya menjadi kurang stabil. Selain dari sisi *robot*, pengukuran juga harus dilakukan pada jembatan. Lebar pijakan jembatan sebisa mungkin berukuran sama dengan lebar alat gerak agar *robot* dapat berjalan dengan seimbang dan posisi teratur.

5.2 EXPERIMENTS

Dalam eksperimen yang kami lakukan, mula-mula *robot* diletakkan pada lintasan. Jembatan sudah berada pada tuas *robot*. Setelah program dijalankan, *robot* bergerak maju dan berhenti ketika sensor cahaya tidak menerima pantulan cahaya dan mendeteksi adanya celah. Setelah celah terdeteksi, *robot* bergerak mundur dan menurunkan jembatan. *Robot* pun maju menyeberangi jembatan dan dengan adanya penyangga pada bagian pinggir jembatan, posisi *robot* tetap stabil dan lurus. Setelah turun dari jembatan, *robot* bergerak memutar sejauh 180° dan dengan sensor akan mendeteksi keberadaan jembatan. Setelah jembatan terdeteksi, *robot* mundur dan menurunkan tuas pengangkat jembatan. Kemudian *robot* pun maju dan mengangkat jembatan dengan tuas pengangkat jembatan bergerak naik.

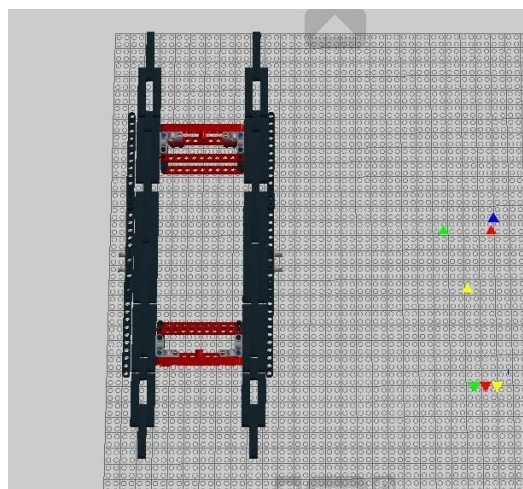
5.3 MODELS



Gambar 5.3.1 Model *Robot* BB Tampak Samping



Gambar 5.3.2 Model Robot BB Tampak Atas



Gambar 5.3.3 Model Jembatan Tampak Atas



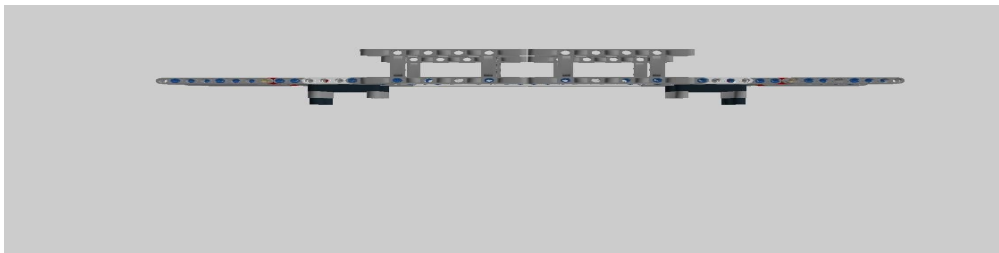
Gambar 5.3.4 Model Jembatan Tampak Samping

Desain terdiri dari dua komponen utama yaitu *robot* pengungkit dan jembatan. Pada desain *robot* pengungkit dipasangkan dua buah *large motor* yang digunakan untuk menggerakkan trail. Untuk memutar tuas pengangkat jembatan digunakan satu buah medium motor yang dihubungkan dengan conical gear yang bekerja untuk menggerakkan tuas pengungkit. *Large motor* diletakkan di bagian kiri dan kanan *robot*, sedangkan medium motor diletakkan di tengah, di antara *large motor*. Sensor yang digunakan dalam BB ada dua buah, yaitu gyro sensor dan color sensor. *Gyro sensor* digunakan untuk

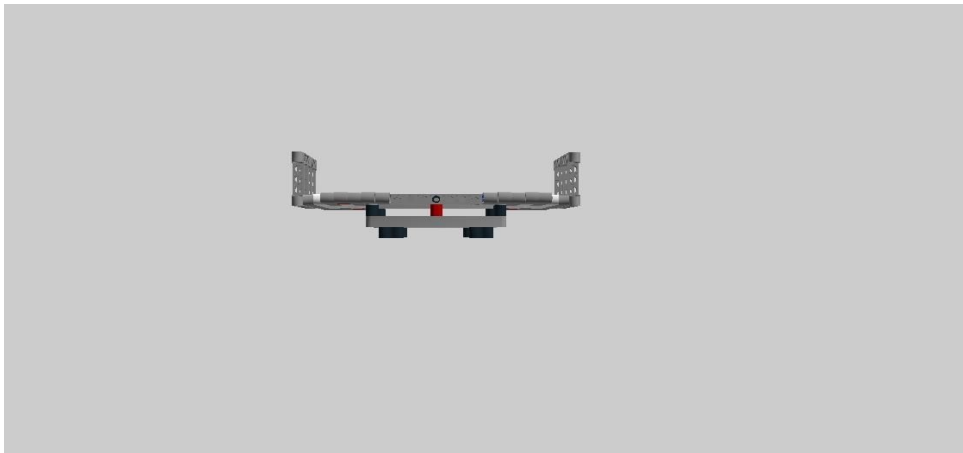
mengatur pergerakan *robot* ketika berputar sejauh 180^0 . *Color sensor* diletakkan di bagian depan *robot* untuk mendeteksi adanya celah lintasan dan membaca warna abu pada jembatan.

Pada jembatan didesain dengan panjang efektif yang digunakan untuk menyebrangi jurang sebesar 27 cm. Jembatan mempunyai landasan naik yang fleksibel sehingga bisa tertutup pada saat diangkat. Pada bagian jembatan dipasang *damper* yang berfungsi sebagai peredam impuls dan titik tumpu pada saat *robot* menaiki jembatan. Jembatan memiliki celah yang sengaja dibuat terbuka agar dapat diangkat oleh pengungkit. Pagar pada jembatan berfungsi untuk menjaga driving base tetap berada dalam jalur.

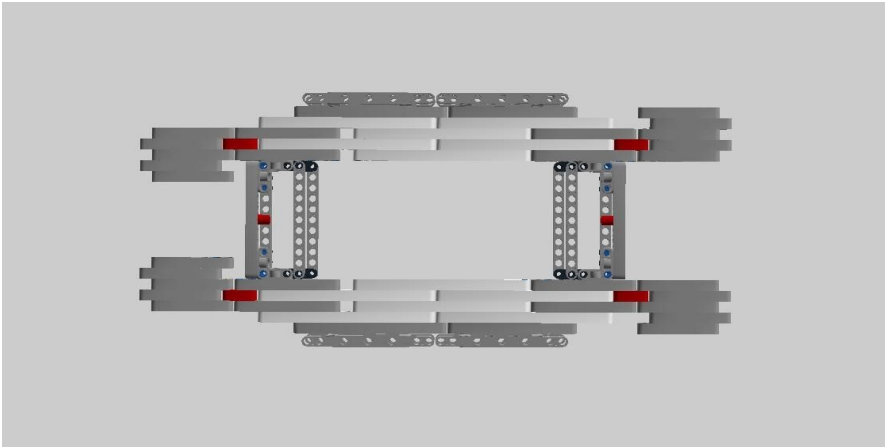
5.4 DETAILED DRAWING



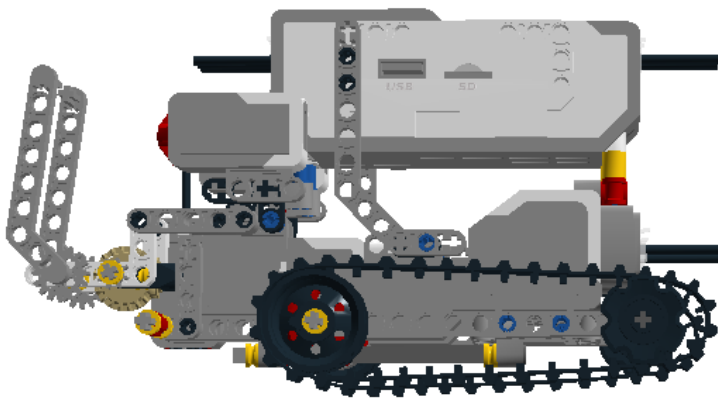
Gambar 5.4.1Tampak Samping Jembatan



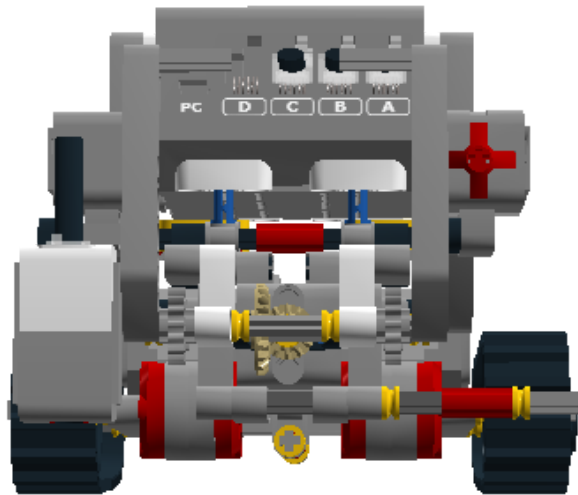
Gambar 5.4.2 Tampak Depan Jembatan



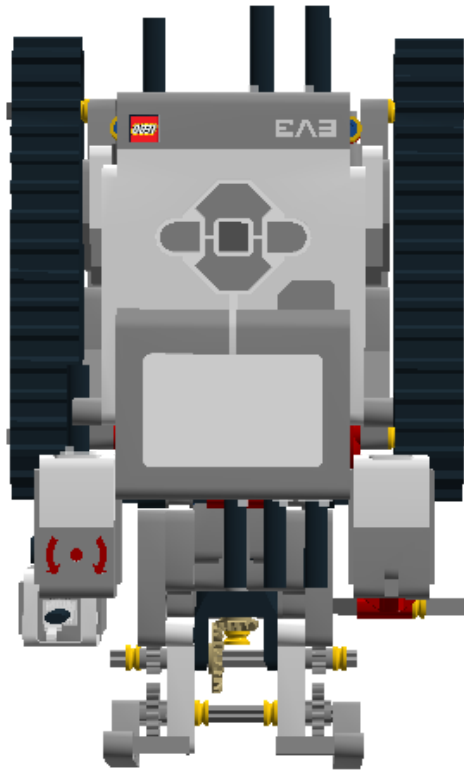
Gambar 5.4.3 Tampak Atas Jembatan



Gambar 5.4.4 Tampak Samping Robot



Gambar 5.4.5 Tampak Depan Robot

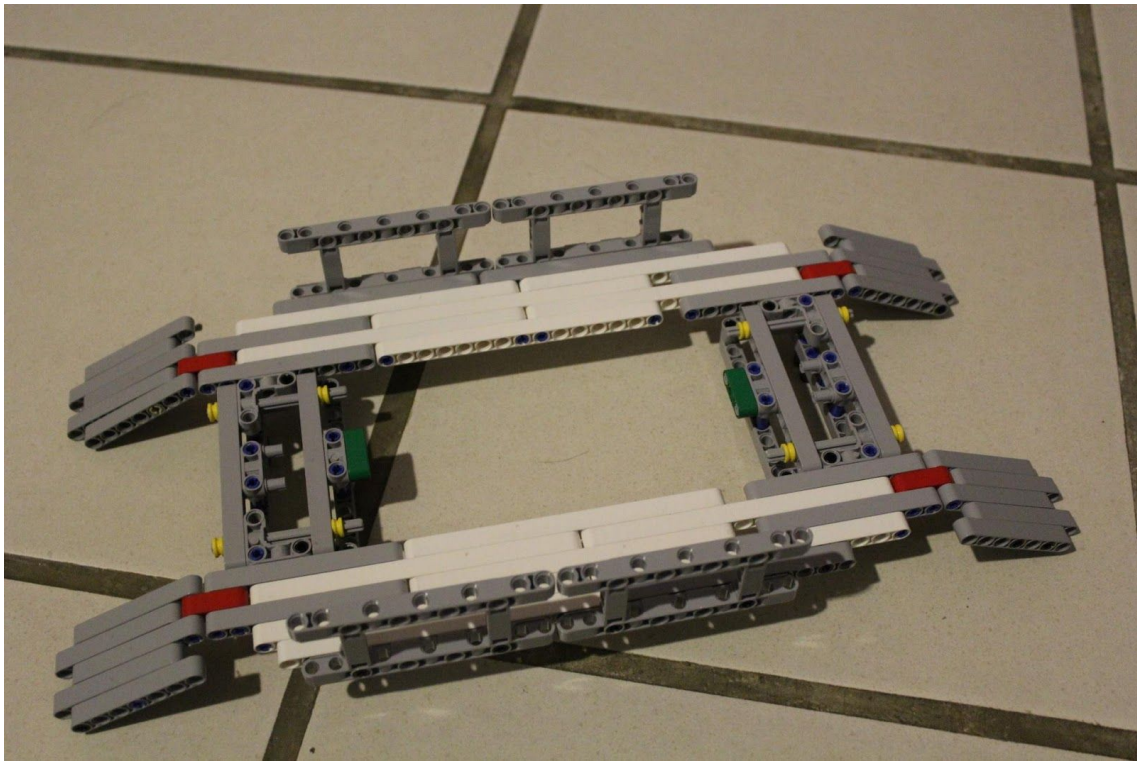


Gambar 5.4.6 Tampak Atas Robot

6 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN (*IMPLEMENTATION AND TESTING*)

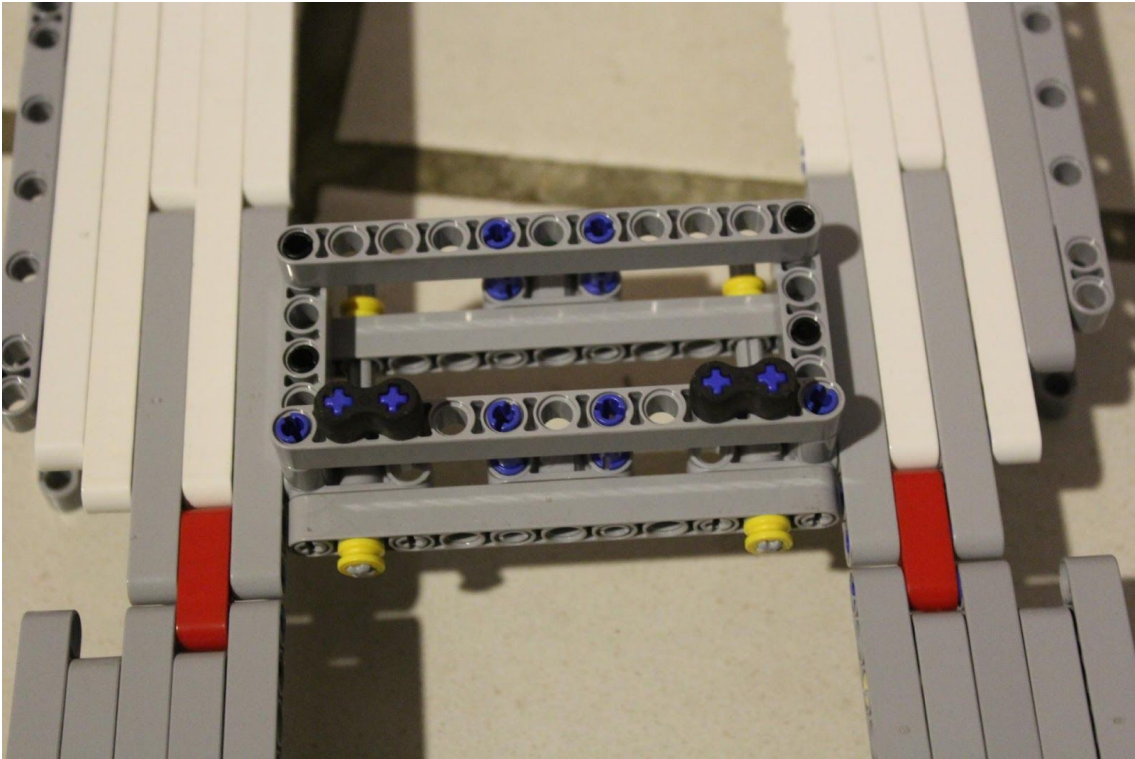
6.1 IMPLEMENTASI (*IMPLEMENTATION*)

Implementasi dari bridge dengan menggunakan landasan berpagar dan pijakan naik agar dapat menaiki jembatan dan tetap berada dalam lintasan dan tidak jatuh. Seperti yang terlihat pada gambar Gambar 6.1.1 komposisi yang digunakan apabila di minimalkan terdiri dari pijakan bagian jembatan bagian kanan beserta pagar, bagian jembatan kiri beserta pagar dan *damper* pada bagian bawah masing-masing jembatan untuk meredam bantingan.



Gambar 6.1.1 Implementasi Jembatan

Bentuk *joint* yang menghubungkan masing-masing bagian dibuat *rigid* selain pada pijakan yang dibuat fleksible agar terlipat pada saat diangkat. Pada gambar Gambar 6.1.2 digunakan bush untuk mempertahankan *cross angle* tetap pada posisinya. Terdapat juga celah diantara *joint* atas dan bawah untuk memasukan pengungkit,



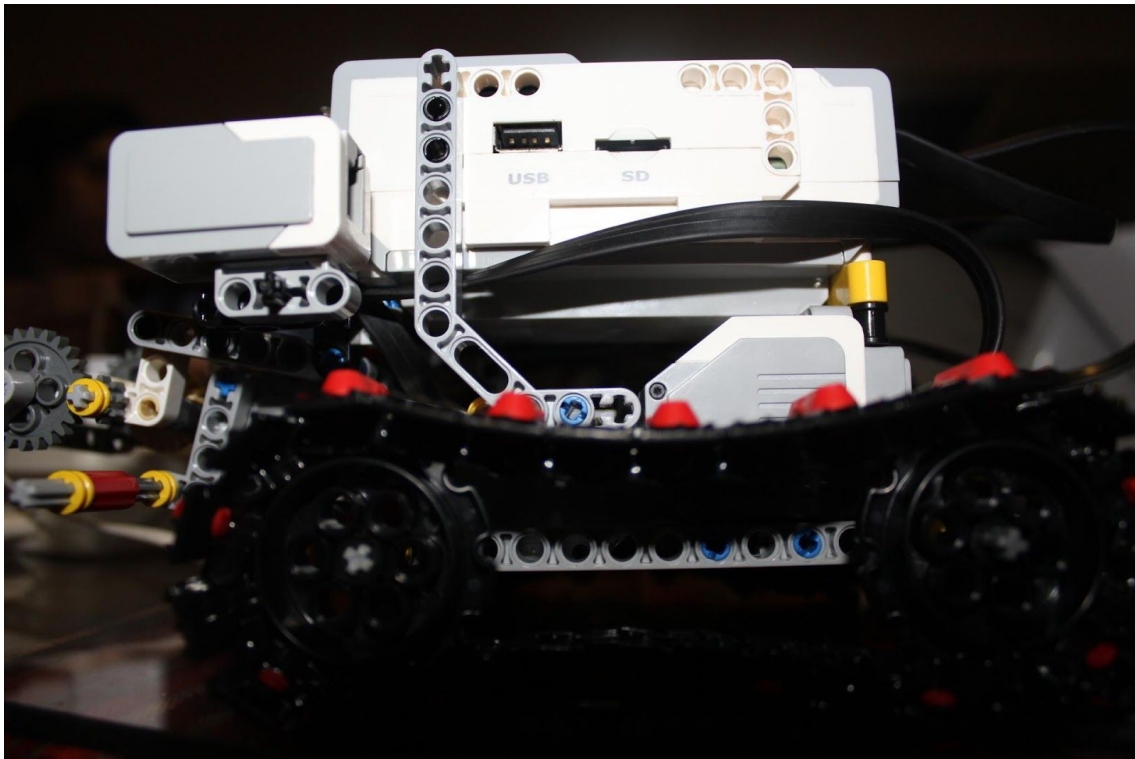
Gambar 6.1.2 Implementasi Jembatan Tampak Bawah

Bentuk pengukit yang telah dirakit sesuai dengan Gambar 6.1.3. Mekanisme kerja dari pengungkit adalah menggunakan *conical* yang dipasang pada *medium motor* untuk mengerjakan conical lainnya yang berfungsi sebagai mekanisme penggerakan pengungkit. Pada ujung pengungkit digunakan *cross axle* untuk menambah daerah yang mengalami gaya.



Gambar 6.1.3. Implementasi Pengungkit dan Sensor

Bentuk penggerak pada driving base menggunakan trail. Penggunaan trail digunakan agar menyebrangi jembatan dengan konstan. Dan dapat diarahkan apabila melewati jembatan berpagar. Selain digunakan damper pada trail untuk meredam gesekan dan tidak slip.



Gambar 6.1.4 Implementasi Roda

6.2 KRITERIA DAN METODA PENGUJIAN (*TESTING CRITERIA AND METHODS*)

Kriteria yang digunakan sebagai parameter keberhasilan pada pengujian kami adalah:

1. *Robot* berhasil menahan jembatan pada keadaan awal yang diuji dengan meletakkan jembatan pada bagian pengungkit.
2. *Robot* dapat mendeteksi jurang dan menurunkan jembatan pada jurang berjarak 15 cm antar ujungnya. Pengujian dilakukan dengan meletakkan *robot* didekat jurang yang berjarak 15 cm.
3. *Robot* berhasil menyebrangi jembatan yang diuji dengan menaruh jembatan pada jurang dan membuat *robot* dengan maju sampai ujung jembatan.
4. *Robot* dapat berputar balik dan mengangkat kembali jembatan yang diuji dengan melakukan gerakan tank .
5. *Robot* maju terus sampai menemukan jurang berikutnya yang diuji dengan menjalankan program secara keseluruhan dan dilakukan looping.

6.3 HASIL PENGUJIAN (TESTING RESULTS)

Proses pengujian dilakukan sebanyak 3 kali, hasil dari setiap percobaan adalah sebagai berikut:

1. Percobaan pertama dilakukan dengan menggunakan program dan desain yang hanya mengganti caterpillar trail dengan roda trail yang kami buat. Hasilnya adalah gagal pada kriteria menyebrangi jembatan karena trail yang terlalu besar.
2. Percobaan kedua dilakukan dengan mengubah roda trail menjadi roda biasa dengan bagian depan lebih kecil dengan bagian belakang. Percobaan ini gagal karena tidak dapat melakukan gerakan tank sehingga kriteria berputar balik tidak dapat terpenuhi.
3. Percobaan ketiga dilakukan dengan mengubah bentuk jembatan menjadi lebih kokoh dengan menambahkan joint pada bagian landasan. Pada percobaan ini pengujian berhasil memenuhi semua kriteria akan tetapi ada beberapa error yang beberapa kali karena sensor warna tidak membaca warna abu pada jembatan akibat perputaran yang tidak sempurna.

7 ANALISIS (ANALYSIS)

Kegagalan yang dialami pada percobaan pertama diakibatkan bentuk jembatan yang tidak menyesuaikan dengan lebar roda, sehingga roda menabrak pembatas yang telah dipasang, apabila jembatan tidak menggunakan pembatas dikhawatirkan apabila percobaan gagal maka brick akan jatuh ke dalam jurang dan apabila terjadi pergeseran sedikit tetap bisa sesuai jalur.

Pada percobaan kedua, kegagalan disebabkan perputaran yang digunakan pada roda depan tidak cukup untuk menggerakkan roda belakang dikarenakan gaya gesek yang dialami oleh roda belakang. Hal ini menyebabkan roda belakang akan mempertahankan posisinya sehingga yang terjadi adalah pergeseran roda depan saja dan perputaran tank tidak sempurna. Apabila solusi diganti dengan mengganti roda yang sama besar maka *robot* tidak dapat menaiki jembatan yang dibuat sehingga alternatif solusi yang dapat dilakukan adalah mengganti desain pada *robot* atau pada jembatan. Pengubahan pada jembatan lebih solutif karena dapat meminimalkan kesalahan lain yang mungkin terjadi.

Pada percobaan ketiga, tidak selalu berhasil pada pengangkatan jembatan diakibatkan beberapa hal, salah satunya gyro yang tidak selalu berputar sempurna 180° sehingga kami melakukan penyesuaian dengan perputaran -178° —penggunaan minus dipakai untuk menunjukkan perputaran searah jarum jam— agar gerakan putar balik mendekati sempurna. Perputaran yang kurang sempurna ini juga menyebabkan pengangkatan tidak selalu berhasil karena pengungkit tidak terletak presisi pada titik angkat.

Manfaat yang dapat dari ada *BB* ini adalah *robot* ini digunakan sebagai replika dari *bridge layer*. *Bridge layer* sendiri adalah pengangkut jembatan portable yang digunakan untuk menyebrangi daerah yang sulit dijangkau dan tidak dapat dilalui karena celah yang lebar. Ditinjau dari sisi ekonomi penggunaan *BB* akan mengurangi banyak biaya karena jembatan yang *portable* bisa digunakan berkali kali untuk melewati celah yang berbeda dengan jembatan yang sama setiap saatnya. Hal ini menyebabkan tidak perlu untuk

membuat jembatan baru untuk celah yang hanya dilewati beberapa kali dan tidak digunakan untuk keperluan sehari-hari. Dalam konteks lingkungan *bridge layer* sangat ramah lingkungan dibandingkan membuat jembatan yang harus mengondisikan keadaan sekitar celah seperti memotong pohon membuat fondasi dan berbagai hal lainnya yang berpotensi merusak ekosistem. Secara aspek sosial penggunaan *bridge layer* dapat mengurangi tenaga manusia yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan. Hal ini berdampak cukup besar dalam keseluruhan proyek karena semakin sedikit manusia yang dibutuhkan semakin mudah dikontrol dalam hal logistik dan kebutuhan dasar, sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan. Ketika kesejahteraan pekerja manusia terpenuhi maka konflik dalam hal internal akan berkurang. Dalam kasus sosial di sekitar daerah penggunaan *bridge layer* masyarakat tidak terganggu akibat pembangunan jembatan permanen yang membutuhkan waktu yang lama. Pembangunan jembatan permanen menyebabkan banyak gangguan terutama suara yang sangat mengganggu pada saat proses konstruksi.

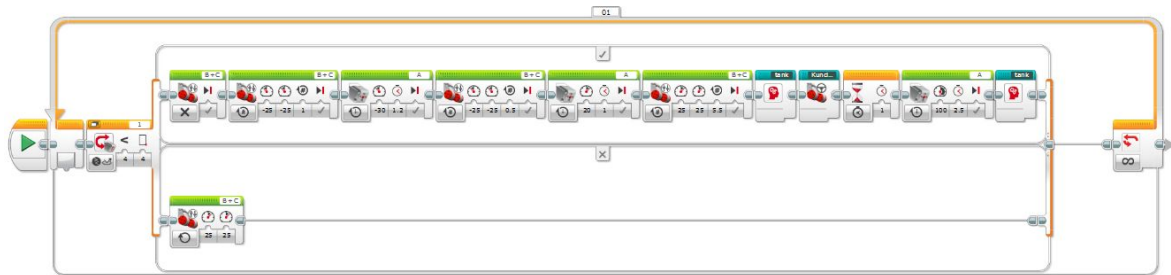
Pemanfaatannya dalam kehidupan nyata bisa untuk menghubungkan daerah yang terisolasi. Terisolasi bisa dikarenakan bencana alam dan bisa karena daerah geografis yang memang sudah terisolasi. Oleh karena itu untuk kasus bencana alam BB bisa digunakan untuk kebutuhan yang sangat darurat terutama dalam konteks waktu yang dibutuhkan untuk mencapai daerah tersebut dan pertimbangan beban yang dibawa. Dalam kasus eksplorasi daerah terisolasi, maka BB dapat digunakan untuk melewati daerah yang terisolasi terutama yang memiliki banyak jurang yang memisahkan suatu daerah dengan daerah lainnya. Hal ini dikarenakan portabilitas yang sangat tinggi sangat dibutuhkan.

8 KESIMPULAN

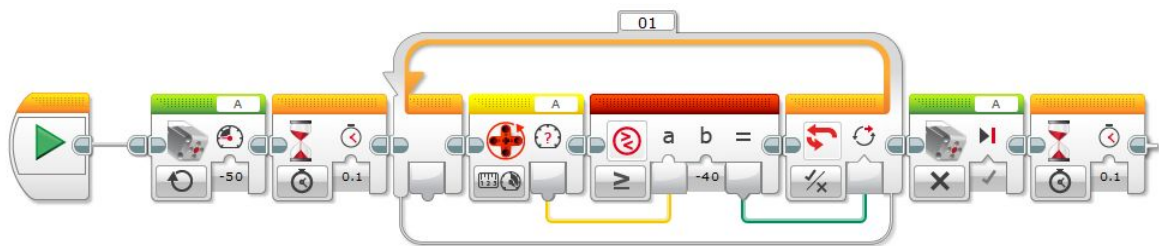
Kesimpulan yang didapat dari pembuatan BB ini adalah BB yang ideal bisa terimplementasikan dengan mengikuti alur kerja dalam membuat hasil *engineering*. Pada pengujian presisi dari aksi pada *robot* berpengaruh besar pada hasil. BB apabila dikaji manfaatnya lewat aspek ekonomi, lingkungan dan sosial memiliki banyak keuntungan apabila dibandingkan dengan model lain akan tetapi penerapannya memiliki batas yaitu pada panjang jembatan dan kondisi tanah.

9 LAMPIRAN

LAMPIRAN A SCREENSHOT PROGRAM



Lampiran 1 Program Utama



Lampiran 2 Sub-Program Reference



Lampiran 3 Sub-Program Tank



Lampiran 4 Sub-Program Point Ready



Lampiran 5 Sub-Program Kunci Jembatan

LAMPIRAN B - KESAN DAN PESAN ANGGOTA KELOMPOK K06-06

Nama/NIM: Arief Septian/16515026

Kesan:

PRD ini membutuhkan waktu yang lama dalam proses pengerjaan tugasnya dan terkesan tidak sesuai dengan jumlah SKS yang telah ditetapkan. Namun melalui mata kuliah ini, kami diajarkan bagaimana berpikir engineering dan tentunya cara mengatur waktu.

Pesan:

Mata kuliah PRD akan lebih baik bila jumlah tugas yang diberikan sesuai dengan jumlah SKS, dan ada modifikasi terhadap tiap tugas, sehingga menantang bagi mahasiswanya.

Nama/NIM: Teo Wijayarto/16515096

Kesan:

Mata kuliah PRD sangat melatih kemampuan mengedit video dan memperkirakan alokasi waktu yang tepat agar laporan dan video bisa keluar sesuai deadline. Salah satu penyedot kuota bagi para deadliner karena jam 11 malam sudah diusir dari ITB yang berarti tidak bisa upload video. Tapi PRD sangat seru jika lego tidak dibawa pulang karena lego dibawa pulang membawa beban pikiran terutama rasa was was. Ketika membawa box lego seakan membawa nasib bangsa karena apabila hilang akan menghilangkan masa depan insan akademis karena harus mengulang mata kuliah. Tapi tetap seru.

Pesan:

Kuliah PRD dikelas saja praktikumnya agar kami tidak lelah hati karena menunggu teman yang suka ngaret ataupun memikirkan apakah ada lego yang tertinggal saat pengerjaan.

Alamson/16515206

Kesan:

Asik banget dapat banyak pengalaman baru.

Pesan:

Lego jangan bawa pulang plis.

Shafwan/16515346

Kesan pesan :

Beban dari sks ini terasa lebih berat dan kurang sesuai dengan jumlah sks yg diberikan. Di sisi lain, pembelajaran dengan lego mindstrom sangatlah menarik. Pembelajaran ini lebih banyak menitik beratkan kepada mahasiswanya untuk selalu melakukan analisis.

Diharapkan, mahasiswa yang telah mendapatkan mata kuliah ini dapat lebih kritis, memiliki sudut pandang yg luas dalam menilai sesuatu dan bijak dalam mengambil keputusan.

Sanchia Teresa Nunciata/16515311

Pesan:

Modul 1 saya rasa terlalu banyak sehingga waktu yang tersita pada minggu awal perkuliahan sangat banyak. Ke depannya set komponen tidak perlu dibawa pulang karena cukup melelahkan. Waktu jadi cukup banyak tersita karena harus menunggu kelompok berkumpul, terlebih lagi menunggu individu yang membawa set komponen, juga waktu pembuatan yang bisa dibilang tidak sebentar karena modulnya juga ada yg sulit. Lebih baik ke depannya, pembuatan robot hanya pada saat jam kuliah di kelas dan set komponen tidak dibawa pulang.

Kesan:

Seru, menyenangkan, walaupun hectic laporan, video, dan sorting komponen nya.

Timothy Pranata/16515136

Kesan:

Sebenarnya prd robot ini sangat menyenangkan. Kita bisa berkreasi sesuai kreativitas kita masing-masing. Hanya saja terkadang justru menjadi beban karena dikejar oleh waktu pengumpulan bermacam-macam tugas yang kadang tidak sebanding dengan beban modul yang harus dikerjakan.

Pesan:

Mungkin untuk ke depannya beban mata kuliah ini dapat dikurangi atau dibagi menjadi lebih kecil pada modul2 tertentu seperti modul 1 & 2. Ada baiknya juga apabila kelompok diperkecil dengan beban yang juga diseimbangkan.

Aditya Pratama/16515121

Kesan :

Saya mendapat pengalaman baru dalm bidang robotik, ternyata lego ini adalah dasar dari sistem robotik yang lebih rumit dengan bahasa pemograman yang berbeda. Yang paling seru adalah saat merangkai robot dengan cepat dan benar. salin itu saya juga belajar koding blok dengan algoritma yang sama dengan bahasa lain.saya juga dapat menganalisa dan memecahkan persoalan pada robot yang kelompok kita buat.

Pesan :

Menurut saya sistem pembelajarannya sudah bagus, namun karena robot lego yang dibawa pulang oleh mahasiswa, partnya berukuran kecil-kecil dan ada koalisi pembuatan robot dengan kelompok lain. Sehingga pasti ada part yang hilang dan kita harus menggantinya. Pesan saya mungkin semoga ada solusi terbaik untuk part yang hilang dan untuk mencegahnya dengan tidak adanya robot koalisi.

I Made Iwan Darmawan/16515061

Kesan Pesan :

Pada tugas lego yang diberikan 1 semester sebelumnya memberikan saya banyak pengetahuan baru tentang lego mindstorm dan robot sederhana. Disini saya juga pertama kali merasakan pengaplikasian langsung dari program yang kita buat meskipun programming di daspro berbeda dengan di PRD. Namun terdapat beberapa hambatan yang saya rasakan yaitu pengerjaan lego tidak sesuai dengan sks yang telah ditentukan sehingga disini banyak waktu yang harus disediakan untuk lego ini. Saran saya kedepannya adalah agar beban untuk lego ini dapat dikurangi dan sistem pembawaan lego agar kembali ke sistem 1 tahun sebelumnya.

Dicky/16515276

Kesan: PRD merupakan pelajaran yang jujur saja di awalnya kurang terasa manfaatnya dan membosankan, karena hanya meniru cara membuat model robot dan menjalankannya, dan kegiatan ini dilakukan setiap minggu. Namun seiring perjalanan proses pembuatan tubes, PRD adalah mata kuliah yang sangat menantang bagi saya dan merupakan mata kuliah yg merupakan wadah untuk melatih cara berpikir seorang engineer, dimana kita dapat melakukan modifikasi, dan inovasi (rekayasa) terhadap suatu produk.

Pesan:

Sebaiknya, pada setiap modul, diberikan tantangan tambahan, sehingga mahasiswa semakin dilatih untuk mengembangkan kode program dan memodifikasi desain robot

Muhammad Akmal Pratama / 16515171

Kesan :

Mata kuliah PRD 2 menyita banyak waktu dan tujuan yang dikehendaki tidak sepenuhnya tercapai, selebihnya mata kuliah ini berperan sebagai sarana mengenal lebih dekat sesama rekan mahasiswa.

Pesan :

Evaluasi sistem pengajaran melalui Hands-On Lego Mindstorm, pemberian modul perlu dikaji ulang dan disesuaikan dengan kondisi mahasiswa.

Rifqi Nabil M. / 16515381

Kesan :

Prd seru akan tetapi tidak sesuai dengan jumlah sks yang diberikan. Hal ini disebabkan seringkali waktu diluar kuliah banyak tersita baik oleh pembuatan laporan yang berupa video ataupun mengerjakan pemodelan (untuk modul 1 dan 2)

Pesan:

Pengerjaan Lego pada jam PRD saja jangan hanya meniru desain yang sudah ada.

Abdullah Faqih Al Mubaroq / 16515241

Kesan dan pesan: Lego adalah mata kuliah yang membikin lelah. 2 SKS kerasanya seperti 5 SKS. Tetapi sebenarnya asik, hanya saja memakan waktu yang lama sekali.