

**PEMBUATAN APLIKASI RULA-REBA UNTUK EVALUASI POSTUR
KERJA DENGAN METODE WATERFALL BERBASIS ANDROID**

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



JOSUA BILI ANDREAN

NIM. 145060701111016

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas berkat, kasih dan penyertaan Tuhan Yesus Kristus, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Pembuatan Aplikasi Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA Dengan Metode Waterfall Berbasis Android**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini dirasakan terdapat beberapa hambatan yang dialami. Namun, dengan adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak hambatan-hambatan tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

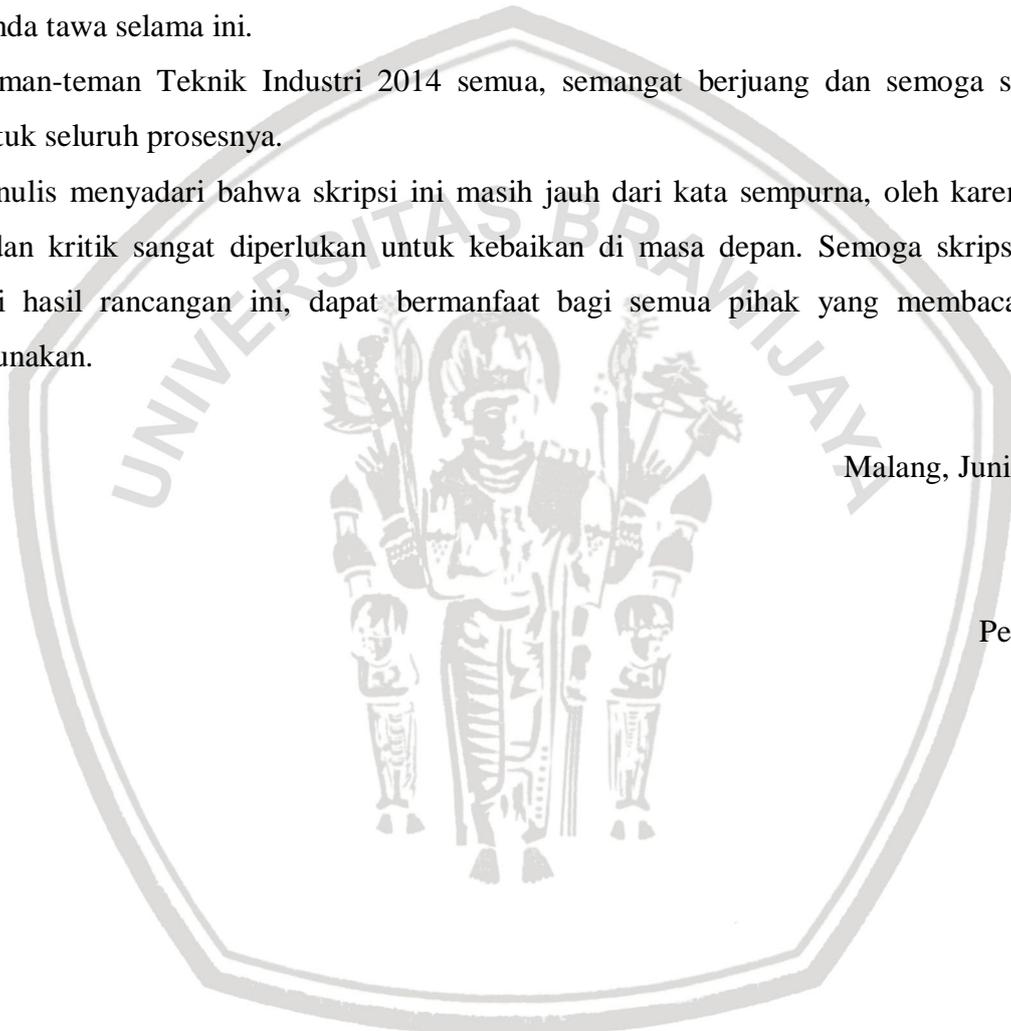
1. Tuhan Yesus Kristus atas berkat kasih keselamatan dan kehidupan selama ini.
2. Keluarga penulis, Bapak Sukardji, Ibu Sukeni, Mbak Nita dan Mas Yohan atas segala motivasi, semangat, do'a, dan dukungan baik dalam moriil maupun materiil hingga akhirnya penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya atas bimbingan yang telah diberikan.
4. Bapak Sugiono, ST., MT., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Perancangan Kerja dan Ergonomi beserta Ibu Wiwit Sugiono selaku Bunda kami, yang dengan sabar membimbing penulis dan memberikan masukan serta dukungan selama proses penyelesaian skripsi hingga selesai dan terima kasih telah menjadi orang tua penulis selama berada di Malang.
5. Bapak Radit Ardianwiliandri, ST., MMT, selaku Dosen Pembimbing Akademik selama masa perkuliahan penulis, selalu memberikan motivasi dan bimbingan baik kegiatan akademik maupun non akademik.
6. Bapak/Ibu Dosen dan *staff* kepegawaian Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis.
7. Teman-teman yang telah ikut membantu memberikan saran dalam pengerjaan aplikasi, Qidonk, Ical, Eko, Yudan, Icing, Ergorangers 14.
8. Keluarga Ergorangers 2014 tercinta, Siti Nur Cahyanti, Faizal Sandra Samjaya, Wahyu Ilman, Prita Aulia, Amelia Rena Fatmasari, Cindy Megarani Naibaho, dan Bagus Dwi Hidayanto. Terima kasih untuk canda tawa, air mata, rasa nyaman, kenangan-kenangan, pengalaman dan pembelajaran yang sangat berharga selama bekerja sama di LPK&E.

9. Sahabat Bads Skwad, Yonas, Huda, Om Reza, Cmith, Yannti, Eko, Yudan, Puguh, Rilo, Daus, Neapan dan Rina Shungkar atas motivasi, canda tawa dan keringat selama ini.
10. Bapak-Ibu Kost atas ijin dan dukungan kepada penulis, sehingga dapat mengerjakan skripsi berisik sampai malam.
11. Sahabat Alumni Domo Pare, Visco, Ganang, Putra, Bagus, Pikek, Robbi, Hamim, Elfrida, Mirna, Amalia, Mardi, Nayang atas motivasi, dukungan dan canda tawa selama ini.
12. Sahabat Aneka Jajanan Rumah, Elfrida, Yanti, Thesa, Rina, Wiwik atas motivasi serta canda tawa selama ini.
13. Teman-teman Teknik Industri 2014 semua, semangat berjuang dan semoga sukses untuk seluruh prosesnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu saran dan kritik sangat diperlukan untuk kebaikan di masa depan. Semoga skripsi dan aplikasi hasil rancangan ini, dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan menggunakan.

Malang, Juni 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs)	9
2.3 Faktor Penyebab MSDs	10
2.4 Ergonomi Postur Kerja	11
2.4.1 Prosedur Penilaian <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA)	13
2.4.2 Prosedur Penilaian <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA)	16
2.5 Perancangan Aplikasi Metode <i>Waterfall</i>	20
2.5.1 Analisis	21
2.5.1.1 Analisis Sistem (PIECES)	21
2.5.2 Perancangan (Desain)	23
2.5.2.1 Perancangan Antarmuka (<i>Interface</i>)	23
2.5.2.2 Perancangan <i>Component-Level</i>	23
2.5.3 Pemrograman (<i>Coding</i>)	24
2.5.3.1 Bahasa Pemrograman Java	24
2.5.4 Pengujian	24



2.5.4.1 Pengujian <i>Blackbox</i>	24
2.5.4.2 Pengujian Kinerja Aplikasi	25
2.5.5 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	26
2.6 <i>Unified Modeling Language</i> (UML).....	26
2.6.1 <i>Use Case Diagram</i>	26
2.6.2 <i>Activity Diagram</i>	27
2.7 Sistem Operasi Android	27
2.8 SQLite	28
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Kerangka Pikir	29
3.2 Jenis Penelitian	29
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.4 Sumber Data	30
3.5 Metode Pengumpulan Data	30
3.6 Pengambilan Data.....	31
3.7 Langkah Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Gambaran Umum Sistem Evaluasi Postur Kerja Saat Ini.....	37
4.2 Analisis Sistem	41
4.2.1 <i>System Requirement Checklist</i> (SRC).....	41
4.2.2 Kebutuhan Fungsional	43
4.2.3 Kebutuhan Non Fungsional.....	43
4.3 Perancangan (Desain) Aplikasi	44
4.3.1 Pemodelan Aplikasi	44
4.3.1.1 <i>Use Case Diagram</i>	44
4.3.1.2 <i>Activity Diagram</i>	48
4.3.2 Perancangan Antarmuka	51
4.3.3 Perancangan Level Komponen.....	55
4.3.3.1 <i>Flowchart</i>	55
4.3.3.2 Algoritma	56
4.3.3.3 Pseudocode	58
4.4 Pemrograman (<i>Coding</i>).....	60
4.5 Pengujian Aplikasi.....	61
4.5.1 Pengujian Fungsi Aplikasi	61

4.5.2 Pengujian Akurasi Aplikasi	67
4.5.3 Pengujian Kinerja Aplikasi.....	69
4.6 Analisis Hasil.....	72
BAB V PENUTUP.....	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN	87





Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Analisis PIECES Sistem Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA Saat Ini 2	2
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Saat Ini 8	8
Tabel 2.2	Jenis-Jenis MSDs..... 9	9
Tabel 2.3	Klasifikasi <i>Score</i> RULA 16	16
Tabel 2.4	Klasifikasi <i>Score</i> REBA 20	20
Tabel 2.5	Skala Penilaian untuk Pernyataan Positif dan Negatif 25	25
Tabel 4.1	Prosedur Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA Manual (<i>Worksheet</i>) 38	38
Tabel 4.2	Prosedur Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA di Aplikasi Komputer 39	39
Tabel 4.3	Prosedur Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA di Aplikasi <i>Smartphone</i> 40	40
Tabel 4.4	<i>System Requirement Checklist</i> (SRC) Aplikasi Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA 42	42
Tabel 4.5	Kebutuhan Fungsional Aplikasi Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA..... 43	43
Tabel 4.6	Kebutuhan Non Fungsional Aplikasi Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA43	43
Tabel 4.7	<i>Use Case</i> Pemilihan Metode Evaluasi 45	45
Tabel 4.8	<i>Use Case</i> Pengambilan Data Postur Kerja 46	46
Tabel 4.9	<i>Use Case</i> Pengukuran Sudut Kerja..... 47	47
Tabel 4.10	<i>Use case</i> Pengisian <i>Additional Adjustment</i> 47	47
Tabel 4.11	<i>Use case</i> Menampilkan Hasil Evaluasi..... 48	48
Tabel 4.12	Pembagian Bagian Tubuh Evaluasi Sesuai Sudut Pandang 56	56
Tabel 4.13	Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman <i>Home</i> 62	62
Tabel 4.14	Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman <i>About</i> 62	62
Tabel 4.15	Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman <i>Method Selection</i> 63	63
Tabel 4.16	Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman <i>Input Data</i> 63	63
Tabel 4.17	Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman <i>Angle Measurement</i> 64	64
Tabel 4.18	Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman <i>Additional Adjusment</i> 65	65
Tabel 4.19	Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman <i>Result</i> 67	67
Tabel 4.20	Pengujian Akurasi Aplikasi Halaman <i>Result</i> 67	67
Tabel 4.21	Hasil Pengolahan Kuesioner Pengujian Aplikasi 71	71
Tabel 4.22	Analisis Hasil Perbandingan Aplikasi dengan Metode Lain 72	72
Tabel 5.1	Daftar Panduan (<i>Control</i>) dalam Aplikasi WPE 79	79
Tabel 5.2	Perbandingan Penggunaan Biaya Sistem Evaluasi Postur Kerja 80	80



Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Bagan metode penilaian postur kerja	11
Gambar 2.2	Penilaian bagian A metode RULA	14
Gambar 2.3	Penilaian bagian B metode RULA.....	15
Gambar 2.4	Penilaian bagian A metode REBA.....	17
Gambar 2.5	Penilaian bagian B metode REBA.....	19
Gambar 2.6	Tahapan model <i>Waterfall</i>	21
Gambar 2.7	<i>PIECES framework</i>	22
Gambar 2.8	Contoh <i>use case diagram</i>	27
Gambar 2.9	Contoh <i>activity diagram</i>	27
Gambar 3.1	Kerangka pikir penelitian	29
Gambar 3.2	Diagram alir penelitian.....	32
Gambar 4.1	Prosedur evaluasi postur kerja RULA-REBA manual (<i>worksheet</i>).....	38
Gambar 4.2	Prosedur evaluasi postur kerja RULA-REBA di perangkat komputer	39
Gambar 4.3	Prosedur evaluasi postur kerja RULA-REBA di perangkat <i>smartphone</i>	40
Gambar 4.4	<i>Use case diagram</i> rancangan aplikasi.....	45
Gambar 4.5	<i>Activity diagram</i> pemilihan metode	49
Gambar 4.6	<i>Activity diagram</i> pengambilan data postur kerja	50
Gambar 4.7	<i>Activity diagram</i> evaluasi postur kerja dengan metode RULA-REBA.....	51
Gambar 4.8	Diagram rancangan halaman aplikasi keseluruhan.....	52
Gambar 4.9	Rancangan fragmen <i>home</i> (kiri), <i>guide</i> (tengah), <i>about</i> (kanan) aplikasi...	52
Gambar 4.10	Rancangan halaman <i>methode selection</i> aplikasi.....	53
Gambar 4.11	Rancangan halaman <i>input</i> data aplikasi dari kamera (tengah) dan galeri (kanan)	53
Gambar 4.12	Rancangan halaman <i>angle measurement</i> data aplikasi	54
Gambar 4.13	Rancangan halaman <i>additional adjusment</i> data aplikasi	54
Gambar 4.14	Rancangan halaman <i>result</i> data aplikasi	55
Gambar 4.15	Gambar postur kerja tampak samping (kiri), depan (tengah), atas (kanan) .	56
Gambar 4.16	Halaman <i>home</i> aplikasi	74
Gambar 4.17	Halaman <i>guide</i> aplikasi	75
Gambar 4.18	Halaman <i>about</i> aplikasi.....	75
Gambar 4.19	Halaman <i>methode selection</i> aplikasi.....	76



Gambar 4.20 Halaman *input data* aplikasi76
Gambar 4.21 Halaman *angle measurement* aplikasi77
Gambar 4.22 Halaman *additional adjusment* aplikasi78
Gambar 4.23 Halaman *result* aplikasi78



DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1	Diagram Alir Rancangan Aplikasi	87
Lampiran 2	Pemrograman <i>Input Data</i> dari Kamera	88
Lampiran 3	Pemrograman <i>Select Data</i> dari Galeri.....	89
Lampiran 4	Pemrograman Pembuatan Garis	90
Lampiran 5	Pemrograman Perhitungan Sudut.....	92
Lampiran 6	Pemrograman <i>Radio Button</i>	94
Lampiran 7	Pemrograman <i>Checklist</i>	95





Halaman ini sengaja dikosongkan



RINGKASAN

Josua Bili Andrean, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juni 2018, Pembuatan Aplikasi RULA-REBA untuk Evaluasi Postur Kerja dengan Metode *Waterfall* Berbasis Android, Dosen Pembimbing: Sugiono.

Musculoskeletal Disorder (MSDs) merupakan salah satu keluhan pekerja pada sistem gerak tubuh (otot, tulang, sendi, syaraf). MSDS sering dialami oleh pekerja manufaktur atau jasa akibat posisi kerja yang salah. *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) dikembangkan sebagai metode identifikasi postur kerja dengan pendekatan ergonomi, untuk mengurangi risiko terjadinya keluhan MSDs.

Dalam sistem evaluasi postur kerja dengan metode RULA dan REBA terdapat 3 macam cara pengerjaan, yaitu manual (*worksheet*), aplikasi di komputer, dan aplikasi di *smartphone*. Berdasarkan hasil analisis sistem dengan menggunakan PIECES diperoleh kelemahan sistem saat ini, yaitu penggunaan alat atau perangkat pendukung lain yang masih tinggi, yang berakibat pada biaya dan waktu pengerjaan yang tinggi. Serta belum adanya informasi berupa panduan evaluasi postur kerja dengan RULA dan REBA secara tepat. Berdasarkan kondisi tersebut, dilakukan perancangan sistem pengerjaan evaluasi postur kerja dengan metode RULA dan REBA dengan sistem operasi Android, dengan memaksimalkan fitur perangkat *smartphone* sesuai kebutuhan aktivitas evaluasi, serta adanya informasi (panduan) prosedur evaluasi secara tepat. Perancangan aplikasi dilakukan dengan metode *Waterfall* dan diimplementasikan kedalam bahasa pemrograman Java (Android) dengan *software* Android Studio.

Hasil perancangan yang telah dilakukan menghasilkan 4 fungsi utama aplikasi, yaitu fungsi pengambilan data postur kerja (kamera dan galeri), pengukuran sudut, pengisian *additional adjustment*, dan penampilan hasil evaluasi. Aplikasi hasil rancangan kemudian diuji secara fungsi, akurasi dan kinerja untuk memastikan kesesuaian aplikasi hasil rancangan dengan spesifikasi kebutuhan di awal. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan kepada calon pengguna, aplikasi Work Posture Evaluation (WPE) dapat mengurangi penggunaan alat maupun aplikasi penunjang dari fungsi aplikasi tersebut. Selain itu, adanya aplikasi ini, juga memberi manfaat dalam menunjang aktivitas evaluasi postur kerja oleh *surveyor*, dan menumbuhkan kesadaran akan pentingnya kesehatan postur kerja.

Kata kunci: Aplikasi, MSDs, Perancangan, RULA, REBA



Halaman ini sengaja dikosongkan



SUMMARY

Josua Bili Andrean, *Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, June 2018, Creation of RULA-REBA Application for Posture Evaluation with Waterfall Method Based on Android, Supervisor: Sugiono.*

Musculoskeletal Disorder (MSDs) is one of the worker's complaints in the motion body system (muscle, bone, joint, nerves). Manufacture or service workers often suffer the MSDs problem due to the wrong job posture. *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) and *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) were developed as a method for identifying work posture with ergonomic approach, to reduce the risk of MSDs complaints.

In the evaluation system of working posture using RULA and REBA there are 3 kinds of method, which are manual (worksheet), application in computer, and application in smartphone. Based on the results of the system analysis obtained using PIECES, the current weakness of the system is the high use of tools or other supporting devices, which result in high cost and time of workmanship. There is not enough information in the form of evaluation manual work posture with RULA and REBA appropriately. This design is run with the Android operating system by maximizing the smartphone device features according to the needs of evaluation activities, and the information (guidance) of the evaluation procedures appropriately. The Application design process use *Waterfall* method and implemented in Android Studio Software using Java Language

Designing process has produce 4 main functions of application, there are function of taking work posture data (camera and gallery), angle measurement, additional adjustment filling, and performance evaluation result. The design results are tested in functionality, accuracy and performance to ensure the suitability with the initial needs specification. From the results of testing that has been done to potential users, *Work Posture Evaluation* (WPE) applications can reduce the use of tools and supporting applications of the application function. Furthermore, this application also provides benefits in supporting the work posture evaluation by surveyors and build awareness on the importance of work posture.

Keywords: Application, Design, MSDs, RULA, REBA



Halaman ini sengaja dikosongkan



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 13 Juli 2018

Mahasiswa



Josua Bili Andrean

NIM. 145060701111016

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBUATAN APLIKASI RULA-REBA UNTUK EVALUASI POSTUR KERJA DENGAN METODE *WATERFALL* BERBASIS ANDROID

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



JOSUA BILI ANDREAN

NIM. 145060701111016

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
tanggal 12 Juli 2018

Dosen Pembimbing

Sugiono, ST., MT., Ph.D.

NIP. 19780114 200501 1 001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri**

Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.

NIP. 19741115 200604 1 002



BAB I PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan ini dijelaskan mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan, manfaat serta batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini. Pendahuluan ini digunakan dalam memberikan arah dan dasar bagi penelitian yang dilakukan.

1.1 Latar Belakang

Manusia merupakan salah satu komponen utama dalam faktor produksi (5M), selain mesin, uang, metode, material, dan pasar (Abdulsyani, 1987). Dari kelima komponen tersebut, manusia merupakan komponen terpenting yang berpengaruh pada produktivitas perusahaan. Bagi suatu perusahaan, optimalisasi kinerja pekerja dibutuhkan dalam mencapai keberhasilan visi organisasi. Terdapat beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja manusia, salah satunya adalah lingkungan kerja (Anoraga, 1998).

Lingkungan kerja merupakan keseluruhan alat perkakas, lingkungan sekitarnya dimana seorang bekerja, metode kerjanya, sebagai pengaruh kerja baik sebagai perorangan maupun kelompok (Simanjuntak, 2003). Lingkungan kerja dibedakan menjadi 2, yaitu lingkungan kerja fisik dan non fisik. Lingkungan kerja fisik meliputi segala faktor-faktor fisik dilingkungan sekitar yang mempengaruhi pekerjaan (meja, kursi, cahaya, suara). Sedangkan lingkungan kerja non fisik meliputi semua keadaan dan hubungan disekitar pekerja (Nitisemito, 1996).

Penelitian terkait pengaruh lingkungan kerja fisik terhadap performansi kerja seseorang telah banyak dilakukan. Namun kesadaran akan kepentingan lingkungan kerja yang nyaman (ergonomis) dalam aspek pekerjaan masih banyak diabaikan oleh perusahaan maupun pekerja itu sendiri. Dampak lingkungan kerja tidak ergonomis bagi pekerja sangat beragam. Dalam jangka pendek, pekerja dapat mengalami keluhan-keluhan fisik di bagian tubuh pekerja (MSDs). Sedangkan dalam jangka panjang, dampak lingkungan kerja tidak ergonomis dapat mengakibatkan munculnya *stress* kerja, penyakit akibat kerja, cacat bahkan kematian. Dampak dari permasalahan ini tidak hanya dirasakan oleh pekerja, melainkan oleh perusahaan juga. Bagi suatu perusahaan, lingkungan kerja yang tidak baik dapat mengurangi performansi pekerja dalam melakukan pekerjaannya, yang berpengaruh terhadap produktivitas perusahaan. Selain itu, juga penyakit/keluhan kerja yang muncul juga

menarik biaya yang besar. Biaya penanganan penyakit/keluhan kerja oleh perusahaan, memiliki jumlah yang cukup besar, yang terdiri dari biaya langsung dan biaya tak langsung dengan perbandingan 1 : 5 – 50, dan digambarkan sebagai fenomena gunung es (Bird, F.E & Germain, G.L, 1985). Dari hasil pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa keluhan pekerja mengenai MSDs menghabiskan rata-rata biaya sebesar \$5.138 untuk tiap keluhan pekerja (Dunning, et al, 2010). Hal ini tentunya akan merugikan bagi perusahaan maupun pekerja itu sendiri.

Dalam kegiatan evaluasi postur kerja, terdapat beberapa metode evaluasi postur kerja, antara lain metode RULA dan REBA. Menurut McAtemney & Corlett (1993) RULA merupakan metode evaluasi postur kerja yang berfokus pada tubuh bagian atas (lengan, pergelangan tangan, dan kepala). Sedangkan REBA digunakan untuk pekerjaan dengan risiko keluhan pada keseluruhan bagian tubuh (Hignett & McAtemney, 2000). Metode-metode evaluasi postur kerja tersebut digunakan dalam melakukan identifikasi bagian tubuh yang memiliki risiko mengalami keluhan fisik (MSDs). Sehingga nantinya, perusahaan dapat melakukan perbaikan lingkungan kerja yang mendukung postur kerja yang ergonomis bagi pekerja nantinya.

Sistem evaluasi postur kerja dengan metode RULA-REBA saat ini, pada dasarnya dapat dibedakan menjadi 3 metode pengerjaan yaitu dengan cara manual (*worksheet*), aplikasi di komputer, dan aplikasi di *smartphone*. Ketiga metode evaluasi postur kerja dengan metode RULA dan REBA tersebut, kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui kondisi sistem. Digunakan PIECES untuk memperoleh pokok-pokok permasalahan yang lebih spesifik, sehingga pemecahan masalah dapat lebih terfokus dan tepat sasaran (Whitten & Bentley, 2007). Analisis sistem dengan menggunakan PIECES dilakukan dengan mengumpulkan informasi melalui penyebaran kuesioner kepada pihak-pihak yang sering melakukan kegiatan evaluasi postur kerja (Laboratorium, Dosen, Karyawan). Pada Tabel 1.1 merupakan hasil analisis PIECES dari sistem evaluasi postur kerja saat ini (manual maupun aplikasi).

Tabel 1.1
Analisis PIECES Sistem Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA Saat Ini

No.	Framework	Keterangan
1	Performance	<p><i>Throughput</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Satu <i>worksheet</i> hanya dapat digunakan untuk evaluasi satu pekerja 2. Dalam pengerjaan evaluasi secara manual atau dengan aplikasi komputer/<i>smartphone</i> dibutuhkan langkah yang penjang 3. Pengerjaan dengan <i>worksheet</i> membutuhkan bantuan aplikasi grafis, seperti CorelDraw 4. Pengerjaan dengan aplikasi evaluasi postur kerja di komputer/<i>smartphone</i> membutuhkan pemindahan data antar perangkat <p><i>Response Time</i></p>

No.	Framework	Keterangan
		Waktu pengerjaan evaluasi postur kerja dengan menggunakan <i>worksheet</i> maupun aplikasi komputer/ <i>smartphone</i> lama, karena harus melewati beberapa langkah sebelum mendapatkan <i>total score</i>
2	Information	<p><i>Output</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil pengukuran dengan menggunakan <i>worksheet</i> atau aplikasi komputer/<i>smartphone</i> bersifat subjektif karena tidak terdapat petunjuk pengambilan dan <i>scoring</i> yang tepat 2. Hasil evaluasi <i>worksheet</i> maupun aplikasi komputer/<i>smartphone</i> tidak menunjukkan bagian tubuh spesifik yang berisiko mengalami cedera 3. Pengerjaan evaluasi postur kerja tidak dapat dilakukan dalam 1 perangkat, karena harus dikerjakan di perangkat yang berbeda (terjadi pemindahan data)
		<p><i>Input</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penilaian <i>worksheet</i> maupun pengerjaan aplikasi komputer/<i>smartphone</i> masih sangat subjektif, karena belum tersedia petunjuk pengerjaan yang jelas dan tepat 2. Belum adanya panduan pengambilan data postur kerja yang tepat 3. Belum adanya panduan dalam pemilihan metode yang sesuai, sehingga pengguna harus memahami sistem kerja metode yang akan digunakan terlebih dahulu sebelum menggunakan aplikasi
		<p><i>Stored data</i></p> <p>Data dari <i>worksheet</i> memerlukan ruang penyimpanan fisik (penyimpanan berkas kertas)</p>
3	Economic	<p><i>Cost</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya cetak <i>worksheet</i> 2. Biaya pengadaan alat dokumentasi, perangkat komputer, atau <i>worksheet</i> sebagai alat penunjang aktivitas evaluasi postur kerja
4	Control	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengerjaan dengan <i>worksheet</i> maupun aplikasi komputer/<i>smartphone</i> membutuhkan pemahaman pengambilan dan <i>scoring</i>, tidak terdapat <i>control</i>/petunjuk yang tepat
5	Efficiency	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diperlukan usaha lebih besar dalam melakukan pengerjaan dengan <i>worksheet</i> maupun aplikasi komputer/<i>smartphone</i>, dalam hal pengadaan alat bantu penunjang (kamera, <i>video recorder</i>, <i>worksheet</i>) 2. Diperlukan waktu yang lebih lama, karena tahap pengerjaan yang panjang. 3. Diperlukan biaya pengadaan alat penunjang lain
6	Service	<ol style="list-style-type: none"> 1. Data hasil evaluasi postur kerja cenderung tidak akurat karena subjektifitas pemahaman pengguna masih tinggi 2. Data hasil evaluasi postur kerja cenderung sulit dipahami pada bagian tubuh spesifik mana yang paling berisiko mengalami cedera

Berdasarkan hasil analisis sistem dengan menggunakan metode PIECES tersebut, dapat disimpulkan bahwa dari ketiga sistem metode tersebut memiliki kekurangan utama, yaitu penggunaan alat atau perangkat pendukung lain yang masih tinggi. Penggunaan alat bantu pada sistem evaluasi postur kerja saat ini, digunakan pada saat pengambilan data postur kerja (kamera atau *video recorder*), pengukuran sudut kerja secara langsung (penggaris, busur atau goniometer), serta aplikasi grafis pengolahan postur kerja. Akibat dari penggunaan alat bantu yang cukup banyak adalah:

1. Waktu pengerjaan (*respons time*) yang lebih lama

2. Biaya pengadaan alat yang lebih tinggi

Selain itu, kondisi sistem saat ini juga masih memungkinkan untuk munculnya subjektivitas dari *surveyor*. Sehingga tingkat akurasi dan presisi hasil evaluasi postur kerja juga masih tinggi.

Berdasarkan kondisi sistem tersebut, kemudian dilakukan pengkajian ulang dalam rancangan aplikasi yang mudah dipahami *surveyor* agar dapat meminimalisir/menyelesaikan permasalahan saat ini, baik dari efisiensi waktu, biaya, peralatan dan akurasi hasil. Penggunaan aplikasi perangkat (*smartphone*) merupakan salah satu cara untuk hal itu. Perancangan aplikasi RULA dan REBA dilakukan untuk perangkat *smartphone*, dalam sistem operasi Android. Aplikasi *smartphone* dipilih untuk mempermudah dan mempercepat *surveyor* dalam melakukan evaluasi postur pekerja, karena tersedia fitur-fitur yang sesuai dengan kebutuhan evaluasi postur kerja saat ini.

Adanya aplikasi *smartphone* sistem Android ini, diharapkan mampu mengurangi subjektivitas akibat pemahaman pengukuran metode RULA dan REBA, serta memberikan kemudahan bagi *surveyor* maupun pihak perusahaan dalam melakukan evaluasi kualitas postur kerja. Kualitas postur kerja yang baik ini kemudian diharapkan mampu mengurangi risiko cedera MSDs yang sering dialami oleh pekerja. Dari sisi perusahaan, dengan adanya aplikasi ini diharapkan juga dapat meningkatkan standar penerapan K3 yang semakin baik, serta menekan biaya-biaya yang muncul akibat keluhan atau kecelakaan pekerja.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dilakukan identifikasi masalah sebagai berikut.

1. Evaluasi postur kerja dengan menggunakan *worksheet* maupun aplikasi postur kerja RULA dan REBA di komputer/*smartphone* saat ini, belum tersedia dalam satu perangkat yang sesuai dengan kebutuhan aktivitas evaluasi postur kerja.
2. Evaluasi postur kerja dengan menggunakan *worksheet* maupun aplikasi postur kerja RULA dan REBA di komputer/*smartphone* saat ini, masih membutuhkan alat maupun aplikasi penunjang lainnya yang masih tinggi.
3. Evaluasi postur kerja dengan menggunakan *worksheet* maupun aplikasi postur kerja RULA dan REBA di komputer/*smartphone* saat ini, membutuhkan waktu pengerjaan, biaya pengadaan alat yang masih tinggi.

4. Evaluasi postur kerja dengan menggunakan *worksheet* maupun aplikasi postur kerja RULA dan REBA di komputer/*smartphone* saat ini, belum tersedianya panduan agar aktivitas evaluasi dapat dilakukan dengan tepat dan objektif.

1.3 Rumusan Masalah

Dari penjabaran latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang dapat dimunculkan adalah:

1. Bagaimana rancangan aplikasi RULA dan REBA dengan sistem operasi Android?
2. Bagaimana rancangan aplikasi RULA dan REBA yang mudah dipahami dan mengurangi risiko subjektivitas pemahaman *surveyor* ketika melakukan evaluasi?
3. Bagaimana rancangan aplikasi RULA dan REBA yang dapat mengurangi penggunaan alat maupun aplikasi penunjang lain?

1.4 Tujuan Penelitian

Dari penjabaran rumusan masalah tersebut, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Membuat aplikasi RULA dan REBA dengan sistem operasi Android.
2. Membuat aplikasi RULA dan REBA yang mudah dipahami *surveyor* ketika melakukan kegiatan evaluasi postur kerja.
3. Membuat aplikasi RULA dan REBA yang dapat mengurangi penggunaan alat maupun aplikasi penunjang lain.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang dilakukan, maka manfaat yang dapat diperoleh dalam pengerjaan penelitian ini adalah:

1. Aplikasi evaluasi postur kerja dengan metode RULA dan REBA hasil rancangan, memiliki panduan dan informasi yang dibutuhkan agar *surveyor* dapat melakukan aktivitas evaluasi postur kerja dengan tepat.
2. Aplikasi evaluasi postur kerja dengan metode RULA dan REBA hasil rancangan, dapat mengurangi biaya pengambilan data dalam pengadaan alat maupun aplikasi penunjang lain.
3. Aplikasi evaluasi postur kerja dengan metode RULA dan REBA hasil rancangan, memiliki prosedur yang sederhana dan *response time* cepat.

4. Aplikasi evaluasi postur kerja dengan metode RULA dan REBA hasil rancangan, memiliki informasi lebih lanjut untuk memberikan perbaikan postur kerja sebagai usaha mengurangi risiko MSDs.

1.6 Batasan Masalah

Berikut ini merupakan batasan masalah pada penelitian ini.

1. Perancangan aplikasi dibatasi hanya dengan menggunakan metode RULA dan REBA.
2. Perancangan aplikasi hanya dilakukan dalam sistem operasi Android.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan dalam mendukung pembahasan, analisis dan pengolahan data pada penelitian.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk kemudian digunakan sebagai pendukung dalam pengerjaan penelitian ini. Beberapa penelitian terdahulu yang mendukung penelitian ini meliputi penelitian mengenai dampak MSDs terhadap kesehatan pekerja dan perusahaan, usaha meminimalisir risiko MSDs, serta perancangan aplikasi android. Tabel 2.1 merupakan ringkasan dari beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian mengenai perancangan aplikasi ini, yang dijabarkan seperti berikut ini.

1. Dunning, et al (2010) melakukan penelitian untuk mengetahui jumlah keluhan dan biaya yang ditanggung oleh perusahaan dari keluhan MSDs pekerja. Penelitian ini dilakukan di Amerika dengan menggunakan data dari *Ohio Bureau of Worker's Compensation* (OBWC) pada tahun 1999-2004. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa selama 5 tahun, terdapat 572.508 keluhan pekerja mengenai MSDs, dan rata-rata biaya yang ditanggung oleh perusahaan adalah sebesar \$5.138 untuk tiap keluhan pekerja.
2. Supriyanto (2011) melakukan penelitian untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi postur kerja MMH yang berisiko MSDs, kemudian merancang postur kerja perbaikan dengan pendekatan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Dari hasil pengukuran dengan metode REBA, diketahui bahwa semua aktivitas produksi memiliki risiko terjadi keluhan MSDs. Usulan perbaikan yang diberikan untuk menangani permasalahan tersebut adalah dengan melakukan evaluasi kerja, perbaikan metode, sistem dan cara kerja.
3. Nugraha (2013) melakukan penelitian untuk mengetahui keadaan postur kerja operator *bad stock warehouse* di PT.X berdasarkan nilai RULA, dan memberikan usulan perbaikan pada perusahaan untuk mengurangi risiko *musculoskeletal disorders*. Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada 6 operator diketahui bahwa nilai RULA berada pada tingkatan 3, dan membutuhkan evaluasi perbaikan. Dari hasil evaluasi perbaikan

yang telah dilakukan, terjadi penurunan nilai RULA pada tingkatan 2, sehingga risiko MSDs dapat berkurang.

4. Janto (2015) melakukan penelitian untuk merancang aplikasi sistem informasi perkembangan balita untuk menunjang dan memudahkan orang tua dalam mendapatkan pengetahuan tentang kesehatan pada balita. Pengembangan sistem informasi ini menggunakan metode *waterfall*, dan pengujian aplikasi menggunakan uji *blackbox*. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa aplikasi ini dapat membantu dalam mencari informasi mengenai kesehatan balita dan dapat digunakan untuk mengamati perkembangan balita.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Saat Ini

No.	Peneliti	Objek Penelitian	Metode	Hasil
1.	Dunning, et al (2010)	Pengamatan jumlah keluhan MSDs di OBWC pada tahun 1999-2004	<i>Survey</i>	Hasil pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa selama 5 tahun terdapat 572.508 keluhan pekerja mengenai MSDs, dan rata-rata biaya yang ditanggung oleh perusahaan adalah sebesar \$5.130 untuk tiap keluhan pekerja
2.	Supriyanto (2011)	Perancangan postur kerja pada pekerja bagian pencucian dan penggilingan kedelai dengan pendekatan REBA, untuk mengurangi risiko MSDs	REBA	Hasil pengukuran dengan metode REBA, diketahui bahwa semua aktivitas produksi memiliki risiko terjadi keluhan MSDs. Usulan perbaikan yang diberikan untuk menangani permasalahan tersebut adalah dengan melakukan evaluasi kerja, perbaikan metode, sistem dan cara kerja
3.	Nugraha (2013)	Pengukuran postur kerja operator <i>bad stock warehouse</i> di PT.X dengan menggunakan metode RULA, untuk mengurangi risiko <i>musculoskeletal disorders</i>	RULA	Hasil pengukuran yang dilakukan pada 6 operator diketahui bahwa nilai RULA berada pada <i>level 3</i> , dan membutuhkan evaluasi perbaikan. Dari hasil evaluasi perbaikan yang telah dilakukan, terjadi penurunan nilai RULA pada <i>level 2</i> , sehingga risiko MSDs lebih minimal
4.	Janto (2015)	Perancangan sistem informasi perkembangan balita berbasis android	<i>Waterfall</i> dan <i>Blackbox</i>	Hasil dari perancangan aplikasi ini dapat membantu dalam pencarian informasi mengenai kesehatan balita dan dapat digunakan untuk

No.	Peneliti	Objek Penelitian	Metode	Hasil
				mengamati perkembangan balita

2.2 Musculoskeletal Disorder (MSDs)

Musculoskeletal terdiri dari kata *musculo* (otot) dan *skeletal* (tulang). Fungsi utama dari sistem *musculoskeletal* adalah untuk mendukung sistem gerak tubuh manusia (Nurmianto, 2004). *Musculoskeletal disorder* adalah suatu kondisi yang menyebabkan munculnya rasa nyeri dan tidak nyaman pada otot, tulang, sendi, yang dapat bersifat akut/kronik apabila terjadi dalam waktu yang lama (Breslow, 2002).

Kejadian *musculoskeletal disorder* dialami oleh pekerja industri maupun jasa dengan frekuensi sangat tinggi. Berdasarkan hasil *survey* Departemen Kesehatan RI dalam profil masalah kesehatan tahun 2011, diperoleh hasil bahwa sekitar 16% tenaga kerja Indonesia mengalami keluhan *Musculoskeletal Disorder* (MSDs). Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Dunning, et al (2010). Dari hasil penelitian tersebut diketahui MSDs memiliki persentase sekitar 30% dari keseluruhan *injuries* yang sering dialami oleh pekerja industri maupun jasa, dengan besar biaya yang dikeluarkan perusahaan (langung maupun tidak langsung) adalah sebesar \$5138 untuk tiap kali terjadi keluhan oleh 1 pekerja. Pada Tabel 2.2 adalah penjelasan lebih lanjut mengenai jenis dan faktor penyebab MSDs.

Tabel 2.2
Jenis-Jenis MSDs

No.	Jenis MSDs	Definisi	Faktor Penyebab	Pekerjaan Berpotensi
1.	<i>Low Back Pain Syndrome</i> (LBP)	Bentuk umum dari sebagian besar keadaan patologis yang mempengaruhi tendon, syaraf, <i>intervetebraal</i> , tulang, ligamen (tulang belakang)	Pekerjaan manual dengan beban berat, postur ekstrem, <i>force/gaya</i> besar, beban objek berat, getaran, repetisi banyak	Pekerjaan <i>manual handling</i> , penjahit, perawat, pekerja lapangan atau bukan lapangan, pelayan, teknisi, pekerjaan yang berhubungan dengan administratif
2.	<i>Carpal Tunnel Syndrome</i> (CTS)	Jenis MSDS yang terjadi pada anggota gerak manusia, terutama tangan	<i>Manual handling</i> , repetisi, postur ekstrem, getaran, <i>force/gaya</i> yang besar, frekuensi kerja	Kegiatan administratif (mengetik dan proses pemasukan data), kegiatan manufaktur (perakitan/ <i>assembly</i>), dan <i>packaging/pembungkusan</i>

3.	<i>Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS)</i>	MSDs yang terjadi pada pembuluh darah dan syaraf jari yang disebabkan oleh getaran alat atau bagian/permukaan benda yang bergetar dan menyebar langsung ke tangan. Dikenal juga sebagai <i>white finger</i> , <i>traumatic vasopatic disease</i>	Getaran, intensitas pekerjaan, lama pekerjaan, frekuensi, suhu ekstrem	Pekerjaan konstruksi, pekerja lapangan, perusahaan automobil, pekerjaan memalu, gerinda, sopir truk, penjahit, pengebor
4.	<i>Peripheral Neuropathy</i>	Ketidakmampuan dalam menerima sensai	<i>Manual handling</i> , gaya besar, repetisi, getaran dan suhu ekstrem	Pekerja di sektor publik dan industri jasa.
5.	<i>Peripheral Nerve Entrapment Syndrome</i>	Penjepitan syaraf yang terjadi pada tangan atau kaki (syaraf sensorik, motorik, dan <i>autonomic</i>)	Postur ekstrem, repetisi, gaya, getaran dan suhu ekstrem	Pekerjaan kasir, pekerjaan perakitan, dan pekerjaan kantor
6.	<i>Tendinitis dan Tenosynovitis</i>	<i>Tendinitis</i> : peradangan yang terjadi pada tendon. <i>Tenosynovitis</i> : peradangan tendon yang melibatkan <i>synovium</i> (pelindung dan pelumas tendon)	Pekerjaan manual, <i>force/gaya</i> , postur ekstrem, getaran, repetisi, berat beban	Industri <i>assembly</i> automobil, pengemasan makanan

Sumber: Levy et al (2000)

2.3 Faktor Penyebab MSDs

Menurut Peter (2000) terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya keluhan MSDs yaitu:

1. Peregangan Otot yang Berlebihan

Peregangan otot yang berlebihan terjadi apabila penggunaan energi otot yang melebihi batas optimum. Posisi kerja statis membutuhkan 50% dari kekuatan maksimum tubuh yang dapat bertahan tidak lebih dari satu menit. Apabila batas maksimum otot digunakan kurang dari 20% kekuatan maksimum maka kontraksi dapat berlangsung terus dalam beberapa waktu (Grandjean, 1993). Kondisi otot yang mengalami peregangan diatas batas optimum dapat menyebabkan terjadinya (MSDs) akibat jaringan otot rusak.

2. Pekerjaan Berulang

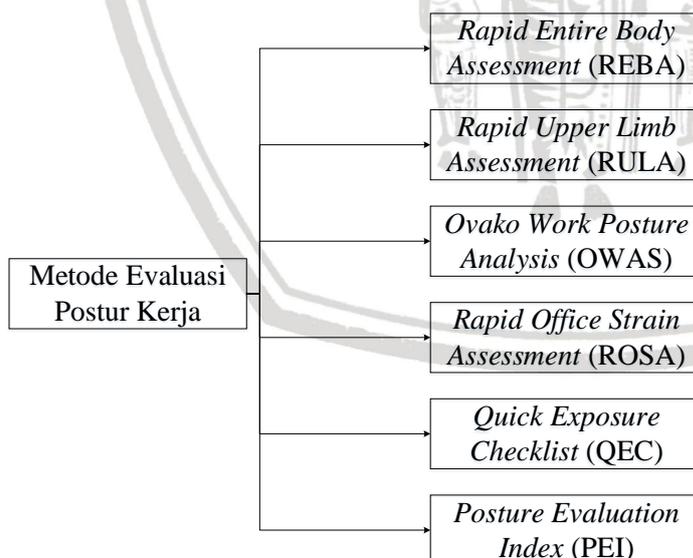
Pekerjaan dengan gerakan sama, yang dilakukan secara terus menerus dengan waktu siklus singkat. Pekerjaan ini mengakibatkan otot menerima beban kerja secara terus menerus tanpa memperoleh kesempatan relaksasi.

3. Postur Kerja yang Tidak Alami

Sikap kerja yang menyebabkan bagian-bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alami manusia, misalnya pada gerakan tangan terangkat, punggung yang membungkuk, kepala terangkat dan sebagainya. Semakin jauh posisi tubuh dari pusat gravitasi, maka semakin tinggi pula risiko terjadinya keluhan otot skeletal. Sikap kerja tidak alami ini diakibatkan adanya karakteristik tugas/pekerjaan, alat kerja dan stasiun kerja yang tidak sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja (Grandjean, 1993).

2.4 Ergonomi Postur Kerja

Pendekatan ergonomi postur kerja merupakan usaha mengurangi risiko keluhan MSDs, dengan melakukan evaluasi tingkat risiko postur kerja yang dilakukan, serta mengidentifikasi bagian tubuh yang mengalami pembebanan berlebih (bagian tubuh paling berisiko mengalami keluhan). Dengan mengetahui tingkat risiko dan bagian tubuh yang berisiko mengalami pembebanan berlebih tersebut, kemudian dapat dilakukan perancangan perbaikan sesuai yang dibutuhkan. Beberapa metode yang digunakan dalam evaluasi postur kerja dapat dilihat dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bagan metode penilaian postur kerja

Sumber: Simanjuntak, D.L. (2017)

1. Metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA)

REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) adalah metode yang digunakan dalam menilai postur kerja dengan penentuan sudut leher, punggung, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, kaki. Penilaian postur kerja dengan metode REBA mempertimbangkan faktor *coupling*, beban objek yang ditahan oleh pekerja, dan aktivitas pekerja (Varmazyar et al, 2012). Fungsi utama REBA menurut Hignett & McAtemney (2000) adalah:

- a. Metode evaluasi postur kerja dengan risiko MSDs untuk berbagai pekerjaan
- b. Mengklasifikasikan bagian tubuh untuk nantinya akan dilakukan evaluasi
- c. Mengidentifikasi faktor - faktor risiko MSDs dalam pekerjaan (kombinasi efek dari otot dan usaha tubuh, postur kerja, genggamannya atau *grip*, peralatan kerja, pekerjaan statis atau berulang – ulang/repetitif)
- d. Diaplikasikan untuk seluruh bagian tubuh yang bekerja.
- e. Menyediakan sistem penilaian untuk menentukan prioritas investigasi dan perbaikan yang diperlukan

2. Metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA)

RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) merupakan metode ergonomi postur kerja yang digunakan untuk menilai dan evaluasi postur kerja pada tubuh bagian atas (Nugraha et al, 2006). Metode ini digunakan dalam evaluasi postur, tenaga, dan gerakan yang dihubungkan dengan pekerjaan statis atau tidak berpindah pindah. Pekerjaan seperti di belakang layar atau pekerjaan komputer, manufaktur, atau pedagang dengan posisi duduk atau berdiri tanpa berpindah kemana-mana. Fungsi utama dari RULA menurut McAtemney & Corlett (1993) adalah:

- a. Evaluasi postur kerja bagian atas pada pekerjaan dengan risiko MSDs
- b. Identifikasi beban otot dalam postur kerja yang dilakukan, untuk pekerjaan statis maupun dinamis untuk melakukan evaluasi kelelahan otot
- c. Memberikan hasil evaluasi postur kerja berdasarkan pendekatan ergonomi, fisik, mental, lingkungan, dan organisasi
- d. Menghitung risiko pada *musculoskeletal*, sebagai bagian dari investigasi risiko ergonomi postur kerja

2.4.1 Prosedur Penilaian *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

Menurut Middlesworth (2010) prosedur penilaian postur kerja dengan menggunakan metode RULA terdapat beberapa langkah sebagai berikut.

1. Observasi Pekerjaan

Observasi pekerjaan dilakukan untuk mengetahui tentang kondisi pekerjaan dari aspek pergerakan pekerja dan postur kerja yang terbentuk. Observasi dapat dilakukan dengan melakukan tanya jawab kepada pekerja mengenai keluhan fisik yang sering dialami.

2. Memilih Postur Untuk Penilaian

Penentuan postur yang akan digunakan dalam menganalisis risiko postur kerja. Penentuan postur yang akan dilakukan penilaian dapat menggunakan kriteria-kriteria berikut ini.

- a. Postur dan elemen kerja yang paling sulit untuk dilakukan (berdasarkan wawancara dan observasi).
- b. Postur dengan durasi kerja paling lama dipertahankan.
- c. Postur dengan kebutuhan energi otot atau tenaga paling besar.

Penentuan postur untuk penilaian dapat didasarkan pada satu atau lebih dari kriteria tersebut. Kriteria untuk memutuskan postur yang dianalisis dapat dilakukan dokumentasi terlebih dahulu menggunakan kamera atau video dengan pengambilan gambar dari sisi kiri atau kanan.

3. Memberi Nilai Pada Postur

Penilaian postur kerja dengan menggunakan RULA dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian A *Arm and Wrist Analysis* dan bagian B *Neck, Trunk, and Leg Analysis*. Pada Gambar 2.2 merupakan Bagian A, dan Gambar 2.3 merupakan Bagian B *worksheet* REBA.

a. *Step 1: Locate upper arm position*

Penentuan *rating* untuk lengan bagian atas dilakukan dengan melihat sudut yang terbentuk dari *trunk* ke lengan, dengan beberapa penyesuaian tambahan yaitu:

- 1) Ketika bahu terangkat keatas: +1
- 2) Ketika lengan bagian atas menjauhi tubuh: +1
- 3) Ketika lengan/orang terdapat sandaran: -1

b. *Step 2: Locate lower arm position*

Penentuan *rating* risiko pada lengan bawah dilakukan dengan menentukan besar sudut lengan bawah, yang diukur dari sudut yang terbentuk antara lengan bagian atas dan bawah. Selain itu, *rating* juga dilakukan penyesuaian tambahan yaitu:

- 1) Ketika lengan bagian bawah bekerja menjauhi/mendekati sumbu tubuh

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

+1 20° 20° 20° +2 20-45° +3 45-90° +4 90°

Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

+1 0-100° +2 10-45°

Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

+1 15° +2 15°+ +3 15°+ +4 15°+

Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Scores

Table A

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Score					
		1	2	3	4		
1	1	1	2	2	2	3	3
1	2	2	2	2	2	3	3
1	3	2	3	3	3	3	4
2	1	2	3	3	3	4	4
2	2	3	3	3	3	4	4
2	3	3	4	4	4	4	5
3	1	3	3	4	4	4	5
3	2	3	4	4	4	4	5
3	3	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	5	5
4	2	4	4	4	4	5	5
4	3	4	4	4	5	5	6
5	1	5	5	5	5	6	7
5	2	5	6	6	6	7	7
5	3	6	6	6	7	7	8
6	1	7	7	7	7	8	9
6	2	8	8	8	8	9	9
6	3	9	9	9	9	9	9

Table C

	Neck, Trunk, Leg Score					
	1	2	3	4	5	6 7+
1	1	2	3	4	5	5
2	2	2	3	4	5	5
3	3	3	3	4	5	6

Gambar 2.2 Penilaian bagian A metode RULA
Sumber: Middlesworth (2015)

c. *Step 3: Locate wrist position*

Penentuan *rating* risiko pada pergelangan tangan dengan menentukan besar sudut yang diukur dari lengan bagian bawah dan telapak tangan. Selain itu, *rating* juga dilakukan penyesuaian tambahan yaitu:

- 1) Ketika telapak tangan ditekuk menjauhi titik tengah: +1

d. *Step 4: Wrist twist*

Selain itu, penentuan *rating* risiko pergelangan tangan juga dilihat dari putaran yang dilakukan oleh pergelangan tangan ketika melakukan aktivitas.

- 1) Ketika pergelangan tangan diputar setengah putaran: +1
2) Ketika pergelangan tangan diputar 1 putaran penuh: +2

e. *Step 5: Look-up posture score in Table A*

Berdasarkan nilai dari langkah 1- 4 tentukan nilai dengan tabel A

f. *Step 6: Add muscle use score*

Penentuan *rating* repetisi gerakan oleh *arm/wrist*, ketika gerakan cenderung statis dalam waktu 10 menit atau gerakan *repetitive* selama 4x per menit akan diberikan *rating*: +1.

g. *Step 7: Add force/load score*

Penentuan *rating* beban otot dilakukan dengan beban yang diterima oleh tubuh bagian atas.

h. *Step 8: Find row in Table C*

Penjumlahan seluruh nilai dari langkah 5-7 digunakan untuk mendapatkan nilai baris Tabel C.

i. *Step 9: Locate neck position*

Penentuan *rating* risiko pada leher dilakukan dengan menentukan besar sudut leher yang diukur dari sudut yang terbentuk antara leher dan *trunk*. Selain itu, *rating* juga dilakukan penyesuaian tambahan yaitu:

- 1) Ketika leher diputar/menoleh: +1
- 2) Ketika leher ditekuk: +1

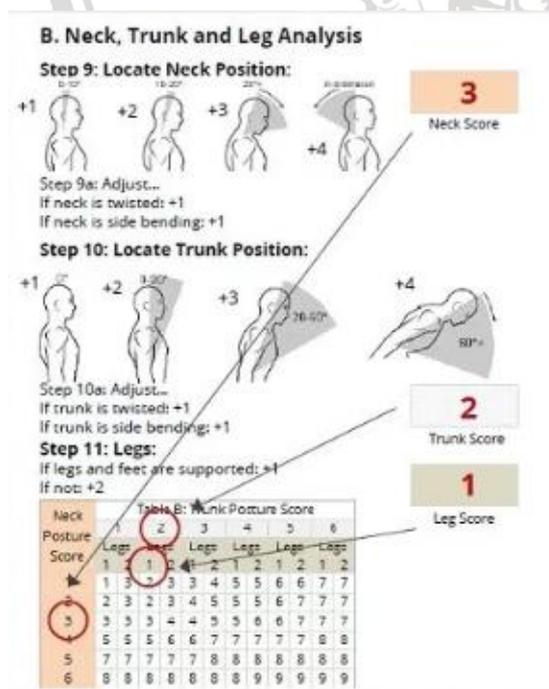
j. *Step 10: Locate trunk position*

Rating risiko pada punggung dilakukan dengan menentukan besar sudut yang terbentuk dari tulang ekor yang ditarik sudut keatas tegak lurus dengan bumi, untuk kemudian dari garis tersebut ditarik sudut searah punggung. Penentuan *rating* kemudian dilakukan dengan penyesuaian tambahan, yaitu:

- 1) Ketika punggung diputar/menoleh: +1
- 2) Ketika punggung ditekuk: +1

k. *Step 11: Legs*

Rating risiko pada kaki dilakukan dengan penentuan ada atau tidaknya sandaran yang menopang kaki. Ketika kaki tidak terdapat penopang/sandaran, maka nilai *rating* +1, sedangkan jika tidak +2.



Gambar 2.3 Penilaian bagian B metode RULA
Sumber: Middlesworth (2015)

- l. *Step 12: Look-up posture score in Table B*
Rating pada tabel B, ditentukan berdasarkan nilai langkah 9- 11.
 - m. *Step 13: Add muscle use score*
Penentuan *rating* repetisi gerakan oleh bagian *neck, trunk and leg*, ketika gerakan cenderung statis dalam waktu 10 menit atau gerakan *repetitive* selama 4x per menit akan diberikan *rating* +1.
 - n. *Step 14: Add force/load score*
Penentuan *rating* beban otot dilakukan dengan beban yang diterima oleh bagian *neck, trunk, and legs*.
 - o. *Step 15: Find column in Table C*
Rating pada tabel C ditentukan dari penjumlahan nilai langkah 12- 14 digunakan untuk mendapatkan nilai kolom Tabel C.
4. Menetapkan Nilai RULA
- Jenis aktivitas yang dilakukan diwakili oleh nilai aktivitas yang ditambahkan dengan nilai C untuk memberi nilai REBA (akhir).

Tabel 2.3

Klasifikasi *Score* RULA

Skor	Level dari postur kerja yang beresiko mengalami <i>Musculoskeletal Disorder</i>
1-2	Postur dapat diterima
3-4	Perlu adanya investigasi, perubahan mungkin dibutuhkan
5-6	Perlu adanya investigasi, perubahan segera dibutuhkan
6+	Investigasi dan perbaikan segera

Sumber: Middlesworth (2015)

5. Menentukan *Action Level*
Nilai *level* risiko RULA kemudian dianalisis pada tubuh bagian mana yang memiliki *score* tinggi, sehingga kemudian dapat dilakukan analisis perbaikan rancangan stasiun kerja maupun metode kerja dalam mengurangi risiko tersebut.

2.4.2 Prosedur Penilaian *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

Menurut Middlesworth (2015) prosedur penilaian postur kerja dengan menggunakan metode REBA terdapat beberapa langkah sebagai berikut.

1. Observasi Pekerjaan
Observasi pekerjaan dilakukan untuk mengetahui tentang kondisi pekerjaan dari aspek pergerakan pekerja dan postur kerja yang terbentuk. Observasi dapat dilakukan dengan melakukan tanya jawab kepada pekerja mengenai keluhan fisik yang sering dialami.
2. Memilih Postur Untuk Penilaian

Penentuan postur yang akan digunakan dalam menganalisis risiko postur kerja. Penentuan postur yang akan dilakukan penilaian dapat menggunakan kriteria-kriteria berikut ini.

- Postur dan elemen kerja yang paling sulit untuk dilakukan (berdasarkan wawancara dan observasi).
- Postur dengan durasi kerja paling lama dipertahankan.
- Postur dengan kebutuhan energi otot atau tenaga paling besar.

Penentuan postur untuk penilaian dapat didasarkan pada satu atau lebih dari kriteria tersebut. Kriteria untuk memutuskan postur yang dianalisis dapat dilakukan dokumentasi terlebih dahulu menggunakan kamera atau video dengan pengambilan gambar dari sisi kiri atau kanan.

3. Memberi Nilai pada Postur

Penilaian postur kerja dengan menggunakan REBA dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian A *Neck, Trunk and Leg Analysis* dan bagian B *Arm and Wrist Analysis*. Pada Gambar 2.4 merupakan Bagian A, dan Gambar 2.5 merupakan Bagian B *worksheet* REBA.

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

+1 10-20° +2 20°+ In extension +2

Neck Score: 1

Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position

+1 0° +2 0-30° +3 30-60° +4 60°+

Trunk Score: 3

Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs

Adjust: 30-60° >60°

+1 +2 Add +1 Add +2

Leg Score: 1

Scores

Table A: Neck

	Neck											
	1				2				3			
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
Posture	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
Score	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9

Table B: Lower Arm

	Lower Arm					
	1			2		
Wrist	1	2	3	1	2	3
Upper Arm	1	1	2	2	1	2
Score	2	1	2	3	2	3
	3	3	4	5	4	5
	4	4	5	5	5	6
	5	6	7	8	7	8
	6	7	8	8	8	9

Table C

	Score B											
Score A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Gambar 2.4 Penilaian bagian A metode REBA

Sumber: Middlesworth (2015)

a. *Step 1: Locate neck position*

Penentuan *rating* risiko pada leher dilakukan dengan menentukan besar sudut leher yang diukur dari sudut yang terbentuk antara leher dan *trunk*. Selain itu, *rating* juga dilakukan penyesuaian tambahan yaitu:

- 1) Ketika leher diputar/menoleh: +1
- 2) Ketika leher ditekuk: +1

b. *Step 2: Locate trunk position*

Rating risiko pada punggung dilakukan dengan menentukan besar sudut yang terbentuk dari tulang ekor yang ditarik sudut keatas tegak lurus dengan bumi, untuk kemudian dari garis tersebut ditarik sudut searah punggung. Penentuan *rating* kemudian dilakukan dengan penyesuaian tambahan, yaitu:

- 1) Ketika punggung diputar/menoleh: +1
- 2) Ketika punggung ditekuk: +1

c. *Step 3: Legs*

Rating risiko pada kaki dilakukan dengan mengamati posisi kaki ketika bekerja, yaitu:

- 1) Ketika kaki menyangga tubuh dengan seimbang atau penuh (dengan kedua kaki): +1
- 2) Ketika kaki menyangga tubuh dengan berpusat ke salah satu kaki: +2

Selain itu, penentuan *rating* risiko pada kaki juga terdapat penyesuaian tambahan yang dilihat dari sudut yang terbentuk oleh kaki tersebut. Penentuan sudut kaki dilihat dari paha dan betis.

- 1) Ketika sudut yang terbentuk antara 30°- 60°: +1
- 2) Ketika sudut yang terbentuk antara 60°: +2

d. *Step 4: Look up posture score in Table A*

Berdasarkan nilai dari langkah 1- 3 tentukan nilai dengan tabel A.

e. *Step 5: Add force/load score*

Penentuan *rating* beban otot dilakukan dengan menghitung beban yang diterima oleh tubuh bagian *neck*, *trunk* and *leg*.

f. *Step 6: Score A, find row in Table C*

Penjumlahan *rating* pada *step 4* dan *step 5* untuk kemudian disebut *score A*, dan digunakan untuk menentukan nilai pada Tabel C.

g. *Step 7: Locate upper arm position*

Penentuan *rating* untuk lengan bagian atas dilakukan dengan melihat sudut yang terbentuk antara *trunk* dengan lengan, dengan beberapa penyesuaian tambahan yaitu:

- 1) Ketika bahu terangkat keatas: +1
- 2) Ketika lengan bagian atas menjauhi tubuh: +1
- 3) Ketika lengan/orang terdapat sandaran: -1

h. *Step 8: Locate lower arm position*

Penentuan *rating* risiko pada lengan bawah dilakukan dengan menentukan besar sudut lengan bawah, yang diukur dari sudut yang terbentuk antara lengan bagian atas dan bawah.

i. *Step 9: Locate wrist position*

Penentuan *rating* risiko pada pergelangan tangan dengan menentukan besar sudut yang diukur antara lengan bagian bawah dengan telapak tangan. Selain itu, *rating* juga dilakukan penyesuaian tambahan yaitu:

- 1) Ketika telapak tangan ditekuk atau diputar: +1

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

+1 10-20° +2 20° In extension

Neck Score: 1

Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position

+1 0° In extension +2 30-60° +3 60-90° +4 90°

Trunk Score: 3

Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs

Adjust: 30-60° +1 Add +1 Add +2

Leg Score: 1

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, Locate score in Table A.

Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0
If load 11 to 22 lbs.: +1
If load > 22 lbs.: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force / Load Score: 1

Step 6: Score A. Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Score A: 3

Scoring

1 = Negligible Risk
2-3 = Low Risk. Change may be needed.
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
11+ = Very High Risk. Implement Change

Scores

Table A

	Neck											
	1				2				3			
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Neck Score	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Score A	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9

Table B

	Lower Arm					
	1			2		
Wrist	1	2	3	1	2	3
Upper Arm Score	1	2	3	4	5	6
Score B	2	3	4	5	6	7
	3	4	5	6	7	8
	4	5	6	7	8	9
	5	6	7	8	8	9
	6	7	8	8	9	9

Table C

	Score B											
Score A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Table C Score + Activity Score = REBA Score

Gambar 2.5 Penilaian bagian B metode REBA

Sumber: Middlesworth (2015)

j. *Step 10: Look-up posture score in Table B*

Rating score pada tabel B dilihat dari nilai *Step 7-9*.

k. *Step 11: Add coupling score*

Penentuan *rating coupling* pada REBA, digunakan untuk mengetahui beban tambahan yang diterima oleh anggota gerak atas tubuh manusia.

l. *Step 12: Score B*

Penjumlahan *rating* pada *step 10* dan *step 11* untuk kemudian disebut *score A*, dan digunakan untuk menentukan nilai pada tabel C.

m. *Step 13: Activity score*

Penentuan *rating* gerakan oleh *arm/wrist*:

- 1) Ketika satu atau lebih anggota tubuh statis lebih dari 1 menit: +1
- 2) Ketika tubuh melakukan gerakan *repetitive* (lebih dari 4x per menit): +1
- 3) Ketika tubuh melakukan gerakan-gerakan tidak stabil atau gerakan dengan perubahan cepat: +1

4. Menetapkan Nilai REBA

Penilaian *final score* REBA ditentukan dari *Score Table C* dijumlahkan dengan *activity score*.

Tabel 2.4

Klasifikasi *Score* REBA

Skor	Level dari postur kerja yang beresiko mengalami <i>Musculoskeletal Disorder</i>
1	Risiko dapat diabaikan
2-3	Resiko rendah, perbaikan mungkin dibutuhkan
4-7	Risiko menengah, investigasi lebih lanjut dan dibutuhkan segera perbaikan
8-10	Risiko tinggi, dibutuhkan investigasi dan perbaikan
11+	Risiko sangat tinggi, dan dibutuhka perbaikan

Sumber: Middlesworth (2015)

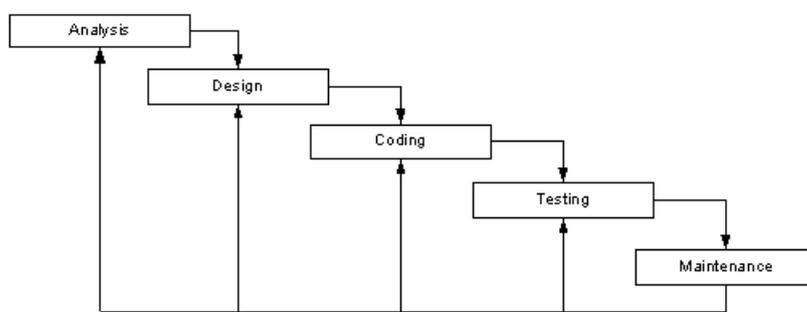
5. Menentukan *Action Level*

Nilai *level* risiko REBA tersebut kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui tubuh bagian mana yang memiliki *score* tinggi, sehingga kemudian dapat dilakukan evaluasi perbaikan rancangan stasiun kerja maupun metode kerja dalam mengurangi risiko tersebut.

2.5 Perancangan Aplikasi Metode *Waterfall*

Aplikasi adalah seperangkat instruksi khusus dalam komputer yang dirancang agar kita dapat menyelesaikan tugas-tugas tertentu (Shelly, 2009). Dalam kegiatan perancangan suatu aplikasi, diperlukan langkah-langkah kerja sistematis agar kebutuhan/persyaratan suatu

permasalahan dapat didefinisikan dan dipenuhi dengan tepat. *System Development Life Cycle* (SDLC) merupakan kerangka kerja terstruktur dan sistematis, yang digunakan dalam proyek Teknologi Informasi (TI) besar, terdiri atas berbagai proses yang berurutan untuk mengembangkan sistem informasi (Turban, et al., 2010). Dalam penerapan SDLC, terdapat beberapa metode yang telah dikembangkan, salah satunya *waterfall model*. Model *waterfall* merupakan jenis model yang paling sering digunakan untuk rekayasa perangkat lunak. Model pengembangan ini membuat perancangan aplikasi menjadi lebih sistematis, sekuensial dan terjadwal sesuai perencanaan di awal. Dalam perancangan menggunakan model *waterfall* dikenal beberapa tahap mulai dari analisis, desain, kode, test, dan pengujian. (Pressman, 2002: 37).



Gambar 2.6 Tahapan model *Waterfall*
Sumber: Pressman (2002)

2.5.1 Analisis

Pada tahap ini, dilakukan analisis permasalahan sebagai dasar dalam perencanaan sistem baru. Dari hasil analisis sistem lama tersebut, kemudian didefinisikan menjadi spesifikasi kebutuhan sistem baru. Daftar kebutuhan sistem yang akan dibuat disebut dengan *system requirement checklist* atau SRC. Menurut Shelly & Rossenblatt (2012), SRC merupakan tahapan analisa yang bertujuan untuk mengetahui kebutuhan dari *user* berkaitan dengan sistem baru yang akan dirancang.

2.5.1.1 Analisis Sistem (PIECES)

Menurut Whitten & Bentley (2007) PIECES (*performance, information, economy, control, efficiency dan services*) merupakan metode analisis yang digunakan untuk memperoleh pokok-pokok permasalahan yang lebih spesifik. Metode analisis ini sering digunakan untuk melakukan evaluasi sistem yang telah ada untuk mengetahui kondisi dan kekurangan dari sistem tersebut. Analisis dilakukan terhadap 5 parameter utama yaitu

kinerja, informasi, ekonomi, kontrol, efisiensi dan pelayanan. Pada Gambar 2.7 berikut ini akan dijelaskan mengenai tabel analisis PIECES.

The PIECES Problem-Solving Framework and Checklist

The following checklist for problem, opportunity, and directive identification uses Wetherbe's PIECES framework. Note that the categories of PIECES are not mutually exclusive; some possible problems show up in multiple lists. Also, the list of possible problems is not exhaustive. The PIECES framework is equally suited to analyzing both manual and computerized systems and applications.

PERFORMANCE

- A. Throughput – the amount of work performed over some period of time.
- B. Response times – the average delay between a transaction or request, and a response to that transaction or request.

CONTROL (and Security)

- A. Too little security or control
 - 1. Input data is not adequately edited
 - 2. Crimes (e.g., fraud, embezzlement) are (or can be) committed against data
 - 3. Ethics are breached on data or information – refers to data or information getting to unauthorized people
 - 4. Redundantly stored data is inconsistent in different files or databases
 - 5. Data privacy regulations or guidelines are being (or can be) violated
 - 6. Processing errors are occurring (either by people, machines, or software)
 - 7. Decision-making errors are occurring
- B. Too much control or security
 - 1. Bureaucratic red tape slows the system
 - 2. Controls inconvenience customers or employees
 - 3. Excessive controls cause processing delays

INFORMATION (and Data)

- A. Outputs
 - 1. Lack of any information
 - 2. Lack of necessary information
 - 3. Lack of relevant information
 - 4. Too much information – “information overload”
 - 5. Information that is not in a useful format
 - 6. Information that is not accurate
 - 7. Information that is difficult to produce
 - 8. Information is not timely to its subsequent use
- B. Inputs
 - 1. Data is not captured
 - 2. Data is not captured in time to be useful
 - 3. Data is not accurately captured – contains errors
 - 4. Data is difficult to capture
 - 5. Data is captured redundantly – same data captured more than once
 - 6. Too much data is captured
 - 7. Illegal data is captured
- C. Stored data
 - 1. Data is stored redundantly in multiple files and/or databases
 - 2. Same data items have different values in different files (poor data integration)
 - 3. Stored data is not accurate
 - 4. Data is not secure to accident or vandalism
 - 5. Data is not well organized
 - 6. Data is not flexible – not easy to meet new information needs from stored data
 - 7. Data is not accessible

EFFICIENCY

- A. People, machines, or computers waste time
 - 1. Data is redundantly input or copied
 - 2. Data is redundantly processed
 - 3. Information is redundantly generated
- B. People, machines, or computers waste materials and supplies
- C. Effort required for tasks is excessive
- D. Material required for tasks is excessive

ECONOMICS

- A. Costs
 - 1. Costs are unknown
 - 2. Costs are untraceable to source
 - 3. Costs are too high
- B. Profits

SERVICE

- A. The system produces inaccurate results
- B. The system produces inconsistent results
- C. The system produces unreliable results
- D. The system is not easy to learn
- E. The system is not easy to use
- F. The system is awkward to use
- G. The system is inflexible to new or exceptional situations
- H. The system is inflexible to change
- I. The system is incompatible with other systems

Gambar 2.7 PIECES framework
Sumber: Whitten & Bentley (2007)

2.5.2 Perancangan (Desain)

Desain perangkat lunak adalah proses yang berfokus pada empat atribut/kebutuhan sebuah program yang berbeda yaitu struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi antarmuka dan detail algoritma. Proses desain dilakukan untuk menerjemahkan kebutuhan ke dalam sebuah representasi perangkat lunak yang dapat diperkirakan demi kualitas sebelum proses *coding* dimulai (Pressman, 2002). Perancangan dilakukan dalam 3 kategori, yaitu perancangan data, perancangan antarmuka dan perancangan *component level*. Dalam perancangan aplikasi ini, tidak dilakukan perancangan data, karena kebutuhan sistem nantinya, tidak memerlukan database permanen. Penyimpanan dalam sistem nantinya hanya akan bersifat sementara.

2.5.2.1 Perancangan Antarmuka (*Interface*)

Perancangan antarmuka (*interface*) dilakukan bertujuan untuk menciptakan media komunikasi yang efektif antara manusia dan perangkat lunak. Perancangan antarmuka perangkat lunak sangat penting dilakukan untuk memudahkan pengguna dalam pemakaian aplikasi. Perancangan antarmuka pengguna dimulai dengan melakukan identifikasi kepada calon pengguna, tugas yang akan dilakukan oleh perangkat lunak, dan sebagainya. Kemudian dilanjutkan dengan membuat *layout* layar yang menggambarkan desain grafis dan penempatan ikon, definisi layar teks deskriptif, dan spesifikasi dari item menu (Pressman, 2002).

2.5.2.2 Perancangan *Component-Level*

Perancangan *component-level* dilakukan untuk menetapkan detail algoritma yang diperlukan untuk memanipulasi struktur data, komunikasi antara komponen perangkat lunak melalui antarmuka aplikasi, dan menerapkan proses algoritma yang dialokasikan untuk masing-masing komponen (Pressman, 2002). Dari hasil perancangan tersebut akan dinilai apakah struktur data dan algoritma akan berjalan sebagaimana mestinya. Perancangan *component-level* aplikasi dapat dilakukan dengan menggunakan *flowchart*. *Flowchart* merupakan diagram alir yang menjelaskan urutan dari prosedur yang ada pada sistem dan digunakan sebagai penunjuk alur kerja suatu sistem secara keseluruhan, yang digambarkan dengan simbol tertentu (Pressman, 2002).

2.5.3 Pemrograman (*Coding*)

Tahap ini merupakan tahapan dalam implementasi sistem yang sudah dirancang sebelumnya. Pemrograman (*coding*) ini dilakukan dengan menerjemahkan rancangan kedalam bahasa mesin yang dapat diproses (Pressman, 2002).

2.5.3.1 Bahasa Pemrograman Java

Menurut Rosa & Salahuddin (2010), Java adalah istilah dari kumpulan teknologi yang digunakan dalam pembuatan dan menjalankan perangkat lunak pada suatu perangkat (komputer/*handphone*) yang dapat berdiri sendiri ataupun pada lingkungan jaringan. Java diterjemahkan oleh mesin penerjemah *coding (interpreter)* yang diberi nama *Java Virtual Machine (JVM)*. JVM tersebut nantinya akan membaca kode bit dari bahasa mesin yang telah diprogram, menjadi sebuah instruksi yang akan diproses. Java dapat dijalankan pada sistem operasi yang terdapat JVM. Dengan kelebihan tersebut, Java dapat digunakan pada berbagai macam perangkat elektronik, dan dapat diakses oleh berbagai *platform*.

2.5.4 Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui dan memastikan bahwa logika pemrograman yang telah dibuat mampu memberikan hasil aktual sesuai dengan hasil yang dibutuhkan (Pressman, 2002).

2.5.4.1 Pengujian *Blackbox*

Blackbox testing adalah pengujian yang memfokuskan pada kebutuhan fungsional perangkat lunak dengan tujuan berusaha menemukan kesalahan (Pressman, 2002). Pengujian ini memungkinkan *programmer* mendapatkan serangkaian kondisi *input* yang sepenuhnya menggunakan semua persyaratan fungsional untuk suatu program. Menurut Pressman (2002) tujuan dilakukannya *blackbox testing* adalah untuk menemukan kesalahan dari beberapa kategori sebagai berikut.

1. Fungsi – fungsi yang salah atau hilang
2. Kesalahan antarmuka
3. Kesalahan dalam struktur data atau akses basis data eksternal
4. Kesalahan kinerja
5. Kesalahan inisialisasi dan terminasi

2.5.4.2 Pengujian Kinerja Aplikasi

Pengujian kinerja aplikasi dilakukan dengan tujuan untuk memastikan aplikasi hasil rancangan telah memenuhi kebutuhan sistem sesuai rancangan *System Requirement Checklist* (SRC). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon calon pengguna terhadap aplikasi hasil rancangan, oleh sebab itu pengujian ini dapat digolongkan kedalam jenis penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan jenis penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain (Sugiyono, 2012:13).

Dalam melakukan penelitian deskriptif, diperlukan sebuah instrumen untuk mengukur respon calon pengguna. Instrumen yang digunakan adalah angket tertutup dengan perhitungan kuantitatif menggunakan skala likert. Penyusunan instrumen uji harus berisi beberapa pertanyaan-pertanyaan dengan kategori sebagai berikut (Ian Sommerville, 2003: 68).

1. Fungsi atau tujuan perangkat lunak
2. Harapan pengguna
3. Lingkungan pemasaran

Setelah menentukan instrumen uji, kemudian ditentukan skala penilaian dengan menggunakan skala likert. Skala likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Pada Tabel 2.5 berikut merupakan skala penilaian menurut Sugiyono (2012).

Tabel 2.5
Skala Penilaian untuk Pernyataan Positif dan Negatif

No.	Keterangan	Skor Positif	Skor Negatif
1.	Sangat Setuju	5	5
2.	Setuju	4	4
3.	Ragu-Ragu	3	3
4.	Tidak Setuju	2	2
5.	Sangat Tidak Setuju	1	1

Sumber: Sugiyono (2012)

Pengolahan data deskriptif kuantitatif menggunakan perhitungan rentang skala dalam menentukan kelas dan batas atas/bawah antar kelas. Adapun rumus dalam menentukan rentang skala (RS) menurut Simamora (2002: 130) adalah:

$$RS = \frac{(m-n)}{b} \quad (2-1)$$

Sumber: Simamora (2002)

Keterangan:

RS = Rentang Skala

m = Skala tertinggi dalam pengukuran (kuesioner)

n = Skala terendah dalam pengukuran (kuesioner)

b = Banyak kelas skala yang dibentuk (pilihan jawaban kuesioner)

2.5.5 Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan merupakan tahap akhir dalam model *waterfall*. Tujuan dilakukannya tahap ini adalah untuk melakukan penanganan terhadap kesalahan-kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah pengujian. Perbaikan dalam tahap pemeliharaan dilakukan setelah aplikasi telah dikirim ke pengguna (Pressman, 2002).

2.6 *Unified Modeling Language (UML)*

Menurut Bentley & Whitten (2007), *Unified Modeling Language (UML)* adalah sekumpulan konversi pemodelan yang digunakan dalam menentukan atau menggambarkan sebuah sistem perangkat lunak yang berorientasi pada objek. Dalam pemodelan aplikasi dengan UML, terdapat 13 macam diagram yang dapat digunakan.

2.6.1 *Use Case Diagram*

Use Case Diagram merupakan diagram yang menggambarkan interaksi antara sebuah sistem internal, eksternal, dan *user*. Diagram ini digunakan untuk menggambarkan hubungan antar *stakeholder* yang akan menggunakan sistem dan cara *user* dapat berinteraksi dengan sistem. (Whitten & Bentley, 2007). *Use Case Diagram* memiliki tiga komponen penting yang digunakan didalamnya, yaitu:

1. *Use Case*

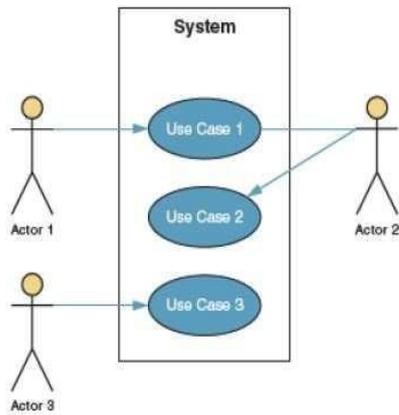
Use Case digunakan untuk menggambarkan fungsi dari sistem dari perspektif *user* dan dalam kondisi yang dapat dipahami *user*. Digambarkan kedalam bentuk elips dengan nama *Use Case* di dalamnya.

2. *Actor*

Actor merupakan gambaran *stakeholder* yang akan berinteraksi dengan sistem untuk saling bertukar informasi. Digambarkan dalam bentuk *stick figure* dengan nama *Actor* di bawahnya.

3. *Relationship*

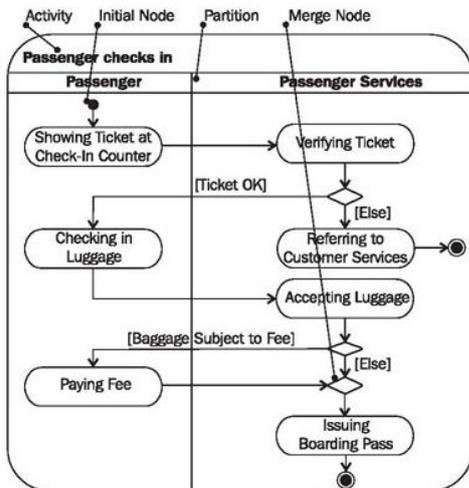
Relationship merupakan hubungan yang terjadi antara *Use Case* dan *Actor* yang digambarkan dalam bentuk garis. Pada Gambar 2.8 berikut ini merupakan contoh dari *Use Case Diagram*.



Gambar 2.8 Contoh use case diagram
 Sumber: Whitten & Bentley (2007)

2.6.2 Activity Diagram

Activity Diagram merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan sistematis aktivitas dari sebuah proses bisnis atau *Use Case* dalam sebuah sistem. Diagram ini juga dapat digunakan untuk memodelkan logika yang digunakan dalam sebuah sistem (Whitten & Bentley, 2007). Gambar 2.9 merupakan contoh pembuatan *activity diagram*.



Gambar 2.9 Contoh activity diagram
 Sumber: www.sourcemaking.com

2.7 Sistem Operasi Android

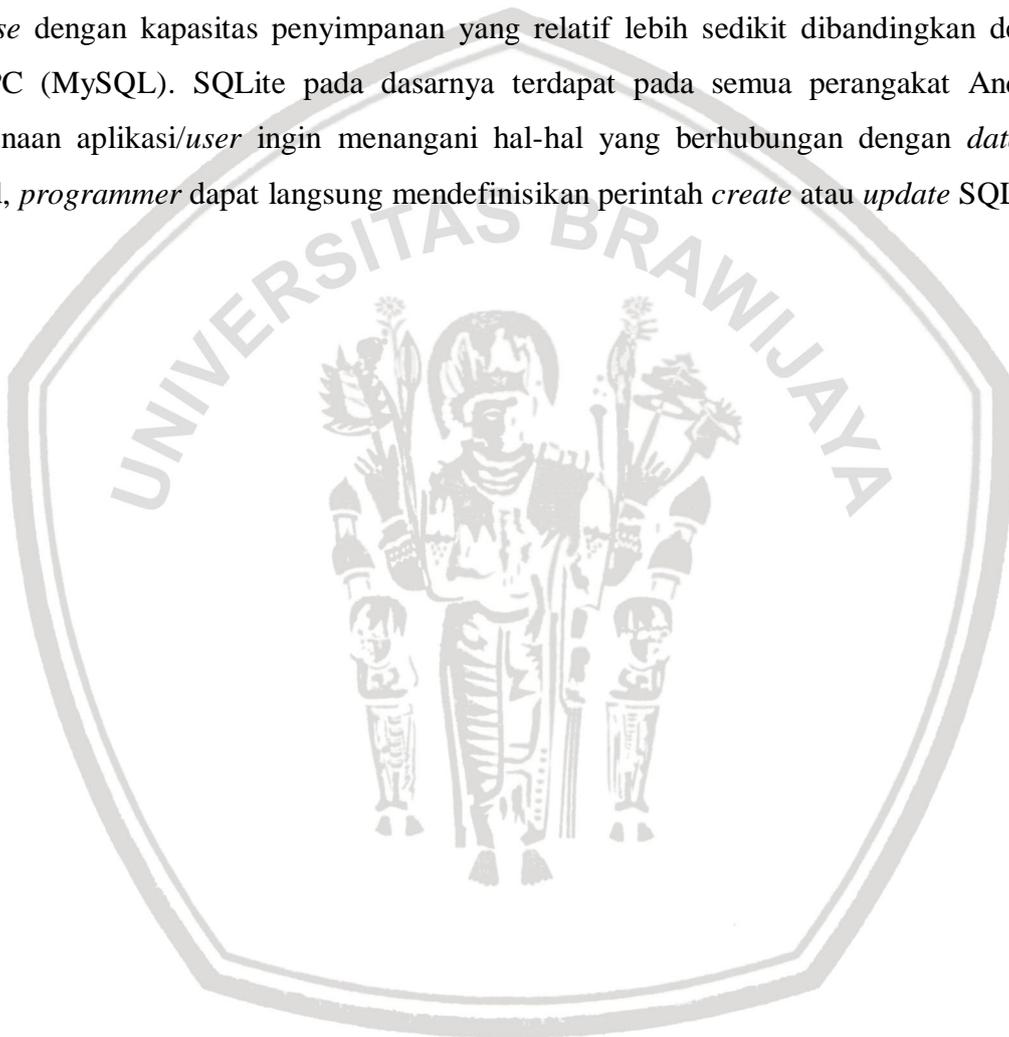
Android merupakan suatu perangkat bergerak pada sistem operasi untuk telepon seluler (*mobile device*) berbasis linux (Arifianto, 2011). Android diilustrasikan sebagai jembatan yang menghubungkan antara perangkat (*device*) dengan pengguna (*users*). Sehingga, pengguna dapat berinteraksi dengan *device* dan menjalankan aplikasi-aplikasi yang tersedia pada *device*.



Sistem operasi Android bersifat *open source* yang memudahkan *programmer* dalam melakukan pembuatan aplikasi maupun memodifikasi sistem ini. Sebagian besar hasil aplikasi berbasis android tersedia dalam *Play store*. Secara umum arsitektur android terdiri dari *application*, *libraries*, *android runtime*, *application framework*, dan Linux Kernel.

2.8 SQLite

SQLite merupakan perangkat lunak yang digunakan dalam *database management system* yang dibangun dalam sistem operasi Android (Huda, 2012). SQLite memiliki fitur relasional *database* dengan kapasitas penyimpanan yang relatif lebih sedikit dibandingkan dengan versi PC (MySQL). SQLite pada dasarnya terdapat pada semua perangkat Android. Penggunaan aplikasi/*user* ingin menangani hal-hal yang berhubungan dengan *database* android, *programmer* dapat langsung mendefinisikan perintah *create* atau *update* SQL.

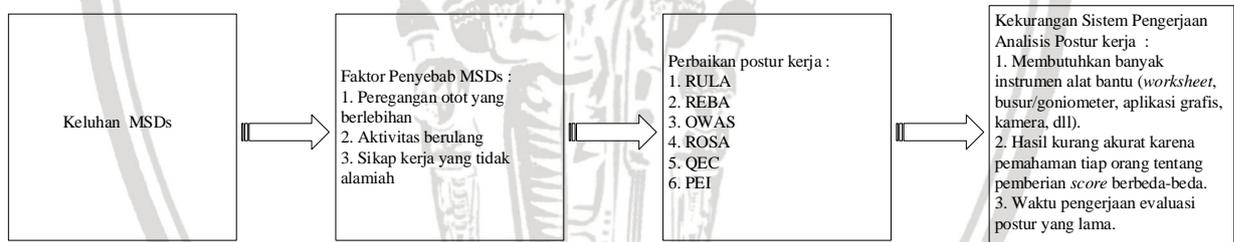


BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan diagram alir penelitian mengenai prosedur dalam penelitian, yaitu tahap pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

3.1 Kerangka Pikir

Kerangka pikir berikut ini dibuat untuk menjelaskan sistematika penyelesaian masalah yang sedang diamati. Permasalahan yang menjadi objek penelitian penelitian ini adalah mengenai keluhan MSDs dan dampak negatifnya bagi pekerja maupun perusahaan. Dari permasalahan utama tersebut, kemudian dikaji ulang sehingga ditemukan permasalahan pada sistem evaluasi postur kerja saat ini yang belum optimal. Langkah evaluasi postur kerja merupakan tahapan penting dalam usaha minimalisir dampak lingkungan kerja tidak ergonomis bagi kesehatan fisik pekerja. Atas dasar demikian, penelitian ini melakukan perancangan aplikasi evaluasi postur kerja yang lebih baik. Pada Gambar 3.1 merupakan diagram pikir penelitian perancangan aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA.



Gambar 3.1 Kerangka pikir penelitian

3.2 Jenis Penelitian

Metode penelitian merupakan susunan langkah-langkah sistematis yang ditetapkan terlebih dahulu untuk melakukan suatu penelitian. Metode penelitian memiliki tujuan untuk mempermudah alur pengerjaan penelitian dari pengumpulan data serta melakukan analisis sehingga didapatkan solusi penyelesaian masalah. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Penelitian Tindakan. Penelitian Tindakan bertujuan untuk mengembangkan keterampilan-keterampilan baru atau cara-cara pendekatan baru untuk memecahkan masalah dengan cara penerapan langsung didunia kerja atau dunia aktual yang lain (Dikti, 1981). Dalam penelitian ini, fokus penelitian dilakukan untuk mendapatkan sistem pengerjaan evaluasi postur kerja yang lebih efisien, akurat, mudah dipahami dan

objektif dalam usaha meningkatkan kesadaran lingkungan ergonomis bagi pekerja maupun perusahaan.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dengan analisis sistem pengerjaan evaluasi postur kerja saat ini dengan PIECES. Kemudian dilakukan penentuan standar prosedur pengerjaan evaluasi postur kerja yang dilakukan di Laboratorium Perancangan Kerja dan Ergonomi Teknik Industri, Universitas Brawijaya pada bulan November 2017 - Februari 2018 bersama Kepala Laboratorium, Dosen Ahli dan Tim Mahasiswa. Laboratorium Perancangan Kerja dan Ergonomi TI-UB adalah laboratorium yang berfokus pada penelitian terkait bidang Ergonomi Lingkungan, *Design Ergonomics*, *Transport/Industry Safety*, dan *Human Factors and Complex System*. Laboratorium ini memiliki banyak pengalaman dalam kegiatan evaluasi postur kerja dari kegiatan akademik (praktikum), maupun penelitian yang telah dilakukan.

3.4 Sumber Data

Sumber data digunakan untuk mengetahui darimana suatu data dapat diperoleh. Berdasarkan sumbernya, data dapat dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui pengamatan atau pengukuran secara langsung pada objek penelitian. Data primer dapat berupa hasil dari pengamatan secara langsung oleh peneliti maupun wawancara terhadap pihak terkait. Data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini, antara lain data analisis PIECES kondisi sistem saat ini sebagai data kebutuhan aplikasi dan data pengujian aplikasi.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah dimiliki dan telah disajikan oleh pihak perusahaan atau pihak yang telah melakukan penelitian sebelumnya. Sehingga peneliti tidak perlu melakukan penelitian terkait objek yang diteliti. Data sekunder yang dikumpulkan dalam penelitian ini antara lain, data keluhan MSDs pekerja industri/jasa.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan sehingga dapat menunjang keberhasilan penelitian yang dilakukan. Metode pengumpulan data

dilakukan sebagai studi lapangan. Selain itu studi lapangan juga digunakan untuk mengamati permasalahan yang terjadi. Berikut merupakan metode pengumpulan data yang digunakan:

1. Wawancara

Wawancara merupakan cara pengumpulan data dan informasi yang dilakukan dengan proses tanya jawab secara langsung dengan pihak yang terkait dengan objek penelitian. Pada penelitian ini, wawancara dilakukan terhadap beberapa laboratorium ergonomi yang sering melakukan evaluasi postur kerja, karyawan atau pihak perusahaan dari departemen K3, serta akademisi terkait penelitian ini.

2. Kuesioner

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Kuesioner dalam penelitian ini disebarkan ke beberapa laboratorium ergonomi yang sering melakukan evaluasi postur kerja, karyawan atau pihak perusahaan dari departemen K3, serta akademisi terkait penelitian ini.

3.6 Pengambilan Data

Data diperlukan sebagai alat pendukung dalam menyelesaikan permasalahan. Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan data di Laboratorium Perancangan Kerja dan Ergonomi Teknik Industri Universitas Brawijaya dan beberapa laboratorium ergonomi yang tergabung dalam Perhimpunan Ergonomi Indonesia. berikut merupakan data yang diambil untuk menunjang keberhasilan penelitian ini:

1. Data Analisis Sistem Lama

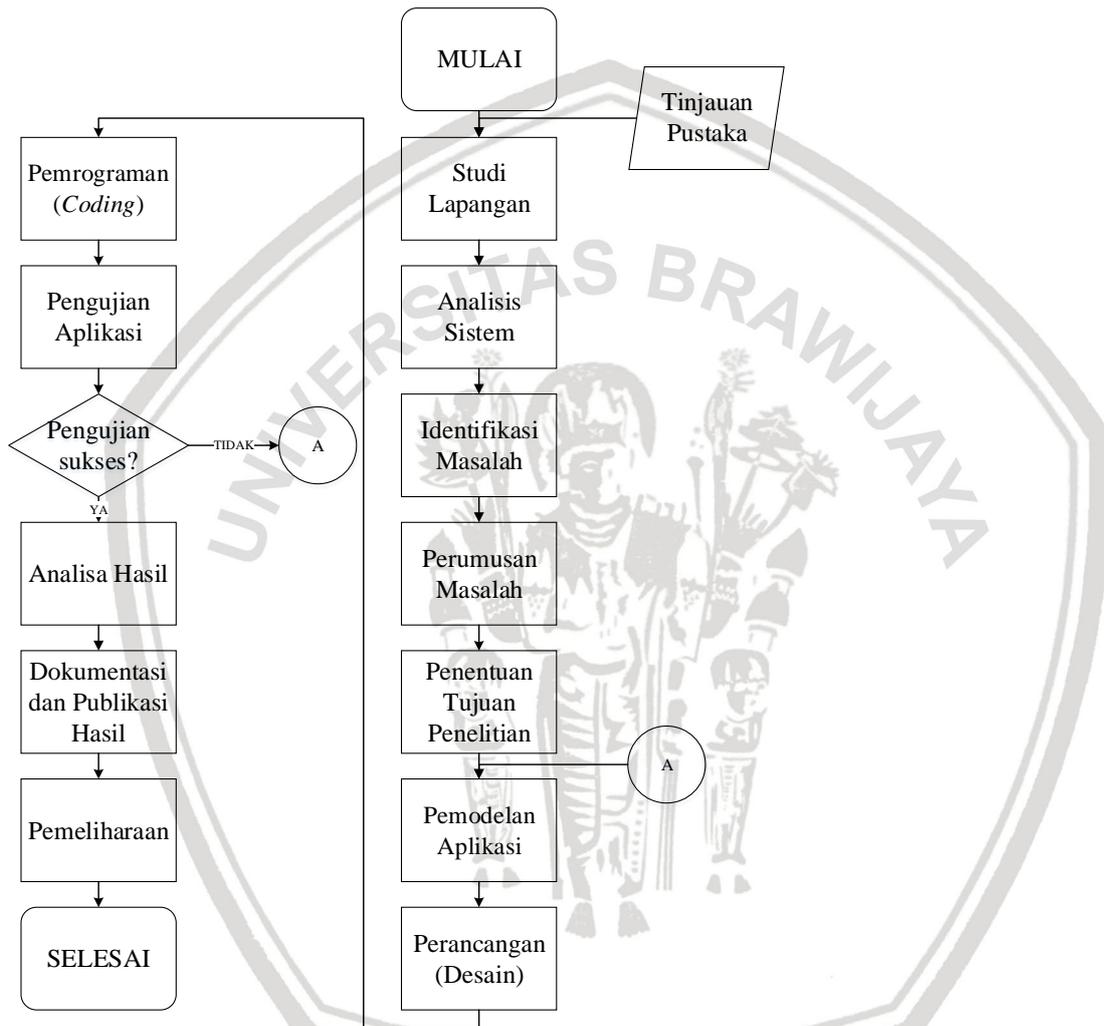
Pengambilan data awal dilakukan untuk melakukan analisis sistem lama mengenai prosedur pengerjaan evaluasi postur kerja saat ini. Pengambilan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner dan wawancara ke asisten laboratorium ergonomi melalui Perhimpunan Ergonomi Indonesia, karyawan atau pihak perusahaan dari departemen K3, serta akademisi terkait penelitian ini.

2. Kebutuhan Sistem/Prosedur Baru yang Diharapkan

Berdasarkan data kuesioner di awal tersebut, kemudian dilakukan pengkajian ulang untuk mendapatkan *system requirement* untuk kebutuhan sistem baru nantinya. *System requirement* tersebut kemudian digunakan sebagai dasar penentuan fitur atau spesifikasi dalam perancangan aplikasi.

3. Pengujian Kesesuaian Sistem/Prosuder Baru dengan Kebutuhan Saat Ini
 Data kebutuhan yang telah diolah menjadi rancangan aplikasi, kemudian dilakukan pengujian aplikasi. Pengujian dilakukan untuk memastikan kesesuaian aplikasi yang telah dibuat dengan kebutuhan saat ini, akurasi hasil pengerjaan dengan aplikasi, serta keberhasilan fungsi-fungsi yang terdapat dalam aplikasi.

3.7 Langkah Penelitian



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

Langkah-langkah penelitian merupakan tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian yang tersusun secara urut dan sistematis. Langkah-langkah penelitian digambarkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.2, dan dijelaskan lebih lanjut sebagai berikut.

1. Studi Lapangan

Tahap ini sebagai tahap awal dalam penelitian. Studi Lapangan dilakukan pengamatan kondisi yang terjadi di lapangan untuk mengetahui bagaimana kondisi dari objek yang

akan diteliti. Studi Lapangan dilakukan dengan melakukan pengumpulan data keluhan-keluhan fisik pekerja yang sering dialami di perusahaan melalui berbagai penelitian yang telah dilakukan.

2. Tinjauan Pustaka

Tahap ini dilakukan untuk mencari, mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang ada sebagai pendukung tercapainya solusi dari permasalahan. Tinjauan pustaka yang dilakukan adalah dengan mempelajari literatur-literatur serta informasi. Sumber dari informasi yang dimaksud dapat berupa jurnal maupun buku dengan topik yang berkaitan dengan permasalahan dalam penelitian ini.

3. Analisis Sistem

Analisa sistem adalah adalah penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh kedalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan, kesempatan, hambatan dan kebutuhan yang diharapkan. Analisis sistem dalam penelitian ini dilakukan pada sistem pengerjaan evaluasi postur kerja dengan menggunakan PIECES.

4. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan yang terjadi. Identifikasi masalah dilakukan dengan tujuan untuk menemukan inti permasalahan yang terjadi perusahaan, yaitu mengenai banyaknya jumlah keluhan fisik pada pekerja (MSDs), yang salah satu penyebabnya adalah lingkungan kerja tidak ergonomis. Serta prosedur/mekanisme evaluasi postur kerja yang dilakukan dalam memperbaiki kondisi saat ini, masih belum optimal, sehingga dari pihak perusahaan juga belum dapat menerapkan kaidah ergonomis dalam lingkungan kerjanya. Identifikasi masalah pada penelitian ini digambarkan dengan menggunakan diagram alir kerangka pikir penelitian.

5. Perumusan Masalah

Tahap ini merupakan penurunan hasil dari tahap identifikasi masalah. Topik penelitian dan identifikasi masalah yang telah diperoleh digunakan sebagai acuan dalam menentukan rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian secara mendetail. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang prosedur evaluasi postur kerja melalui aplikasi *smartphone* yang lebih praktis dan akurat, sehingga penerapan kaidah ergonomi dalam perusahaan dapat lebih baik.

6. Penentuan Tujuan Penelitian

Tahap selanjutnya adalah menentukan tujuan penelitian yang akan dilakukan untuk mendapatkan acuan dalam menentukan tingkat keberhasilan suatu penelitian. Sehingga

tujuan penelitian dapat dijadikan sebagai parameter keberhasilan dari penelitian yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan aplikasi evaluasi postur kerja berbasis android.

7. Pemodelan Aplikasi

Pemodelan aplikasi dilakukan untuk merancang fungsional aplikasi sesuai kebutuhan *user*, serta merancang hubungan antar komponen yang telah dibuat pada tahap perancangan (desain). Pemodelan aplikasi dilakukan dengan *use case diagram*, dan *activity diagram*.

8. Perancangan (Desain)

Tahap ini dilakukan dengan menerjemahkan kebutuhan sistem baru kedalam perancangan yang dilakukan dalam 2 tahap, yaitu perancangan *interface*, dan perancangan *component-level*. Selain itu, juga dilakukan pemodelan aplikasi dengan menggunakan diagram-diagram dari *Unified Modeling Language* (UML). Perancangan data tidak dilakukan dalam penelitian ini, dikarenakan kebutuhan sistem yang tidak memerlukan penyimpanan data dalam waktu yang lama, setiap *database* yang digunakan, hanya bersifat sementara dan tindakan dari *decision*. Sistem database yang digunakan dalam perancangan aplikasi ini menggunakan SQLite. Perancangan *component-level* dilakukan dengan menggunakan diagram *flowchart*, algoritma, dan pseudocode.

9. Pemrograman (*Coding*)

Tahap pemrograman dilakukan untuk menerjemahkan kebutuhan dan spesifikasi sistem kedalam bahasa mesin yang dapat diproses. Pemrograman dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Java untuk sistem operasi Android.

10. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui dan memastikan bahwa logika pemrograman telah mampu memberikan hasil aktual sesuai dengan hasil yang dibutuhkan. Pengujian dilakukan pada fungsional aplikasi dengan metode *blackbox*. Pengujian disimpulkan berhasil ketika parameter pengujian (fungsional sistem) dapat diproses dan mengeluarkan hasil sesuai yang direncanakan. Ketika hasil tidak sesuai dari yang diharapkan, maka perlu dilakukan kajian ulang mulai dari tahap perancangan (desain). Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui akurasi *output* aplikasi, serta kinerja aplikasi. Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan *output* hasil aplikasi hasil rancangan, pengerjaan manual, serta aplikasi lain. Pengujian disimpulkan berhasil jika, aplikasi hasil rancangan memberikan hasil yang sama dengan yang lain. Dalam

melihat kinerja aplikasi, dilakukan penyebaran kuesioner kepada calon pengguna aplikasi hasil rancangan. Pengujian disimpulkan berhasil ketika pengguna merasa aplikasi telah menilai aplikasi telah cukup memenuhi kebutuhan, serta menutupi kekurangan-ekurangan metode pengerjaan saat ini.

11. Analisis Hasil

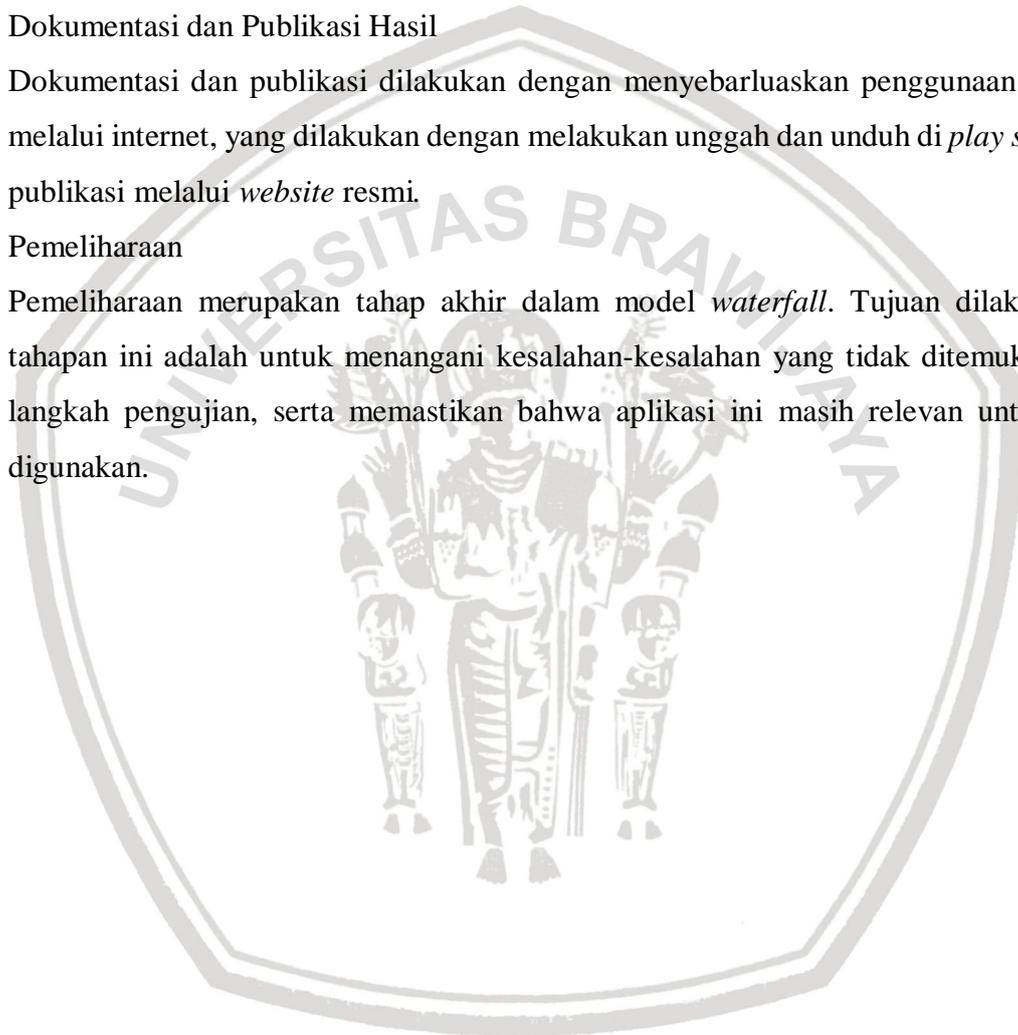
Tahap ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan dan pengujian aplikasi yang telah dilakukan. Hasil analisis menampilkan ulasan pengujian aplikasi, penjelasan aplikasi hasil rancangan serta fungsi-fungsi didalamnya.

12. Dokumentasi dan Publikasi Hasil

Dokumentasi dan publikasi dilakukan dengan menyebarluaskan penggunaan aplikasi melalui internet, yang dilakukan dengan melakukan unggah dan unduh di *play store* dan publikasi melalui *website* resmi.

13. Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan tahap akhir dalam model *waterfall*. Tujuan dilakukannya tahapan ini adalah untuk menangani kesalahan-kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah pengujian, serta memastikan bahwa aplikasi ini masih relevan untuk tetap digunakan.





Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

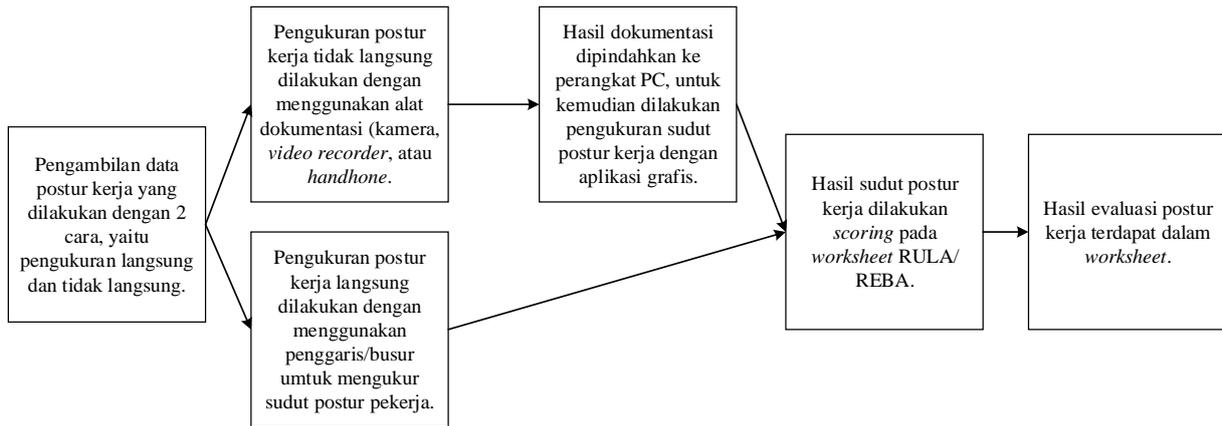
Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil dan pembahasan dalam perancangan aplikasi RULA-REBA untuk evaluasi postur kerja, dari langkah penelitian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

4.1 Gambaran Umum Sistem Evaluasi Postur Kerja Saat ini

Evaluasi postur kerja pada dasarnya adalah kegiatan untuk mengetahui dan melakukan inspeksi terhadap aktivitas pekerjaan seseorang dari aspek kesehatan postur kerja. Dalam melakukan kegiatan evaluasi postur kerja, tersedia 6 metode yang paling sering digunakan dalam pendekatan ergonomi, yaitu REBA, RULA, OWAS, ROSA, QEC, dan PEI. Dari metode tersebut, RULA dan REBA merupakan metode yang paling umum dan paling banyak sesuai untuk digunakan melakukan evaluasi postur kerja, karena kelebihan metode ini yang lebih umum dapat digunakan pada berbagai jenis pekerjaan dan objektif menilai dari berbagai aspek bagian tubuh (Hignett & McAtemney, 2000).

Profesi atau pihak yang melakukan kegiatan evaluasi postur kerja, dapat berasal dari manajemen perusahaan (Bidang K3), akademisi, *surveyor* (organisasi K3) maupun perorangan (kebutuhan pribadi). Dalam sistem evaluasi postur kerja pada umumnya dapat dibagi menjadi 3 cara, yaitu dengan cara manual (*worksheet*), aplikasi di komputer, dan aplikasi di *smartphone*.

Manual (*worksheet*) dilakukan dengan menggunakan alat bantu utama yaitu *worksheet* RULA-REBA, alat ukur berupa penggaris dan busur, serta alat dokumentasi berupa kamera/*video recorder*. Prosedur pengerjaan evaluasi postur kerja dan alat bantu yang digunakan dalam pengerjaan dengan cara manual (*worksheet*) dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.1. Sistem ini memiliki kekurangan utama yaitu pada saat pengambilan data yang cenderung mengganggu pekerja. Gangguan kepada objek penelitian (pekerja) ini, akan mempengaruhi akurasi hasil evaluasi postur kerja nantinya. Serta membutuhkan alat bantu lain berupa kamera atau *video recorder* ketika ingin melakukan pengambilan data postur kerja, dan aplikasi grafis untuk membantu agar pengolahan data dapat lebih akurat.



Gambar 4.1 Prosedur evaluasi postur kerja RULA-REBA manual (*worksheet*)

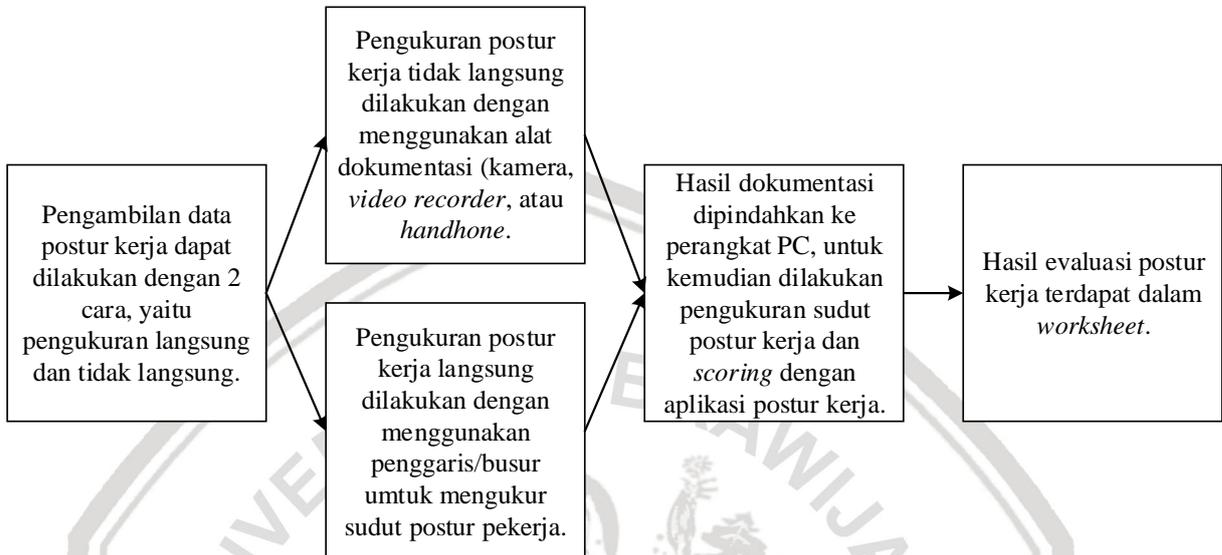
Tabel 4.1

Prosedur Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA Manual (*Worksheet*)

Aktivitas	Dokumentasi kegiatan	Alat bantu yang digunakan	Keterangan
Pengambilan data postur kerja		Kamera, <i>video recorder</i> , atau <i>smartphone</i>	Peneliti melakukan pengambilan data gambar berupa postur kerja paling berisiko, agar dapat dilakukan evaluasi lebih mendalam dan objektif, serta tidak mengganggu pekerja
Pengukuran sudut tubuh secara langsung	 <i>goniometer</i>	Goniometer atau busur	Peneliti juga dapat langsung melakukan pengukuran sudut pada tubuh pekerja dengan alat bantu goniometer, busur
Pengukuran sudut dari hasil dokumentasi dengan aplikasi grafis (CorelDraw)		CorelDraw	Peneliti melakukan pengukuran sudut dengan mengolah hasil dokumentasi yang telah dilakukan dengan aplikasi grafis
Perhitungan <i>score</i> dengan <i>worksheet</i> RULA-REBA		<i>Worksheet</i> RULA atau REBA	Peneliti melakukan <i>scoring</i> dengan lembar <i>worksheet</i> RULA-REBA

Sistem evaluasi postur kerja dengan menggunakan aplikasi di komputer, dilakukan dengan menggunakan alat bantu utama yaitu aplikasi postur tubuh (RULA-REBA) yang telah dilakukan instalasi di komputer. Prosedur pengerjaan evaluasi postur kerja dengan aplikasi di komputer dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.2. Sistem ini memiliki

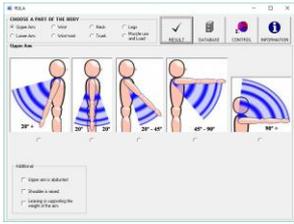
kekurangan utama yaitu dalam hal pengambilan data yang masih tetap menggunakan alat bantu lain (kamera, *video recorder*, *smartphone*), atau dengan kata lain penggunaan aplikasi postur kerja di komputer masih belum dapat memenuhi kebutuhan kegiatan evaluasi postur kerja secara optimal, karena masih membutuhkan perangkat lain dalam menunjang kegiatan evaluasi.



Gambar 4.2 Prosedur evaluasi postur kerja RULA-REBA di perangkat komputer

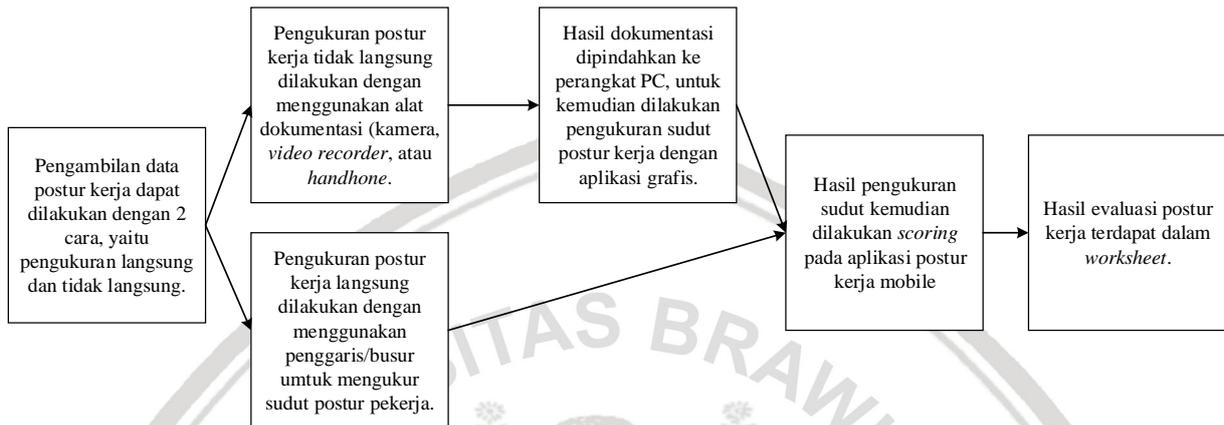
Tabel 4.2

Prosedur Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA di Aplikasi Komputer

Aktivitas	Dokumentasi kegiatan	Alat bantu yang digunakan	Keterangan
Pengambilan data postur kerja		Kamera, <i>video recorder</i> , atau <i>smartphone</i>	Peneliti melakukan pengambilan data gambar berupa postur kerja paling berisiko, agar dapat dilakukan evaluasi lebih mendalam dan objektif, serta tidak mengganggu pekerja
Pengukuran sudut tubuh secara langsung	 goniometer	Goniometer atau busur	Peneliti juga dapat langsung melakukan pengukuran sudut pada tubuh pekerja dengan alat bantu goniometer, busur
Perhitungan <i>score</i> dengan aplikasi postur kerja (RULA-REBA)		Aplikasi Postur Kerja RULA-REBA	Peneliti melakukan <i>scoring</i> dengan aplikasi postur kerja RULA-REBA di komputer

Sistem evaluasi postur kerja dengan menggunakan *smartphone* menggunakan alat bantu utama yaitu aplikasi postur kerja yang telah dilakukan instalasi di dalam perangkat

smartphone. Pada Gambar 4.3 dan Tabel 4.3 dijelaskan mengenai prosedur pengerjaan evaluasi postur kerja dengan metode RULA-REBA, yang dilakukan dengan aplikasi di *smartphone*. Kelemahan utama sistem ini yaitu belum tersedianya aplikasi yang dapat memaksimalkan fitur yang tersedia dalam perangkat *smartphone* untuk menunjang kebutuhan saat evaluasi, salah satunya belum terdapat fasilitas pengukuran sudut dan pengambilan gambar postur kerja.

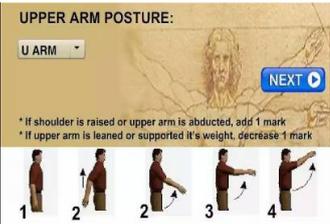


Gambar 4.3 Prosedur evaluasi postur kerja RULA-REBA di perangkat *smartphone*

Tabel 4.3

Prosedur Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA di Aplikasi *Smartphone*

Aktivitas	Dokumentasi kegiatan	Alat bantu yang digunakan	Keterangan
Pengambilan data postur kerja		Kamera, <i>video recorder</i> , atau <i>handphone</i>	Peneliti melakukan pengambilan data gambar berupa postur kerja paling berisiko, agar dapat dilakukan evaluasi lebih mendalam dan objektif, serta tidak mengganggu pekerja
Pengukuran sudut tubuh secara langsung		Goniometer atau busur	Peneliti juga dapat langsung melakukan pengukuran sudut pada tubuh pekerja dengan alat bantu goniometer, busur
Pengukuran sudut dari hasil dokumentasi dengan aplikasi grafis (CorelDraw)		CorelDraw	Peneliti melakukan pengukuran sudut dengan mengolah hasil dokumentasi yang telah dilakukan dengan aplikasi grafis

Aktivitas	Dokumentasi kegiatan	Alat bantu yang digunakan	Keterangan
Perhitungan <i>score</i> dengan <i>worksheet</i> RULA-REBA		Aplikasi RULA-REBA <i>smartphone</i>	Peneliti melakukan <i>scoring</i> dengan aplikasi postur kerja RULA-REBA

4.2 Analisis Sistem

Pada tahap awal perancangan aplikasi menurut metode *Waterfall*, dibutuhkan analisis sistem evaluasi postur kerja dengan metode RULA-REBA saat ini. Pada bagian sebelumnya, telah dijelaskan dalam sistem evaluasi postur kerja dengan metode RULA-REBA dapat dibedakan menjadi 3 sistem pengerjaan yang dapat dilakukan, yaitu pengerjaan manual (*worksheet*), pengerjaan dengan aplikasi di komputer, dan pengerjaan dengan aplikasi di *smartphone*. Atas dasar demikian, analisis sistem dilakukan pada 3 sistem pengerjaan evaluasi postur kerja tersebut.

Analisis sistem evaluasi postur kerja dengan metode RULA-REBA saat ini, menggunakan *PIECES analyze*. *PIECES* digunakan untuk memperoleh pokok-pokok permasalahan yang lebih spesifik dengan 6 parameter utama, yaitu *performance, information, economy, control, efficiency dan services*. Dalam melakukan analisis *PIECES* diperlukan pengumpulan informasi yang digunakan untuk menunjang analisis agar lebih mendalam dan menyeluruh. Pengumpulan informasi pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan wawancara dan kuesioner kepada Dosen, Mahasiswa, Laboran, dan Karyawan, yang merupakan subjek yang sering melakukan aktivitas evaluasi postur kerja. Hasil analisis sistem evaluasi postur kerja RULA-REBA, terdapat pada Tabel 1.1 Bab I.

4.2.1 System Requirement Checklist (SRC)

Analisis sistem dalam tahap awal perancangan aplikasi, dilakukan dengan tujuan untuk mendefinisikan kebutuhan sistem yang akan dibuat ke dalam *System Requirement Checklist* (SRC). SRC inilah yang nantinya akan digunakan dalam dasar perancangan aplikasi pada tahap selanjutnya. Penyusunan SRC dilakukan dari hasil analisis sistem saat ini, untuk kemudian dapat didefinisikan kelemahan/kekurangan sistem saat ini dan merancang nya sebagai kebutuhan yang akan dipenuhi dalam perancangan sistem selanjutnya. Hasil penyusunan SRC dalam perancangan aplikasi postur kerja disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4

System Requirement Checklist (SRC) Aplikasi Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA

No.	Kriteria	Keterangan
1.	<i>Input</i>	<p><i>User</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dapat menentukan metode evaluasi postur kerja yang akan digunakan 2. Pengguna dapat memasukkan <i>file</i> dokumentasi dari <i>folder</i> perangkat <i>perangkat mobile</i> yang digunakan, atau dapat melakukan dokumentasi secara langsung dari kamera perangkat <i>smrthphone</i> yang digunakan 3. Pengguna dapat menentukan besar sudut pada setiap bagian tubuh yang akan dilakukan evaluasi sesuai metode RULA dan REBA 4. Pengguna dapat melakukan pengisian <i>additional adjusment</i> sesuai metode evaluasi RULA dan REBA
2.	<i>Output</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplikasi dapat menentukan besar <i>score</i> dari hasil pengukuran sudut oleh pengguna, pada setiap bagian tubuh yang akan dilakukan evaluasi sesuai metode RULA dan REBA 2. Aplikasi dapat menampilkan <i>total score</i> dari keseluruhan hasil evaluasi postur kerja 3. Aplikasi dapat menampilkan bagian tubuh yang paling berisiko mengalami cedera, dan menampilkan rekomendasi yang sesuai untuk permasalahan umum pada bagian tubuh yang berisiko mengalami cedera
3.	<i>Process</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplikasi dapat menentukan proses (<i>step</i>) evaluasi postur kerja yang telah dipilih oleh pengguna, untuk metode RULA dan REBA 2. Aplikasi dapat menentukan besar <i>score</i> pada tiap bagian tubuh yang akan dilakukan evaluasi sesuai metode RULA dan REBA 3. Aplikasi dapat melakukan penyimpanan sementara pada tiap langkah (<i>step</i>) yang telah diproses, untuk kemudian ditampilkan secara keseluruhan pada <i>total score</i> 4. Aplikasi dapat mengetahui bagian tubuh yang memiliki risiko paling besar mengalami keluhan 5. Aplikasi dapat menampilkan rekomendasi umum pada bagian tubuh yang berisiko mengalami cedera
4.	<i>Performance</i>	Aplikasi dapat digunakan dalam pengambilan data hingga pengolahan data, sehingga mengurangi pemindahan data antar perangkat, penggunaan alat bantu/aplikasi lain, dan langkah pengerjaan yang lebih singkat
5.	<i>Control</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terdapat penjelasan singkat mengenai metode RULA dan REBA, agar membantu pengguna menggunakan metode yang sesuai 2. Terdapat pedoman dalam penentuan postur kerja yang tepat untuk dilakukan evaluasi 3. Terdapat pedoman pengambilan dokumentasi postur kerja yang tepat 4. Terdapat pedoman dalam penentuan titik sudut dalam pengukuran sudut bagian tubuh yang akan dilakukan evaluasi

Dari pembuatan kebutuhan sistem dalam SRC diatas, masih diperlukan pendefinisian kebutuhan aplikasi yang lebih spesifik dan bersifat teknis. Pendefinisian tersebut dilakukan dalam rancangan ke dalam kebutuhan fungsional dan non fungsional aplikasi. Pendefinisian kebutuhan fungsional dan non fungsional didasarkan dari pembuatan SRC sebelumnya. Berikut ini merupakan kebutuhan fungsional dan non fungsional aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA.

4.2.2 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang berisi proses-proses apa saja yang nantinya dapat dilakukan oleh sistem. Kebutuhan fungsional aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5

Kebutuhan Fungsional Aplikasi Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA

No.	Aktor	Nama Fungsi	Deskripsi
1.	User	<i>Method select</i>	Pengguna dapat menentukan metode evaluasi postur kerja yang akan digunakan Aplikasi dapat menentukan proses (<i>step</i>) evaluasi postur kerja yang telah dipilih oleh pengguna, untuk metode RULA dan REBA
2.		<i>Input data</i>	Pengguna dapat memasukkan <i>file</i> dokumentasi dari <i>folder</i> perangkat <i>perangkat mobile</i> yang digunakan
3.		<i>Take data</i>	Pengguna dapat melakukan dokumentasi secara langsung dari kamera perangkat <i>smrthphone</i> yang digunakan
4.		<i>Angle measuring</i>	Pengguna dapat digunakan untuk menentukan besar sudut pada setiap bagian tubuh yang akan dilakukan evaluasi sesuai metode RULA dan REBA
5.		<i>Additional djustment filling</i>	Pengguna dapat melakukan pengisian <i>additional adjustment</i> sesuai metode evaluasi RULA dan REBA
6.		<i>Result and recomendations</i>	Aplikasi dapat menampilkan <i>total score</i> dari keseluruhan hasil evaluasi postur kerja Aplikasi dapat menampilkan bagian tubuh yang paling berisiko mengalami cedera, dan menampilkan rekomendasi yang sesuai untuk permasalahan umum bagian tubuh

4.2.3 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan Non Fungsional merupakan kebutuhan yang menitikberatkan pada properti perilaku yang dimiliki oleh sistem. Kebutuhan non fungsional aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6

Kebutuhan Non Fungsional Aplikasi Evaluasi Postur Kerja RULA-REBA

No.	Aktor	Nama Fungsi	Deskripsi
1.	User	<i>Method instruction</i>	Terdapat penjelasan singkat mengenai metode RULA dan REBA, agar membantu pengguna menggunakan metode yang sesuai
2.		<i>Select data instruction</i>	Terdapat pedoman dalam penentuan postur kerja yang tepat untuk dilakukan evaluasi
3.		<i>Take data instruction</i>	Terdapat pedoman pengambilan dokumentasi postur kerja yang tepat
4.		<i>Angle measuring instruction</i>	Terdapat pedoman dalam penentuan titik sudut dalam pengukuran sudut bagian tubuh yang akan dilakukan evaluasi

4.3 Perancangan (Desain) Aplikasi

Pada tahap setelah dilakukan analisis sistem, dilakukan perancangan (desain) aplikasi yang terdiri dari perancangan data, perancangan antarmuka dan perancangan level komponen. Dalam perancangan aplikasi ini juga dilakukan langkah pemodelan aplikasi yang menunjang perancangan aplikasi semakin baik.

4.3.1 Pemodelan Aplikasi

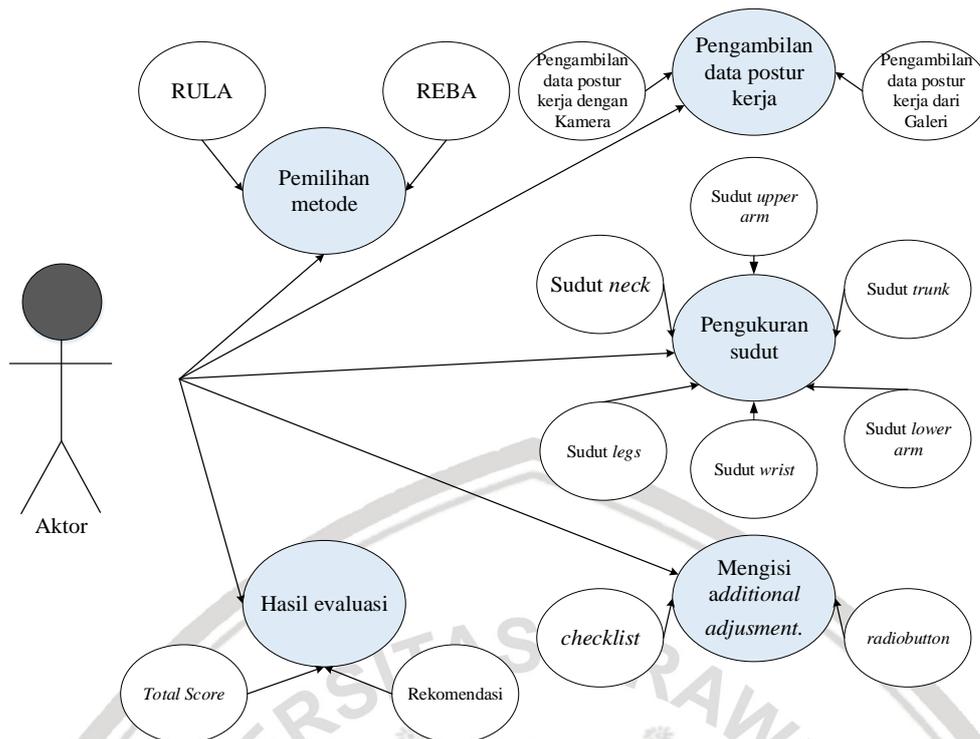
Pemodelan aplikasi dilakukan untuk menunjang perancangan aplikasi berbasis objek agar lebih sistematis dan teratur. Pemodelan aplikasi dilakukan untuk menyalurkan kebutuhan aplikasi dari pembuatan SRC sebelumnya kedalam perancangan aplikasi. Kebutuhan aplikasi pada SRC tersebut, dimodelkan kedalam fitur-fitur dalam aplikasi dengan penyesuaian penggunaan aplikasi oleh pengguna nantinya. Dalam pemodelan aplikasi ini dilakukan dengan membuat *use case diagram* dan *activity diagram*.

4.3.1.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram digunakan dalam menggambarkan interaksi antara sebuah sistem internal, eksternal, dan pemakai. Diagram ini juga digunakan untuk menggambarkan interaksi *stakeholder* dalam aplikasi dan identifikasi model aplikasi yang dibutuhkan nantinya. Pada Gambar 4.4 merupakan *use case diagram* pada rancangan sistem evaluasi postur kerja RULA dan REBA.

Berdasarkan spesifikasi yang telah dirancang pada pembuatan SRC sebelumnya, secara garis besar terdapat 5 fungsi utama yang akan dilakukan oleh *actor*/pengguna, yaitu fungsi pemilihan metode, pengambilan data postur kerja, pengukuran sudut, pengisian *additional adjustment*, dan penampilan hasil evaluasi.

Dalam fungsi pemilihan metode tersedia 2 metode evaluasi yang tersedia, yaitu RULA dan REBA. Fungsi pengambilan data postur kerja tersedia dalam pengambilan secara langsung dengan kamera, atau tidak langsung dengan *gallery*. Pengukuran sudut dibagi berdasarkan pembagian metode RULA dan REBA, yaitu *neck*, *trunk*, *upper arm*, *lower arm*, *wrist* dan *legs* (REBA). Sedangkan hasil evaluasi menampilkan *total score* dan rekomendasi perbaikan postur kerja.



Gambar 4.4 Use case diagram rancangan aplikasi

Fungsi pemilihan metode: digunakan untuk kebutuhan pengguna dalam memilih metode evaluasi postur kerja yang sesuai dengan kebutuhan. Dalam aplikasi evaluasi postur kerja ini, terdapat 2 metode yang dapat digunakan, yaitu RULA dan REBA. Kedua metode ini dapat dipilih pada saat pengguna telah melakukan observasi pekerjaan. Pada Tabel 4.7 berikut ini merupakan deskripsi mengenai *use case* pemilihan metode evaluasi.

Tabel 4.7

Use Case Pemilihan Metode Evaluasi

Item	Deskripsi
Nama Use Case	Pemilihan metode evaluasi
Deskripsi	Use case ini digunakan oleh aktor dalam menentukan metode evaluasi yang akan digunakan, dalam rancangan aplikasi telah didefinisikan bahwa aplikasi memiliki 2 metode evaluasi, yaitu RULA dan REBA
Aktor	User
Pra-Kondisi	Aktor memasuki halaman awal
Tindakan	<ol style="list-style-type: none"> Aktor membaca keterangan/penjelasan singkat mengenai metode evaluasi yang tersedia Aktor memilih <i>button</i> RULA/REBA sesuai metode yang sesuai dengan kebutuhan
Alternatif	-
Post-Kondisi	Aktor memasuki <i>worksheet</i> metode terpilih

Fungsi pengambilan data postur kerja: pengambilan data postur kerja dapat dilakukan melalui pengambilan gambar secara langsung dengan aplikasi kamera yang sudah tersedia

dalam perangkat *mobile*. Selain itu, pengambilan data postur kerja juga bisa dilakukan dengan menggunakan *folder* penyimpanan perangkat melalui *file* Galeri, apabila pengguna telah melakukan pengambilan gambar sebelumnya. Pada Tabel 4.8 berikut ini merupakan deskripsi mengenai *use case* pengambilan data postur kerja.

Tabel 4.8
Use Case Pengambilan Data Postur Kerja

Item	Deskripsi
Nama <i>Use Case</i>	Pengambilan data postur kerja
Deskripsi	<i>Use case</i> ini digunakan oleh aktor dalam melakukan pengambilan data berupa gambar postur kerja, dengan fitur kamera/galeri yang tersedia dari <i>perangkat mobile</i>
Aktor	<i>User</i>
Pra-Kondisi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aktor memasuki halaman pengambilan data 2. Aktor menentukan cara pengambilan data (kamera atau galeri)
Tindakan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aktor membaca keterangan/penjelasan singkat mengenai pengambilan gambar yang tepat untuk postur yang akan diamati 2. Aktor melakukan pengambilan gambar dengan kamera sebanyak 3 kali, untuk masing-masing satu pada sisi samping, belakang, dan atas. Atau 3. Aktor memilih 3 gambar untuk dilakukan evaluasi, untuk untuk masing-masing satu pada sisi samping, belakang, dan atas
Alternatif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jika gambar telah terpilih, aplikasi akan menampilkan notifikasi konfirmasi penggunaan file gambar tersebut untuk dievaluasi 2. Jika pengguna membatalkan menggunakan gambar yang telah dipilih, maka sistem akan kembali pada pilihan metode tadi (kamera atau galeri)
Post-Kondisi	Aktor memasuki halaman pengukuran sudut kerja pada gambar terpilih

Fungsi pengukuran sudut: pengukuran sudut postur kerja dilakukan sesuai pedoman metode RULA dan REBA, yaitu dengan mengukur sudut dari beberapa bagian tubuh (*neck, trunk, upper arm, lower arm, wrist, dan legs*). Pengguna melakukan pengukuran sudut dengan menentukan 3 titik sudut, untuk kemudian akan dibaca oleh sistem untuk dikonversikan kedalam skor. Pada Tabel 4.9 berikut ini merupakan deskripsi mengenai *use case* pengukuran sudut kerja.

Tabel 4.9
Use Case Pengukuran Sudut Kerja

Item	Deskripsi
Nama <i>Use Case</i>	Pengukuran sudut kerja
Deskripsi	<i>Use case</i> utama dari aplikasi, yang digunakan oleh aktor dalam mengukur sudut postur kerja yang akan dievaluasi
Aktor	<i>User</i>
Pra-Kondisi	Aktor memasukkan gambar postur kerja yang akan dievaluasi dari kamera atau galeri
Tindakan	Aktor menentukan 3 titik sudut pada tiap bagian tubuh sesuai metode RULA/REBA
Alternatif	Jika terdapat bagian tubuh yang belum dilakukan pengukuran sudut, maka aplikasi akan memberikan notifikasi peringatan agar pengguna mengisi terlebih dahulu
Post-Kondisi	Aktor memasuki halaman <i>additional adjustment</i> untuk mengisi pertanyaan lanjutan

Fungsi pengisian *additional adjustment*: digunakan pengguna untuk mengisi pertanyaan-pertanyaan lanjutan mengenai bagian tubuh yang dievaluasi. Pengguna melakukan pengisian pertanyaan melalui *checklist* dan *radiobutton* yang tersedia di halaman kerja. Pada Tabel 4.10 berikut ini merupakan deskripsi mengenai *use case* pengisian *additional adjustment*.

Tabel 4.10
Use Case Pengisian *Additional Adjustment*

Item	Deskripsi
Nama <i>Use Case</i>	Pengisian <i>additional adjustment</i>
Deskripsi	<i>Use case</i> ini digunakan oleh aktor dalam mengisi pertanyaan-pertanyaan lanjutan mengenai evaluasi postur kerja
Aktor	<i>User</i>
Pra-Kondisi	Aktor selesai melakukan pengukuran sudut pada semua bagian tubuh sesuai metode RULA dan REBA
Tindakan	Aktor mengisi <i>checklist/radiobutton</i> menentukan 3 titik sudut pada tiap bagian tubuh sesuai metode RULA/REBA
Alternatif	Jika terdapat pertanyaan wajib yang belum terisi, maka aplikasi akan memberikan notifikasi peringatan agar pengguna mengisi terlebih dahulu
Post-Kondisi	Aktor memasuki halaman <i>result</i>

Fungsi penampilan hasil evaluasi: Setelah mengetahui hasil evaluasi postur kerja, *actor*/pengguna juga dapat menggunakan aplikasi untuk mendapatkan *total score* dan tindakan yang harus dilakukan terhadap objek evaluasi. Pada Tabel 4.11 berikut ini merupakan deskripsi mengenai *use case* penampilan hasil evaluasi.

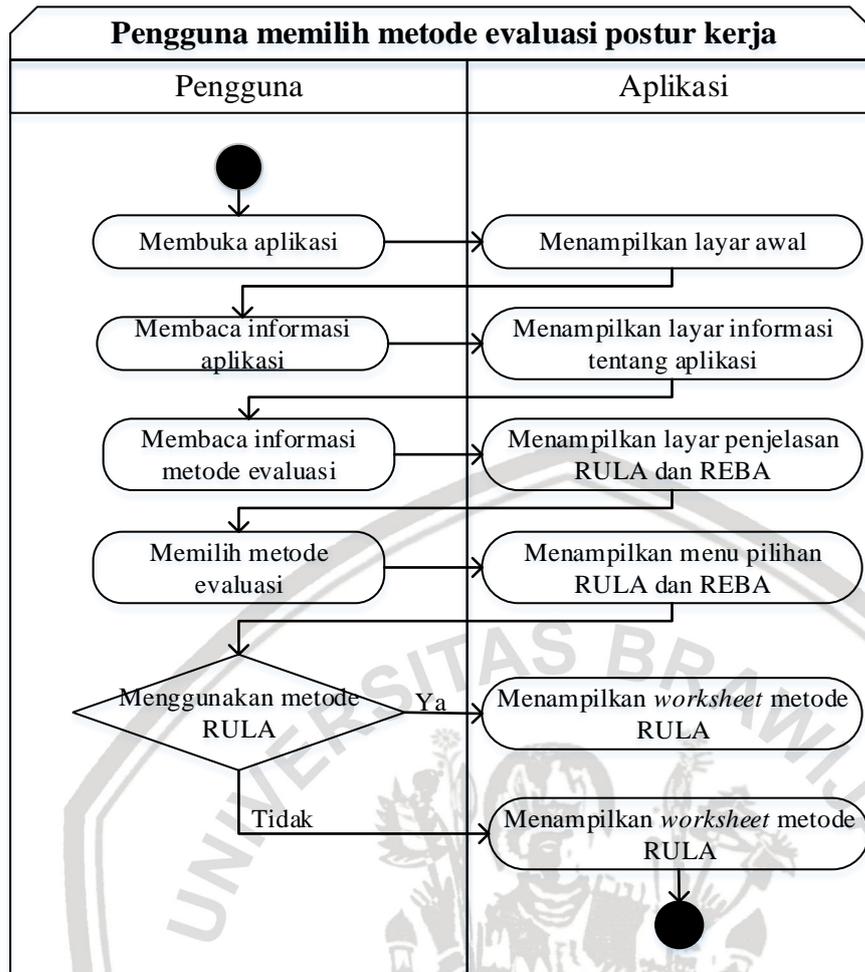
Tabel 4.11
Use Case Menampilkan Hasil Evaluasi

Item	Deskripsi
Nama <i>use case</i>	Menampilkan hasil evaluasi
Deskripsi	<i>Use case</i> ini digunakan oleh aktor untuk melihat hasil evaluasi yang telah dilakukan
Aktor	<i>User</i>
Pra-Kondisi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aktor telah melakukan pengukuran sudut kerja 2. Aktor telah mengisi pertanyaan pada halaman <i>additional adjustment</i>
Tindakan	Aktor melihat hasil evaluasi berupa yang menampilkan gambar postur kerja yang telah dilakukan penggambaran sudut, serta bagian tubuh yang paling berisiko dan rekomendasi
Alternatif	Jika aktor menginginkan dilakukan perubahan pengerjaan evaluasi, maka aktor dapat kembali membuka <i>worksheet</i> sebelumnya
Post-Kondisi	-

4.3.1.2 Activity Diagram

Dalam pemodelan aplikasi selanjutnya digunakan *activity diagram* yang dibuat untuk menggambarkan sistematis aktivitas dari sebuah proses bisnis atau *use case* yang dilakukan oleh *actor*/pengguna. Diagram ini juga digunakan dalam pemodelan logika pada perancangan sebuah sistem. Sesuai fungsinya dalam menggambarkan aktivitas yang terjadi didalam sebuah sistem, maka dalam pemodelan ini, dirancang diagram aktivitas, pada aktivitas-aktivitas utama dalam penggunaan aplikasi.

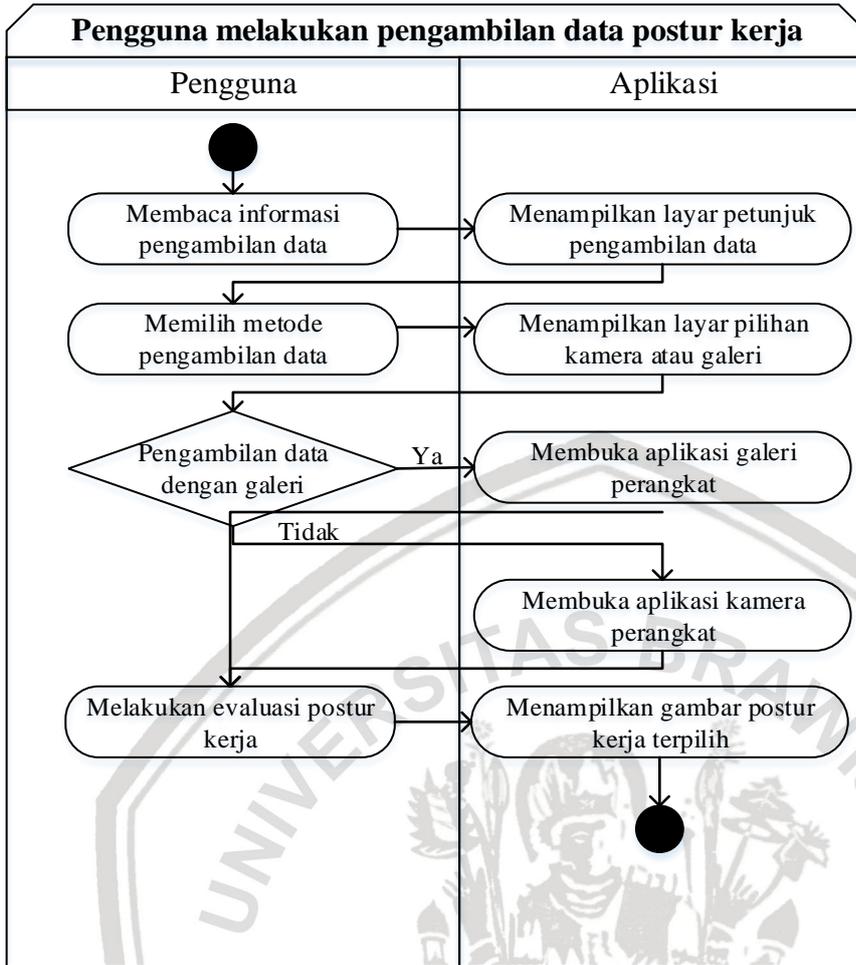
Pada Gambar 4.5 dijelaskan mengenai aktivitas pertama yang akan dilakukan oleh pengguna, yaitu menentukan metode yang akan digunakan. Penentuan metode merupakan salah satu aktivitas utama pengguna ketika menggunakan aplikasi, karena dalam hal ini pengguna akan menentukan metode yang sesuai dengan kondisi permasalahan, serta sistem akan memproses sebagai langkah kerja yang akan ditampilkan kepada pengguna. Dalam aplikasi ini, pengguna akan diminta memilih salah satu dari metode RULA atau REBA. Perancangan *activity diagram* juga disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi dari hasil analisis sistem.



Gambar 4.5 Activity diagram pemilihan metode

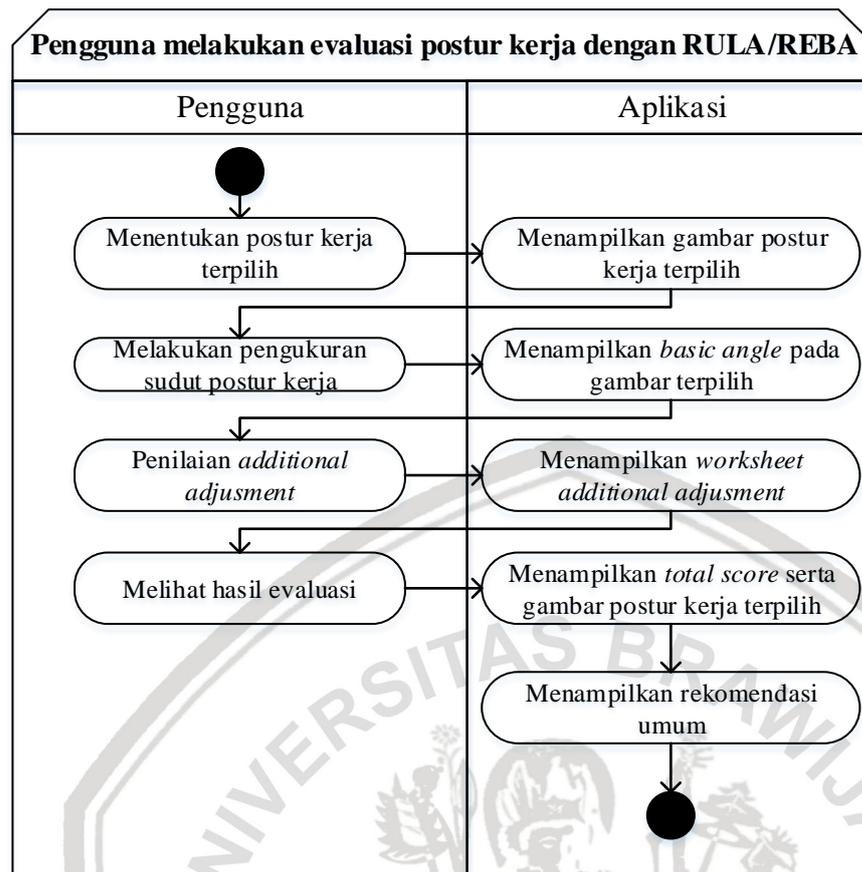
Pada Gambar 4.6 digambarkan *activity diagram* ketika pengguna melakukan pengambilan data postur kerja. Dari definisi kebutuhan yang telah dilakukan pada analisis sistem sebelumnya, kebutuhan sistem evaluasi postur kerja saat ini adalah mampu mengurangi kebutuhan alat/aplikasi penunjang lain yang membutuhkan biaya dan usaha lebih dalam pengadaannya. Oleh sebab itu, dirancang agar aplikasi dapat mengurangi penggunaan alat/aplikasi penunjang lain tersebut, dengan memanfaatkan fitur-fitur yang telah terdapat dalam perangkat *mobile*.

Pengambilan data postur kerja pada aplikasi ini, direncanakan dapat dilakukan dengan 2 cara, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Pengguna dapat melakukan pengambilan data melalui kamera perangkat *smartphone* secara langsung, atau dapat menggunakan data postur kerja dari galeri perangkat *smartphone* (data postur kerja sebelumnya). Sistem kemudian akan menampilkan gambar data postur kerja terpilih, kedalam *worksheet* aplikasi, untuk dilakukan pengerjaan nantinya.



Gambar 4.6 Activity diagram pengambilan data postur kerja

Aktivitas utama ketika pengguna menggunakan aplikasi ini adalah ketika pengguna melakukan evaluasi postur kerja dengan menggunakan metode RULA atau REBA. Dalam sistem pengerjaan evaluasi postur kerja dengan metode RULA dan REBA dibedakan menjadi 2 kategori pengerjaan secara umum, yaitu pembuatan sudut kerja pada data postur kerja yang telah diambil pengguna melalui kamera atau galeri *smarthphone*. Serta *additional adjustment*, yang berisikan pertanyaan-pertanyaan lanjutan untuk evaluasi bagian tubuh secara menyeluruh. Hasil dari pembuatan sudut kerja serta pengisian *checklist* dan *additional adjusment*, kemudian akan diolah oleh sistem untuk mendapatkan *total score* hasil pengerjaan evaluasi postur kerja. Aktivitas pengguna dalam menggunakan aplikasi ketika melakukan evaluasi postur kerja dengan menggunakan metode RULA/REBA dapat dilihat pada Gambar 4.7.

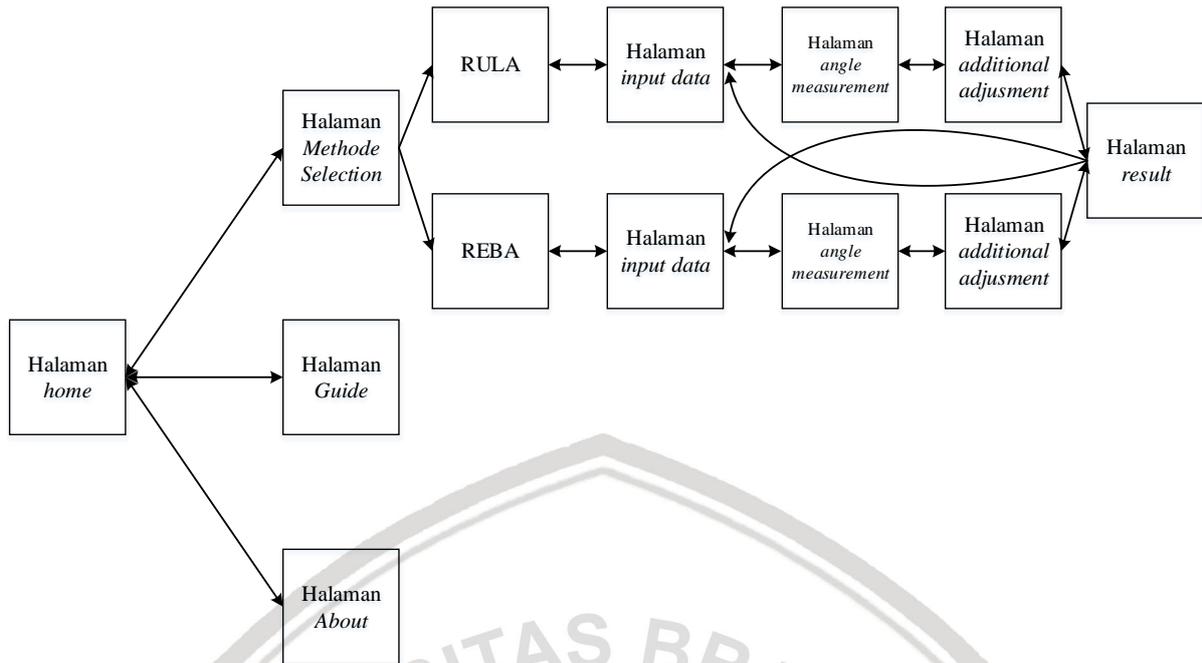


Gambar 4.7 Activity diagram evaluasi postur kerja dengan metode RULA-REBA

4.3.2 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka (*interface*) dilakukan dengan tujuan untuk merancang media komunikasi yang efektif antara *stakeholder* (pengguna) dengan rancangan aplikasi. Perancangan ini dilakukan agar dapat menghasilkan rancangan antarmuka yang sesuai dengan hasil identifikasi spesifikasi kebutuhan sistem pada sub bab sebelumnya. Perancangan antarmuka pada penelitian ini dilakukan pada halaman yang akan ditampilkan kepada pengguna nantinya.

Langkah pertama dalam membuat perancangan antarmuka adalah melakukan pembuatan diagram *interface* (antarmuka), yang berisi aliran antarmuka yang akan ditampilkan pengguna. Dari pembuatan diagram ini, kemudian akan didefinisikan secara lebih detail dan spesifik untuk tiap halaman nantinya. Pada Gambar 4.8 merupakan diagram antarmuka dari aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA. Pada diagram ini, ditampilkan susunan rancangan antarmuka aplikasi.



Gambar 4.8 Diagram rancangan halaman aplikasi keseluruhan

1. Halaman *home*: merupakan halaman pertama yang digunakan pengguna untuk berinteraksi dengan aplikasi, pada halaman ini terdapat 3 fragmen (bagian lebih kecil dari halaman), yaitu *home*, *about*, dan *guide*. Pada fragmen *home*, dijelaskan mengenai informasi aplikasi evaluasi postur kerja ini dan menu untuk langsung memulai evaluasi postur kerja. Pada fragmen *guide* berisikan petunjuk penggunaan aplikasi dan cara evaluasi yang tepat. Sedangkan fragmen *about* berisikan informasi data *developer* aplikasi, serta tujuan pembuatan aplikasi ini. Rancangan halaman *home* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Rancangan fragmen *home* (kiri), *guide* (tengah), *about* (kanan) aplikasi

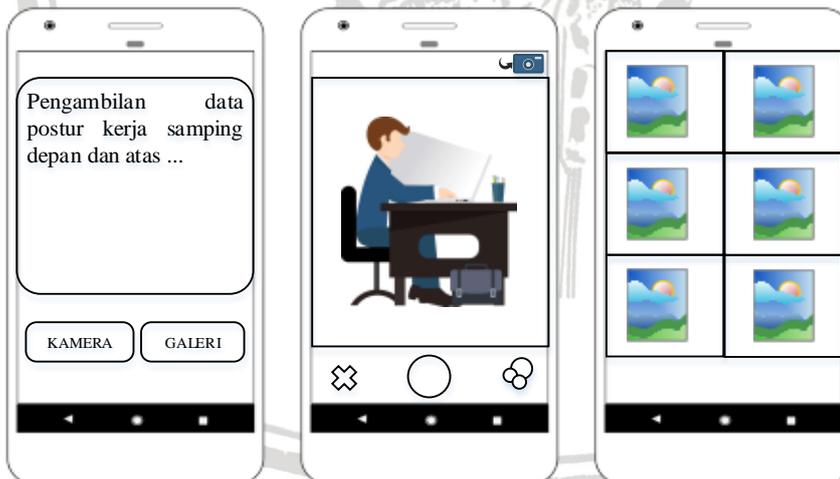
2. Halaman *methode selection*: berisikan penjelasan singkat mengenai metode RULA dan REBA, agar membantu pengguna dalam menentukan metode yang paling sesuai dengan kebutuhannya. Selain itu, juga terdapat menu pilihan bagi pengguna untuk langsung

menentukan metode mana yang akan digunakan selanjutnya. Rancangan halaman *methode selection* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Rancangan halaman *methode selection* aplikasi

- Halaman *input data*: baik menggunakan metode RULA/REBA akan terdapat halaman pengambilan data yang memuat pilihan bagi pengguna akan melakukan pengambilan data postur kerja melalui aplikasi kamera atau menggunakan data postur kerja yang telah dimiliki pengguna dari galeri *smartphone*. Pengambilan data postur kerja akan dilakukan 3 kali, untuk gambar samping, atas, dan depan. Rancangan halaman *input data* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



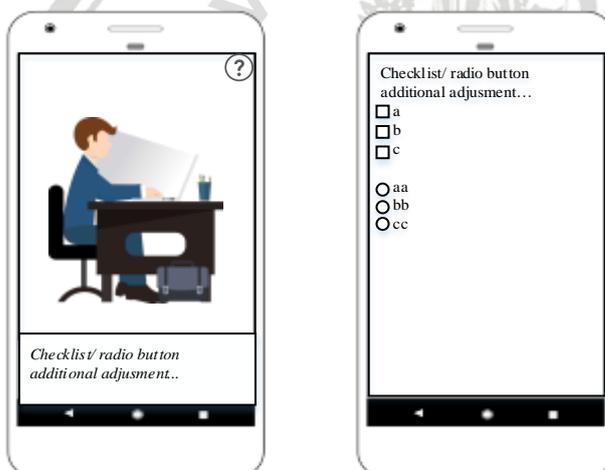
Gambar 4.11 Rancangan halaman *input data* aplikasi dari kamera (tengah) dan galeri (kanan)

- Halaman *angle measurement*: pada halaman ini akan ditampilkan data postur kerja terpilih yang berupa *file* gambar. Pada halaman ini, pengguna dapat melakukan pengukuran sudut dengan menentukan 3 titik sudut pada tiap bagian tubuh yang akan dilakukan evaluasi postur kerja. Aplikasi nantinya akan membaca besar sudut tersebut, dan merubahnya menjadi *score*. Rancangan halaman *angle measurement* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



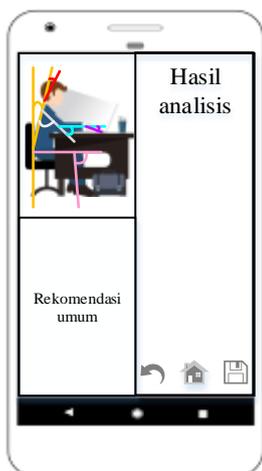
Gambar 4.12 Rancangan halaman *angle measurement* data aplikasi

5. Halaman *additional adjustment*: pada halaman ini pengguna akan mengisi beberapa pertanyaan lanjutan mengenai postur kerja yang dibentuk oleh objek pengamatan. Pengguna akan menjawab pertanyaan dengan cara menentukan opsi pilihan yang paling sesuai melalui *checkbox* dan *radiobutton* yang tersedia. Rancangan halaman *additional adjustment* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Rancangan halaman *additional adjustment* data aplikasi

6. Halaman *result*: berisikan *total score* hasil evaluasi postur kerja. Pengguna akan ditampilkan hasil evaluasi postur kerja, berupa gambar hasil pengukuran sudut, *total score*, serta bagian tubuh yang berisiko mengalami cedera. Selain itu, pada halaman *result*ter juga terdapat menu untuk kembali ke halaman *home*, *angle measurement*, *save result*, dan rekomendasi. Rancangan halaman *result* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Rancangan halaman *result* data aplikasi

4.3.3 Perancangan Level Komponen

Perancangan *component-level* dilakukan untuk menetapkan detail algoritma yang diperlukan dalam mengatur struktur data, interaksi antara komponen perangkat lunak melalui antarmuka aplikasi, dan menerapkan proses algoritma yang dialokasikan untuk masing-masing komponen. Perancangan *component-level* aplikasi ini dilakukan dengan membuat diagram alir sistem dengan menggunakan *flowchart*, algoritma dan pseudocode.

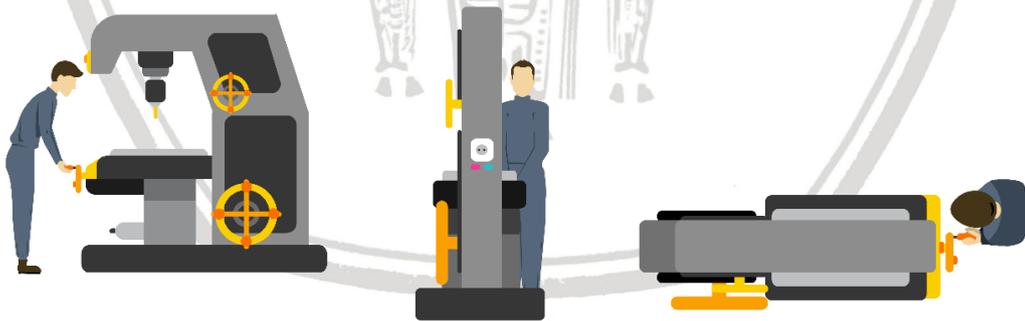
4.3.3.1 Flowchart

Flowchart merupakan diagram alir yang digunakan menggambarkan aliran proses atau tahapan yang terjadi dalam sistem sesuai definisi aktivitas oleh aktor pada tahap perencanaan sebelumnya. Diagram alir aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA pada Lampiran 1.

Dalam perancangan aplikasi ini, terdapat perbedaan urutan atau langkah pengerjaan dari metode yang ada saat ini. Dalam aplikasi ini, pengambilan data dilakukan 3 kali, yaitu untuk sudut pandang samping, depan dan atas. Pengambilan data dari atas dan depan dilakukan agar dapat membantu pengguna lebih objektif dalam melakukan pengisian *checklist/radio button* yang tersedia. Urutan/langkah evaluasi pada aplikasi ini berasal dari sudut pandang pengguna, sehingga ketika pengguna sedang mengerjakan dari sudut pandang samping, maka bagian tubuh yang akan dievaluasi hanyalah yang terlihat jelas dari samping. Pembagian pengerjaan evaluasi berdasarkan sudut pandang dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Gambar 4.15 sebagai ilustrasi pekerjaan.

Tabel 4.12
Pembagian Bagian Tubuh Evaluasi Sesuai Sudut Pandang

Urutan langkah pengerjaan	Bagian Tubuh RULA	Bagian Tubuh REBA
Samping		
1.	Sudut <i>neck</i>	Sudut <i>neck</i>
2.	Sudut <i>trunk</i>	Sudut <i>trunk</i>
3.	Sudut <i>upper arm</i>	Sudut <i>upper arm</i>
4.	Sudut <i>lower arm</i>	Sudut <i>lower arm</i>
5.	Sudut <i>wrist</i>	Sudut <i>wrist</i>
6.	<i>Checklist neck extension</i>	Sudut <i>legs</i>
7.	<i>Checklist upper arm extension</i>	<i>Checklist trunk extension</i>
8.	<i>Radio button legs</i>	<i>Checklist neck extension</i>
9.		<i>Checklist upper arm extension</i>
10.		<i>Checklist dan radio button legs</i>
Depan		
1.	<i>Checklist upper arm (raised, abducted, dan leaning)</i>	<i>Checklist upper arm (raised, abducted, dan leaning)</i>
2.	<i>Checklist neck (twisted, dan side bending)</i>	<i>Checklist neck (twisted, dan side bending)</i>
3.	<i>Checklist trunk (twist, dan side bending)</i>	<i>Checklist trunk (twist, dan side bending)</i>
Atas		
1.	<i>Lower arm across</i>	<i>Wrist bent or twisted</i>
2.	<i>Wrist bent</i>	
3.	<i>Wrist twist</i>	
Muscle Score		
1.	<i>Arm dan Wrist static</i>	<i>Neck, trunk, dan legs muscle</i>
2.	<i>Arm dan Wrist load</i>	<i>Coupling</i>
3.	<i>Neck, trunk, dan legs muscle</i>	<i>Activity score</i>
4.	<i>Neck, trunk, dan legs load</i>	



Gambar 4.15 Gambar postur kerja tampak samping (kiri), depan (tengah), atas (kanan)

4.3.3.2 Algoritma

Algoritma sistem aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA dibuat berdasarkan pembuatan diagram alir (*flowchart*) sebelumnya. Pembuatan algoritma ditujukan untuk memperjelas diagram alir yang telah dibuat sebelumnya, kedalam deskripsi yang lebih

mudah dipahami. Perencanaan algoritma hanya dilakukan pada beberapa bagian yang dirasa perlu. Dalam perancangan aplikasi postur kerja RULA-REBA ini dilakukan perencanaan algoritma pada pembuatan sudut, yang terbagi dalam pembuatan garis dan perhitungan sudut. Dan pengisian *radio button* dan *checkbox*.

1. Pembuatan Garis Sudut

Pembuatan garis dilakukan ketika *user* ingin mengetahui besar sudut di tiap anggota tubuh. Pembuatan garis sudut menggunakan konsep 3 titik sudut dalam menghitung besar sudut diantaranya.

- Definisi kanvas sebagai layar untuk pembuatan garis
- Logika *if* (ketika 3 sudut diinputkan 3 titik sudut, maka sistem akan mulai mendefinisikan ulang ke titik sudut pertama)
 - Masukkan koordinat titik X dan Y pertama
 - Definisikan koordinat (X,Y) pertama kedalam *PointList* (daftar titik sudut yang dimasukkan)
 - Masukkan koordinat titik X dan Y kedua
 - Definisikan koordinat (X,Y) kedua kedalam *PointList* (daftar titik sudut yang dimasukkan)
 - Masukkan koordinat titik X dan Y ketiga
 - Definisikan koordinat (X,Y) ketiga kedalam *PointList* (daftar titik sudut yang dimasukkan)
- *End if* (ketika *PointList* = 3)
- Ulangi sesuai kebutuhan bagian tubuh yang akan dilakukan pengukuran sudut (*neck, trunk, upper arm, lower arm, wrist*) untuk RULA
(*neck, trunk, upper arm, lower arm, wrist, dan legs*) untuk REBA

2. Pengukuran Sudut

Pengukuran sudut dilakukan dengan membaca koordinat 3 titik sudut atau 2 garis yang telah diinputkan oleh *user* sebelumnya. Konsep pembacaan 3 titik sudut dilakukan dengan konsep trigonometri matematika atan2 yang dapat digunakan untuk membaca koordinat dan jarak titik, sebagai sudut)

- Masukkan titik X_1, Y_1 pertama
- Masukkan titik X_2, Y_2 kedua atau *fixed point*
- Masukkan titik X_3, Y_3 ketiga
- Definisikan (X_1, Y_1) dan (X_2, Y_2) sebagai *line1*
- Definisikan (X_2, Y_2) dan (X_3, Y_3) sebagai *line2*

- Perhitungan polar 1 ($line1$) = $\text{Math.atan2}(Y_1 - \text{fixed}Y, X_1 - \text{fixed}X)$
- Perhitungan polar 2 ($line2$) = $\text{Math.atan2}(Y_2 - \text{fixed}Y, X_2 - \text{fixed}X)$
- Perhitungan sudut = $\text{Math.toDegrees}(\text{Polar1} - \text{Polar2})$

3. Pengisian *Radio Button*

Radio button merupakan salah satu tipe *additional adjustment*, dimana *user* harus memilih salah satu dari opsi yang tersedia dari daftar.

- Definisikan *integer* untuk membaca, bahwa opsi yang dipilih merupakan kalimat atau bilangan sederhana sebagai “i”
- Definisikan sebagai *score* RULA/REBA yang akan dihitung, ketika *user* memilih opsi tersebut sebagai “j”
- Gunakan logika *switch* dan *break* untuk membuat beberapa opsi yang akan ditampilkan
- Definisikan ketika opsi i dipilih, maka j *score* dihitung

4. Pengisian *Checklist*

Checklist merupakan tipe *additional adjustment*, dimana *user* dapat memilih salah satu, lebih dari satu, atau tidak sama sekali dari opsi yang tersedia dari daftar.

- Definisikan aktivitas *checklist* kedalam *boolean* yang berarti hanya akan bernilai “ya” atau tidak”
- Definisikan bagian tubuh sebagai “i”
- Definisikan nilai *score* bagian tubuh sebagai “j”
- Tidak adalah ketika *check* tidak diisi = 0
- Ya adalah ketika *check* diisi = 1
- Logika *If* (Jika *check* terisi, maka j akan ditambah sesuai *score* i)
- Jika *check* tidak terisi, maka *score* 0

4.3.3.3 Pseudocode

Pseudocode merupakan bahasa algoritma semi bahasa pemrograman, yang digunakan untuk memudahkan pada saat melakukan pemrograman (*coding*) nantinya. Pseudocode dilakukan pada beberapa bagian yang dianggap perlu, seperti dalam perencanaan algoritma diatas.

1. Pseudocode Pembuatan Garis

Pseudocode pembuatan garis sudut sesuai perencanaan algoritma, yaitu menggunakan konsep 3 titik sudut dalam menghitung besar sudut diantaranya. Dalam konsep

pembuatan garis sudut pada halaman *angle measurement* nantinya, pengguna akan menentukan 3 titik sudut. Setelah menentukan 3 titik sudut, maka sistem akan memulai lagi menghitung titik berikutnya, sebagai titik pertama. Penentuan 3 titik sudut dilakukan sebanyak 5 kali untuk RULA (*neck, trunk, upper arm, lower arm, wrist*), dan 6 kali untuk REBA (*neck, trunk, upper arm, lower arm, wrist, dan legs*).

```

Input : X, Y, Canvas.
X <- Koordinat titik X
Y <- Koordinat titik Y

PointList <- Point (X,Y)
for i <- 0 : Size of PointList
  Canvas.DrawCircle (i.x,i.y)

  If (Size of PointList > 1 & i >= 1)

    Then If (!(i mod 3 = 0))
      Then Canvas.DrawLine ((i - 1).x, (i - 1).y, i.x,
i.y)
    End If
  End If

End For

```

2. Pseudocode Pengukuran Sudut

Pseudocode pengukuran sudut dilakukan dengan membaca koordinat 3 titik sudut atau 2 garis yang telah diinputkan oleh *user* sebelumnya. Konsep pembacaan 3 titik sudut dilakukan dengan konsep trigonometri matematika atan2 yang dapat digunakan untuk membaca koordinat dan jarak titik, sebagai sudut).

```

Input : Line1 , Line2.
X1 <- Line1.xStart
X2 <- Line2.xFinish
Y1 <- Line1.yStart
Y2 <- Line2.yFinish
FixedX <- Line1.xFinish
FixedY <- Line2.yStart

Polar1 <- Math.atan2 (Y1 - fixedY, X1 - fixedX)
Polar2 <- Math.atan2 (Y2 - fixedY, X2 - fixedX)

Angle <- Math.toDegrees (Polar1 - Polar2)
Return Angle

```

3. Pseudocode *Radio Button*

Pseudocode radio button merupakan salah satu tipe *additional adjustment*, dimana *user* harus memilih salah satu dari opsi yang tersedia dari daftar. Pembuatan pseudocode dilakukan dengan logika *switch* dan *break*, yang hampir sama dengan logika *If* dan *Else*, namun lebih spesifik. Logika ini digunakan untuk mendefinisikan suatu kondisi awal di *Switch*, dan ketika kondisi awal sesuai dengan kondisi sistem, maka *case* akan diisi sesuai kebutuhan.

```

Input : i = integer
i <- "opsi yang dipilih"
j <- "score RULA/REBA"

Switch i
  Case = 1 :
    j <- 1
    Break
  Case = 2 :
    j <- 2
    Break

```

4. Pseudocode *Checklist Upper Arm RULA*

Checklist merupakan tipe *additional adjustment*, dimana *user* dapat memilih salah satu, lebih dari satu, atau tidak sama sekali dari opsi yang tersedia dari daftar. Pembuatan pseudocode menggunakan logika *If* dan *Else*, dengan tipe data *boolean* (2 opsi, yaitu "ya" = 1 dan "tidak" = 0). Ketika kondisi sesuai dengan yang diinginkan, maka akan dilakukan pengisian pada *score* bagian tubuh.

```

Input : Check = Boolean
UpperArmValue = 0
If (Check)
  Then UpperArmValue = UpperArmValue + 1
Else UpperArmValue = UpperArmValue - 1
End If

```

4.4 Pemrograman (*Coding*)

Pemrograman merupakan tahapan implementasi dari perancangan yang telah dibuat sebelumnya kedalam bahasa pemrograman yang dapat dioperasikan oleh sistem nantinya. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam perancangan aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman Java untuk sistem operasi Android. Pemrograman dilakukan dengan menggunakan *software* Android Studio 1.0.

Dalam penelitian perancangan aplikasi postur kerja RULA-REBA ini, penulisan pemrograman hanya akan dimasukkan pada beberapa fungsi utama, sedangkan pemrograman selanjutnya akan dimasukkan kedalam lampiran penelitian.

1. Pemrograman *Input Data* Dari Kamera.
Pemrograman *input data* dari kamera dapat dilihat pada *list coding* di Lampiran 2.
2. Pemrograman *Select Data* Dari Galeri.
Pemrograman *input data* dari kamera dapat dilihat pada *list coding* di Lampiran 3.
3. Pemrograman Pembuatan Garis.
Pemrograman *input data* dari kamera dapat dilihat pada *list coding* di Lampiran 4.
4. Pemrograman Perhitungan Sudut.
Pemrograman *input data* dari kamera dapat dilihat pada *list coding* di Lampiran 5.
5. Pemrograman *Radio Button*.
Pemrograman *input data* dari kamera dapat dilihat pada *list coding* di Lampiran 6.
6. Pemrograman *Checklist*.
Pemrograman *input data* dari kamera dapat dilihat pada *list coding* di Lampiran 7.

4.5 Pengujian Aplikasi

Dalam tahap akhir rancangan pengujian aplikasi menurut metode *waterfall*, adalah dilakukannya pengujian aplikasi. Pengujian aplikasi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pengujian fungsi, akurasi dan kinerja aplikasi.

4.5.1 Pengujian Fungsi Aplikasi

Pengujian fungsi aplikasi dilakukan dengan menggunakan metode *blackbox* untuk mengetahui keberhasilan aplikasi menjalankan fungsional yang telah didefinisikan di awal perancangan. Penentuan aspek-aspek pengujian fungsional aplikasi didasarkan pada kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan pada tahap analisis sistem. Berikut ini merupakan aspek-aspek pengujian fungsional.

1. Halaman *Home*.
Pengujian halaman *home* dilakukan pada menu utama yang ditampilkan pada halaman ini, yaitu “*start evaluation*” dan *fragment* “*home*”, “*guide*”, “*about*”. Pengujian dilakukan dengan melihat respon menu/aplikasi ketika dilakukan skenario uji oleh *programmer*. Hasil uji dinyatakan berhasil ketika kedua menu ini memberikan hasil uji sesuai yang dihaapkan. Pada Tabel 4.13 merupakan pengujian fungsi aplikasi yang terdapat dalam halaman *home*.

Tabel 4.13
Penguujian Fungsi Aplikasi Halaman *Home*

No.	Test Case	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual	Hasil Uji
1.	Membuka menu “ <i>Start Evaluation</i> ”	Memilih menu “ <i>Start Evaluation</i> ”	Menampilkan isi dari halaman “ <i>Method Selection</i> ”	Aplikasi menampilkan isi dari halaman “ <i>Method Selection</i> ”	Berhasil
2.	Membuka fragmen “ <i>Home</i> ”	Memilih menu “ <i>Home</i> ”	Menampilkan isi dari halaman “ <i>Home</i> ”	Aplikasi menampilkan isi dari halaman “ <i>Home</i> ”	Berhasil
3.	Membuka fragmen “ <i>About</i> ”	Memilih menu “ <i>About</i> ”	Menampilkan isi dari halaman “ <i>About</i> ”	Aplikasi menampilkan isi dari halaman “ <i>About</i> ”	Berhasil
4.	Membuka fragmen “ <i>Guide</i> ”	Memilih menu “ <i>Guide</i> ”	Menampilkan isi dari halaman “ <i>Guide</i> ”	Aplikasi menampilkan isi dari halaman “ <i>Guide</i> ”	Berhasil

2. Halaman *About*.

Halaman *about* akan ditampilkan ketika user memilih menu *about* pada halaman *home*. Pada halaman ini, dilakukan pengujian pada informasi kontak *developer* yang tersedia. Pengujian dilakukan dengan melihat apakah informasi kontak tersebut dapat diakses ketika *user* memilihnya. Pengujian fungsi aplikasi pada halaman *about* ditampilkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14
Penguujian Fungsi Aplikasi Halaman *About*

No.	Test Case	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual	Hasil Uji
1.	Membuka menu “ <i>Web</i> ”	Memilih menu “ <i>Web</i> ”	Membuka halaman <i>website author</i> (lpke.ub.ac.id)	Aplikasi membuka halaman <i>website author</i> (lpke.ub.ac.id)	Berhasil
2.	Membuka menu “ <i>Email</i> ”	Memilih menu “ <i>Email</i> ”	Membuka <i>email</i> dengan alamat tujuan lpke@ub.ac.id	Aplikasi membuka <i>email</i> dengan alamat tujuan lpke@ub.ac.id	Berhasil
3.	Membuka menu “ <i>Phone</i> ”	Memilih menu “ <i>Phone</i> ”	Membuka <i>dial pad smartphone</i> dengan berisikan nomor telepon <i>author</i> (+62-341-587710)	Aplikasi membuka <i>dial pad smartphone</i> dengan berisikan nomor telepon <i>author</i> (+62-341-587710)	Berhasil

3. Halaman *Method Selection*.

Pengujian halaman *methode selection* dilakukan dengan melihat respon menu RULA dan REBA ketika dipilih oleh *user*. Hasil yang diharapkan dari kedua menu tersebut, adalah dapat menampilkan halaman *input/take data*. Pengujian fungsi aplikasi pada halaman *introduction* disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15
Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman *Method Selection*

No.	Test Case	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual	Hasil Uji
1.	Membuka menu "RULA"	Memilih menu "RULA"	Membuka halaman "input data" RULA.	Aplikasi membuka halaman "input data" RULA.	Berhasil
2.	Membuka menu "REBA"	Memilih menu "REBA"	Membuka halaman "input data" REBA.	Aplikasi membuka halaman "input data" REBA.	Berhasil

4. Halaman *Input Data*.

Pengujian halaman *input/select* data dilakukan untuk melihat apakah sistem telah mampu membaca berkas penyimpanan *user* yang tersimpan di Galeri, dan mengambil gambar dengan Kamera perangkat. Pengujian fungsi aplikasi halaman *input* data ditampilkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16
Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman *Input Data*

No.	Test Case	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual	Hasil Uji
1.	<i>Input data</i> postur kerja dengan Kamera	Memilih menu "Kamera"	Membuka Kamera perangkat yang sedang digunakan (<i>smartphone</i>)	Aplikasi membuka Kamera perangkat yang sedang digunakan (<i>smartphone</i>)	Berhasil
		Ambil data postur kerja dengan Kamera.	Gambar terpilih akan masuk ke halaman "angle measurement"	Aplikasi menampilkan gambar terpilih akan masuk ke halaman "angle measurement"	Berhasil
2.	<i>Input data</i> postur kerja dengan Galeri	Memilih menu "Galeri"	Menampilkan dokumen gambar dari Galeri perangkat yang sedang digunakan (<i>smartphone</i>)	Aplikasi menampilkan dokumen gambar dari Galeri perangkat yang sedang digunakan (<i>smartphone</i>)	Berhasil
		Pilih data postur kerja dengan Galeri	Gambar terpilih akan masuk ke halaman "angle measurement"	Aplikasi menampilkan gambar terpilih akan masuk ke halaman "angle measurement"	Berhasil

5. Halaman *Angle Measurement*.

Pengujian halaman *angle measurement* dilakukan dengan melakukan penentuan titik sudut, penggambaran garis sudut dan besar sudut yang dihasilkan. Pengujian fungsi aplikasi halaman *angle measurement* data ditampilkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17
 Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman *Angle Measurement*

No.	Test Case	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual	Hasil Uji
1.	Pengukuran sudut pada bagian <i>neck</i>	Penentuan 3 titik sudut pada bagian <i>neck</i>	Menampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi ditampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Menampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi ditampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	Aplikasi menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	Berhasil
2.	Pengukuran sudut pada bagian <i>trunk</i>	Penentuan 3 titik sudut pada bagian <i>trunk</i>	Ditampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi menampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Ditampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi menampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	Aplikasi menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	Berhasil
3.	Pengukuran sudut pada bagian <i>upper arm</i>	Penentuan 3 titik sudut pada bagian <i>upper arm</i>	Ditampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi menampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Ditampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi menampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	Aplikasi menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	Berhasil
4.	Pengukuran sudut pada bagian <i>lower arm</i>	Penentuan 3 titik sudut pada bagian <i>lower arm</i>	Ditampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi menampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Ditampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi menampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan	Aplikasi menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> ,	Berhasil

No.	Test Case	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual	Hasil Uji
			score hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	sesuai metode RULA/REBA	
5.	Pengukuran sudut pada bagian <i>wrist</i>	Penentuan 3 titik sudut pada bagian <i>wrist</i>	Ditampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi menampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Ditampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi menampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	Aplikasi dapat menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	Berhasil
6.	Pengukuran sudut pada bagian <i>legs</i>	Penentuan 3 titik sudut pada bagian <i>legs</i>	Ditampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi menampilkan garis sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Ditampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Aplikasi menampilkan besar sudut hasil seleksi oleh <i>user</i>	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	Aplikasi dapat menentukan dan menyimpan <i>score</i> hasil seleksi oleh <i>user</i> , sesuai metode RULA/REBA	Berhasil

6. Halaman *Additional Adjustment*.

Pengujian halaman *additional adjustment* dilakukan dengan melihat respon opsi/pilihan yang ada ketika diisi oleh *user*. Pengujian dinyatakan berhasil ketika, sistem dapat menampilkan hasil opsi/pilihan yang dipilih dan menyimpan *score* untuk kemudian ditampilkan pada halaman hasil. Pengujian fungsi aplikasi halaman *input* data ditampilkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18

Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman *Additional Adjustment*

No.	Test Case	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual	Hasil Uji
1.	<i>Additional adjustment</i> bagian <i>neck</i>	Pengisian <i>additional adjustment</i> bagian <i>neck</i>	<i>Checklist/radio button</i> terisi	<i>Checklist/radio button</i> terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan <i>score</i>	Sistem menentukan dan menyimpan <i>score</i>	Berhasil

No.	Test Case	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual	Hasil Uji
2.	Additional adjusment bagian trunk	Pengisian additional adjusment bagian trunk	Checklist/radio button terisi	Checklist/radio button terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan score	Sistem menentukan dan menyimpan score	Berhasil
3.	Additional adjusment bagian upper arm	Pengisian additional adjusment bagian upper arm	Checklist/radio button terisi	Checklist/radio button terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan score	Sistem menentukan dan menyimpan score	Berhasil
4.	Additional adjusment bagian lower arm	Pengisian additional adjusment bagian lower arm	Checklist/radio button terisi	Checklist/radio button terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan score	Sistem menentukan dan menyimpan score	Berhasil
5.	Additional adjusment bagian wrist	Pengisian additional adjusment bagian wrist	Checklist/radio button terisi	Checklist/radio button terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan score	Sistem menentukan dan menyimpan score	Berhasil
6.	Additional adjusment bagian wrist twist	Pengisian additional adjusment bagian wrist twist	Checklist/radio button terisi	Checklist/radio button terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan score	Sistem menentukan dan menyimpan score	Berhasil
7.	Additional adjusment bagian legs	Pengisian additional adjusment bagian wrist legs	Checklist/radio button terisi	Checklist/radio button terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan score	Sistem menentukan dan menyimpan score	Berhasil
8.	Additional adjusment muscle use	Pengisian additional adjusment bagian muscle use	Checklist/radio button terisi	Checklist/radio button terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan score	Sistem menentukan dan menyimpan score	Berhasil
9.	Additional adjusment force/load	Pengisian additional adjusment force/load	Checklist/radio button terisi	Checklist/radio button terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan score	Sistem menentukan dan menyimpan score	Berhasil
10.	Additional adjusment coupling	Pengisian additional adjusment coupling	Checklist/radio button terisi	Checklist/radio button terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan score	Sistem menentukan dan menyimpan score	Berhasil
11.	Additional adjusment activity	Pengisian additional adjusment activity	Checklist/radio button terisi	Checklist/radio button terisi	Berhasil
			Sistem menentukan dan menyimpan score	Sistem menentukan dan menyimpan score	Berhasil

7. Halaman *Result*.

Halaman *result* merupakan halaman terakhir yang akan ditampilkan kepada *user*. Pengujian dilakukan untuk melihat akurasi *scoring* yang telah dimasukkan dan disimpan oleh sistem sebelumnya. Pengujian fungsi aplikasi halaman *input* data ditampilkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19

Pengujian Fungsi Aplikasi Halaman *Result*

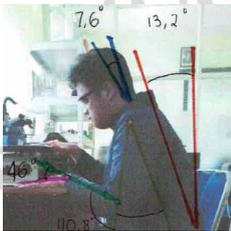
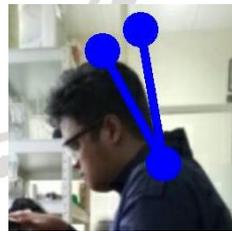
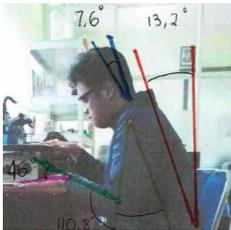
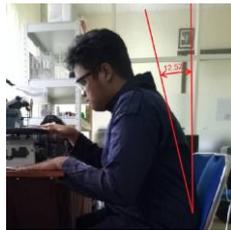
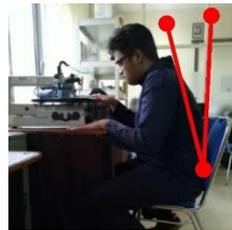
No.	Test Case	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual	Hasil Uji
1.	Hasil analisis	Membandingkan hasil pengerjaan manual dan dengan menggunakan aplikasi.	Sama.	Sama	Berhasil
2.	Rekomendasi umum	Membuat skenario hasil evaluasi sangat buruk (perlu banyak rekomendasi)	Menampilkan semua bagian rekomendasi tubuh.	Aplikasi menampilkan semua bagian rekomendasi tubuh	Berhasil

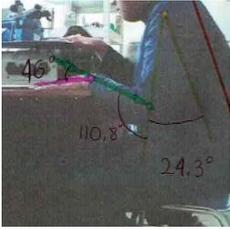
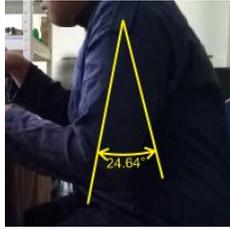
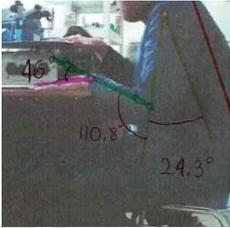
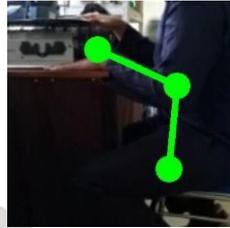
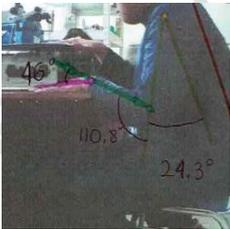
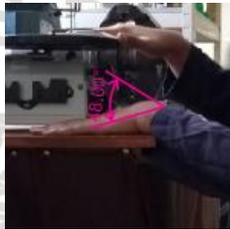
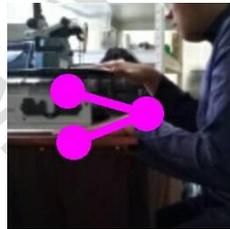
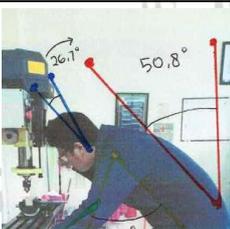
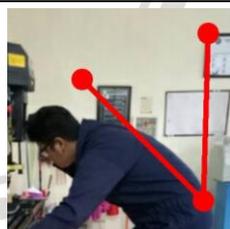
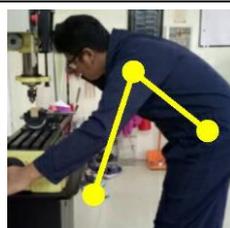
4.5.2 Pengujian Akurasi Aplikasi

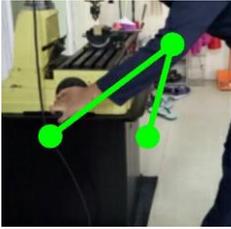
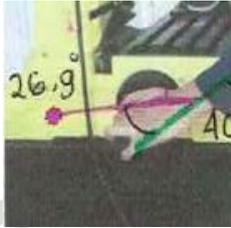
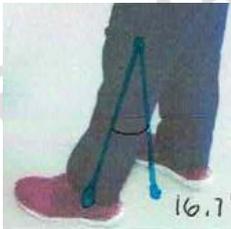
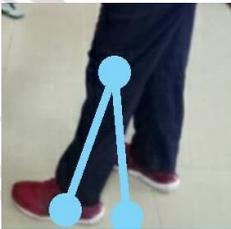
Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian hasil olah dengan menggunakan aplikasi dengan pengerjaan metode evaluasi postur kerja saat ini. Pengujian akurasi dilakukan pada fungsi *scoring* sudut dan total *score* hasil pengerjaan. Pengujian dinyatakan berhasil, apabila diantara ketiga metode tersebut mendapatkan hasil *score* yang sama. Pengujian akurasi aplikasi ditampilkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20

Pengujian Akurasi Aplikasi Halaman *Result*

No	Test Case	Skenario Uji	Hasil Manual	Hasil Aplikasi Grafis PC	Hasil Aplikasi Rancangan	Hasil Uji
RULA						
1.	Score sudut neck	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 Sudut : 7.6° Score : +1	 Sudut : 7.51° Score : +1	 Sudut : 8.11° Score : +1	Sama
2.	Score sudut trunk	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 Sudut : 13.2° Score : +1	 Sudut : 12.52° Score : +2	 Sudut : 12.72° Score : +2	Sama

No	Test Case	Skenario Uji	Hasil Manual	Hasil Aplikasi Grafis PC	Hasil Aplikasi Rancangan	Hasil Uji
3.	Score sudut upper arm	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 <p>Sudut : 24.3° Score : +2</p>	 <p>Sudut : 24.64° Score : +2</p>	 <p>Sudut : 24.72° Score : +2</p>	Sama
4.	Score sudut lower arm	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 <p>Sudut : 110.8° Score : +2</p>	 <p>Sudut : 110.7° Score : +2</p>	 <p>Sudut : 111° Score : +2</p>	Sama
5.	Score sudut wrist	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 <p>Sudut : 46.7° Score : +3</p>	 <p>Sudut : 48° Score : +3</p>	 <p>Sudut : 47.8° Score : +3</p>	Sama
REBA						
1.	Score sudut neck	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 <p>Sudut : 26.7° Score : +2</p>	 <p>Sudut : 27.30° Score : +2</p>	 <p>Sudut : 28.12° Score : +2</p>	Sama
2.	Score sudut trunk	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 <p>Sudut : 50.8° Score : +3</p>	 <p>Sudut : 51.18° Score : +3</p>	 <p>Sudut : 51.1° Score : +3</p>	Sama
3.	Score sudut upper arm	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 <p>Sudut : 70° Score : +3</p>	 <p>Sudut : 70.64° Score : +3</p>	 <p>Sudut : 69.97° Score : +3</p>	Sama

No	Test Case	Skenario Uji	Hasil Manual	Hasil Aplikasi Grafis PC	Hasil Aplikasi Rancangan	Hasil Uji
4.	Score sudut lower arm	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 Sudut : 40° Score : +2	 Sudut : 41.77° Score : +2	 Sudut : 41.8° Score : +2	Sama
5.	Score sudut wrist	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 Sudut : 26.9° Score : +2	 Sudut : 27.2° Score : +2	 Sudut : 26.72° Score : +2	Sama
6.	Score sudut legs	Membandingkan hasil pengerjaan manual dengan aplikasi grafis PC, dan aplikasi hasil rancangan	 Sudut : 16.7° Score : +3	 Sudut : 17.36° Score : +3	 Sudut : 17.51° Score : +3	Sama
TOTAL SCORE						
1.	Total hasil evaluasi	Membandingkan total hasil evaluasi postur kerja dengan metode RULA	Total score = 3 Membutuhkan investigasi lebih lanjut, perubahan mungkin diperlukan	Total score = 3 Membutuhkan investigasi lebih lanjut, perubahan mungkin diperlukan	Total score = 3 Membutuhkan investigasi lebih lanjut, perubahan mungkin diperlukan	Sama
2.	Total hasil evaluasi	Membandingkan total hasil evaluasi postur kerja dengan metode REBA	Total score = 8 Memiliki risiko tinggi, Dibutuhkan investigasi dan perbaikan segera	Total score = 8 Memiliki risiko tinggi, Dibutuhkan investigasi dan perbaikan segera	Total score = 8 Memiliki risiko tinggi, Dibutuhkan investigasi dan perbaikan segera	Sama

Dari hasil uji akurasi diatas, diketahui bahwa ketiga metode menghasilkan angka yang tidak sama persis, hal ini diakibatkan karena subjektifitas pengguna. Hal ini masih dapat diterima, karena aplikasi hasil rancangan, tetap menampilkan *score* yang sama dengan hasil metode lain. Dalam penentuan besar sudut postur kerja, skor merupakan aspek terpenting yang akurasinya perlu diperhatikan, bukan angka besar sudutnya. Karena besar sudut erja masih dipengaruhi penentuan titik sudut oleh pengguna (*surveyor*).

4.5.3 Pengujian Kinerja Aplikasi

Pengujian kinerja aplikasi dilakukan dengan tujuan untuk memastikan hasil rancangan aplikasi telah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian ini dilakukan dengan meminta tanggapan dari calon pengguna aplikasi, setelah mencoba menggunakan aplikasi ini, dalam kegiatan evaluasi postur kerja.

Pengujian kinerja aplikasi dilakukan dengan melakukan penyebaran kuesioner tertutup kepada calon pengguna, dengan menggunakan skala likert 1 sampai 5 untuk mengukur tingkat persetujuan atau ketidaksetujuan pengguna. Kuesioner disebarkan kepada calon pengguna aplikasi ini yang berasal dari peneliti postur kerja dengan profesi dosen, mahasiswa, karyawan, laboran, maupun perorangan. Penyebaran kuesioner dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan menggunakan angket kertas dan kuesioner *online*. Berikut ini merupakan daftar pertanyaan yang digunakan dalam uji kinerja aplikasi.

1. Apakah informasi dan petunjuk penggunaan aplikasi telah dapat dipahami dengan mudah?
2. Apakah aplikasi sudah dapat menunjang Anda dalam melakukan evaluasi postur kerja dengan lebih cepat?
3. Apakah aplikasi sudah dapat menunjang Anda dalam melakukan evaluasi postur kerja dengan lebih mudah?
4. Apakah aplikasi sudah dapat menunjang Anda dalam melakukan evaluasi postur kerja dengan lebih tepat?
5. Apakah dengan menggunakan aplikasi ini, dapat mengurangi biaya pengambilan data berupa pengadaan alat bantu lain, berupa *worksheet*, kamera, alat ukur?

Dalam melakukan analisis kuantitatif deskriptif, diperlukan perhitungan Rentang Skala untuk mendapatkan kesimpulan dari data yang telah diperoleh. Berikut ini merupakan Perhitungan Rentang Skala dalam penelitian perancangan aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA.

$$RS = \frac{(m-n)}{b}$$

$$RS = \frac{(5-1)}{5}$$

$$RS = 0.8$$

Dari perhitungan tersebut, kemudian dapat ditentukan jumlah kelas dan batas atas kelas dan batas bawah kelas, dalam analisis kuantitatif deskriptif. Berikut ini merupakan jumlah kelas dan batas atas kelas dan batas bawah kelas dari pengujian kinerja aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA.

Nilai skor antara $1 \leq s/d \leq 1.8$ Sangat Tidak Setuju

Nilai skor antara $>1.8 \leq s/d \leq 2.6$ Tidak Setuju

Nilai skor antara $>2.6 \leq s/d \leq 3.4$ Cukup Setuju

Nilai skor antara $>3.4 \leq s/d \leq 4.2$ Setuju

Nilai skor di atas 4.2 Sangat Setuju

Setelah mendapatkan jumlah kelas dan batas atas/bawah anatar kelas, data hasil penyebaran kuesioner kemudian dilakukan rekapitulasi data dan perhitungan rata-rata jawaban dari 32 responden. Dari hasil rata-rata perhitungan tersebut, ditentukan kelas dan kesimpulan yang sesuai. Pada Tabel 4.21 berikut merupakan hasil kuesioner evaluasi postur kerja RULA-REBA.

Tabel 4.21
Hasil Pengolahan Kuesioner Pengujian Aplikasi

No.	Responden	Pertanyaan				
		1	2	3	4	5
1.	Responden 1	3	4	4	2	5
2.	Responden 2	2	3	3	4	4
3.	Responden 3	3	5	4	3	3
4.	Responden 4	3	4	3	4	3
5.	Responden 5	4	4	3	4	4
6.	Responden 6	3	3	4	3	4
7.	Responden 7	4	3	3	2	4
8.	Responden 8	3	4	4	3	5
9.	Responden 9	4	5	2	2	4
10.	Responden 10	3	5	4	4	3
11.	Responden 11	3	4	4	4	4
12.	Responden 12	4	2	3	4	3
13.	Responden 13	3	4	4	3	3
14.	Responden 14	4	3	3	4	4
15.	Responden 15	3	5	4	3	5
16.	Responden 16	2	3	3	4	3
17.	Responden 17	5	4	4	4	4
18.	Responden 18	4	2	3	3	5
19.	Responden 19	3	3	2	3	3
20.	Responden 20	2	2	4	3	4
21.	Responden 21	4	2	4	3	5
22.	Responden 22	5	3	4	4	4
23.	Responden 23	3	4	3	4	4
24.	Responden 24	4	5	4	4	4
25.	Responden 25	3	5	4	3	4
26.	Responden 26	5	5	3	2	5
27.	Responden 27	3	4	4	3	5
28.	Responden 28	4	3	4	4	4
29.	Responden 29	5	4	3	2	4
30.	Responden 30	3	5	4	3	3
31.	Responden 31	4	4	4	3	3
32.	Responden 32	4	5	4	3	3
Jumlah		112	121	113	104	125
Rata-rata		3.5	3.78	3.53	3.25	3.9

Dari hasil kuesioner tersebut, diketahui bahwa skor rata-rata dari hasil rancangan aplikasi adalah 3. Hal ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengguna setuju penggunaan aplikasi telah dapat dipahami dengan mudah.
2. Pengguna setuju aplikasi sudah dapat menunjang Anda dalam melakukan evaluasi postur kerja dengan lebih cepat.
3. Pengguna setuju aplikasi sudah dapat menunjang Anda dalam melakukan evaluasi postur kerja dengan lebih mudah.
4. Pengguna cukup setuju aplikasi sudah dapat menunjang Anda dalam melakukan evaluasi postur kerja dengan lebih tepat.
5. Pengguna setuju dengan menggunakan aplikasi ini, dapat mengurangi biaya pengambilan data berupa pengadaan alat bantu lain, berupa *worksheet*, kamera, alat ukur.

4.6 Analisis Hasil

Pada bagian akhir dari perancangan aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA berbasis Android ini, akan dilakukan analisis lebih lanjut dari hasil rancangan dan pengujian yang telah dilakukan. Analisis hasil dilakukan dengan membandingkan aplikasi hasil rancangan dengan 3 metode pengerjaan evaluasi postur kerja saat ini, dengan beberapa parameter pengujian. Analisis hasil perancangan aplikasi ini juga dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui spesifikasi atau kemampuan aplikasi. Serta panduan dan penjelasan detail fungsi-fungsi yang terdapat dalam aplikasi.

Analisis aplikasi hasil rancangan pertama-tama dilakukan dengan membandingkan kemampuan aplikasi dengan metode-metode pengerjaan evaluasi postur kerja lain saat ini, yaitu manual (*worksheet*), aplikasi dari perangkat komputer, dan aplikasi perangkat *smartphone*. Perbandingan ini dilakukan dengan beberapa parameter yang dilihat dari kebutuhan pengguna nantinya. Pada Tabel 4.22 berikut ini merupakan hasil perbandingan aplikasi hasil rancangan dengan metode pengerjaan evaluasi postur kerja saat ini.

Tabel 4.22
Analisis Hasil Perbandingan Aplikasi dengan Metode Lain

No.	Parameter	Keterangan	Manual (<i>worksheet</i>)	Aplikasi perangkat komputer	Aplikasi perangkat <i>smartphone</i>	Aplikasi hasil rancangan
1.	Kebutuhan alat bantu lain	Kemungkinan penggunaan alat bantu lain ketika menggunakan cara ini	Kamera/ <i>Video recorder</i> , Goniometer/penggaris/busur	Kamera/ <i>Video recorder</i>	Kamera/ <i>Video recorder</i> , Goniometer/penggaris/busur	Tongsis
2.	Kebutuhan aplikasi penunjang lain	Aplikasi dapat berupa aplikasi grafis untuk membantu pengguna dalam menentukan besar sudut tanpa menggunakan goniometer/busur	Perlu	Tidak perlu (tapi terdapat dalam menu lain)	Perlu	Tidak Perlu

No.	Parameter	Keterangan	Manual (<i>worksheet</i>)	Aplikasi perangkat komputer	Aplikasi perangkat <i>smartphone</i>	Aplikasi hasil rancangan
3.	Panduan pemilihan metode	Pengguna diberikan panduan agar dapat menentukan metode evaluasi yang tepat	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada
4.	Panduan pengambilan data postur kerja	Adanya informasi cara pengambilan data postur kerja yang tepat	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada
5.	Metode pengambilan data postur kerja	Cara yang digunakan oleh pengguna dalam mengambil data (postur kerja) ketika menggunakan cara manual/apliasi komputer/aplikasi <i>smartphone</i>	Pengambilan data dilakukan dengan alat bantu (kamera, <i>video recorder</i>)	Pengambilan data dilakukan dengan alat bantu (kamera, <i>video recorder</i>)	Pengambilan data dilakukan dengan alat bantu (kamera, <i>video recorder</i>)	Pengambilan data dapat dilakukan dari kamera <i>smartphone</i> atau galeri/file dokumentasi pengguna
6.	Pengukuran sudut	Kemudahan <i>scoring</i> sudut postur kerja	Pengukuran sudut dilakukan dengan alat bantu Goniometer atau aplikasi grafis komputer (CorelDraw)	Pengukuran sudut dapat dilakukan dalam aplikasi, namun belum dapat langsung <i>scoring</i>	Pengukuran sudut dilakukan dengan alat bantu Goniometer atau aplikasi grafis lain	Pengukuran sudut dan <i>scoring</i> dapat dilakukan dalam aplikasi
7.	Panduan pengisian <i>additional adjustment</i>	Adanya gambar atau penjelasan ketika melakukan pengisian <i>additional adjustment</i>	Ada	Ada	Ada	Ada
8.	Perhitungan <i>total score</i>	Cara perhitungan <i>total score</i> hasil evaluasi	Manual	Otomatis	Otomatis	Otomatis
9.	Rekomendasi perbaikan	Adanya rekomendasi atau notifikasi bagian tubuh yang perlu diperhatikan	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada (berupa gerakan atau <i>stretching</i>)

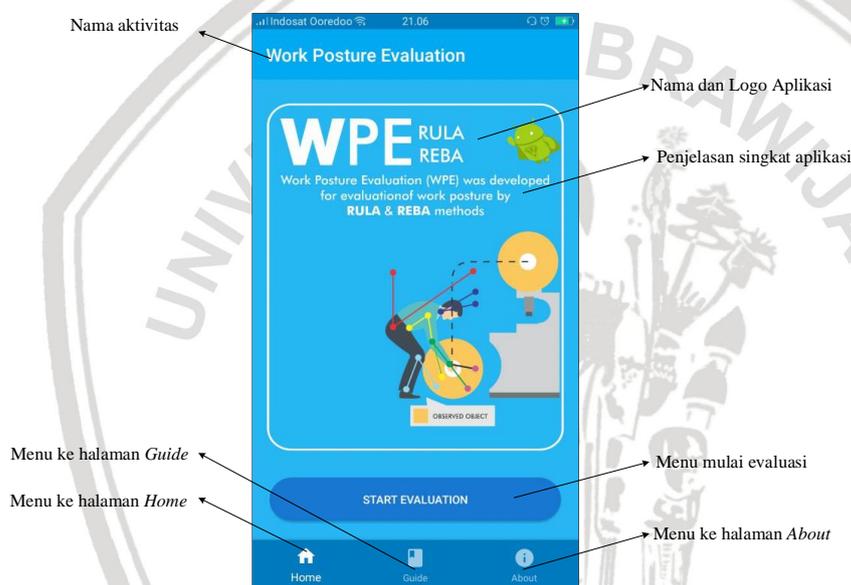
Selain perbedaan tersebut, aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA hasil rancangan memiliki konsep yang berbeda dengan 3 metode yang ada saat ini. Dalam aplikasi, pengambilan data dilakukan 3 kali, yaitu untuk sudut pandang samping, depan dan atas. Pengambilan data dari atas dan depan dilakukan agar dapat membantu pengguna lebih objektif dalam melakukan pengisian *checklist/radio button* yang tersedia. Urutan/langkah evaluasi pada aplikasi ini berasal dari sudut pandang pengguna, sehingga ketika pengguna sedang mengerjakan dari sudut pandang samping, maka bagian tubuh yang akan dievaluasi hanyalah yang terlihat jelas dari samping.

Berdasarkan hasil pengujian aplikasi yang telah dilakukan, baik dari pengujian fungsi, akurasi dan kinerja aplikasi dapat disimpulkan bahwa aplikasi telah mampu bekerja sesuai kebutuhan yang diinginkan oleh pengguna. Pada dasarnya, aplikasi ini memiliki spesifikasi atau kemampuan sesuai kebutuhan pengguna saat ini, yaitu adanya aplikasi penunjang aktivitas evaluasi postur kerja yang praktis dan efisien dari biaya pengadaan alat bantu lain,

dan efisien dari waktu pengerjaan dan langkah pengerjaan. Berikut ini merupakan penjelasan lebih detail dari fungsi-fungsi yang terdapat dari aplikasi hasil rancangan.

1. Halaman *Home*

Halaman *home* pada aplikasi tidak berbeda jauh dengan rancangan antarmuka pada tahap perencanaan. Halaman *home* pada rancangan antarmuka direncanakan akan digunakan untuk menampilkan informasi singkat tentang aplikasi dan menu untuk memulai evaluasi. Perbedaan hasil pengerjaan dengan rancangan terdapat dalam 3 *fragmen* (menu) yang terdapat dibawah halaman *home*. Menu-menu tersebut ditambahkan karena pertimbangan peningkatan kemudahan untuk pengguna dalam menggunakan aplikasi. Pada Gambar 4.16 merupakan halaman input data aplikasi setelah tahap implementasi.



Gambar 4.16 Halaman *home* aplikasi

2. Halaman *Guide*

Halaman *guide* pada aplikasi memiliki tampilan sama dengan rancangan antarmuka pada tahap perencanaan. Halaman ini direncanakan akan digunakan untuk menampilkan panduan pengambilan data dan pengukuran sudut yang tepat. Pada Gambar 4.17 merupakan halaman *guide* aplikasi setelah diimplementasikan.



Gambar 4.17 Halaman *guide* aplikasi

3. Halaman *About*

Halaman *about* pada aplikasi memiliki tampilan sama dengan rancangan antarmuka pada tahap perencanaan. Halaman ini direncanakan akan digunakan untuk menampilkan penjelasan mengenai *developer* aplikasi, disertai dengan website, email dan nomor telepon. Pada Gambar 4.18 merupakan halaman *guide* aplikasi setelah diimplementasikan.

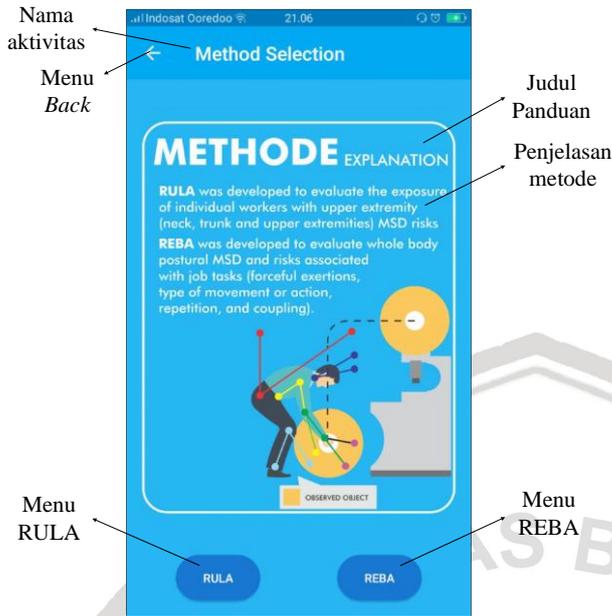


Gambar 4.18 Halaman *about* aplikasi

4. Halaman *Method Selection*

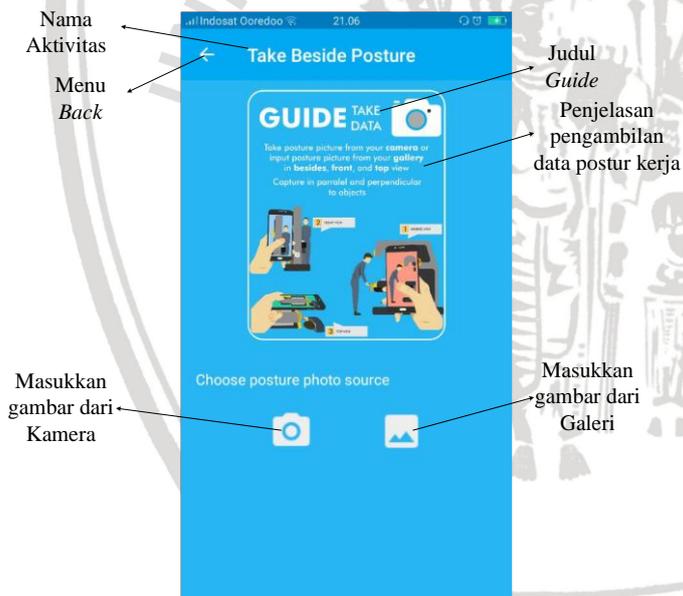
Halaman *methode selection* pada aplikasi tidak berbeda jauh dengan rancangan antarmuka pada tahap perencanaan. Halaman ini direncanakan akan digunakan untuk memilih metode evaluasi yang akan digunakan oleh pengguna. Dalam halaman ini terdapat penjelasan singkat yang diharapkan dapat membantu pengguna menentukan

metode yang sesuai kondisi pekerjaan, serta menu untuk memilih metode. Pada Gambar 4.19 merupakan halaman *methode selection* aplikasi setelah tahap implementasi.



Gambar 4.19 Halaman *methode selection* aplikasi

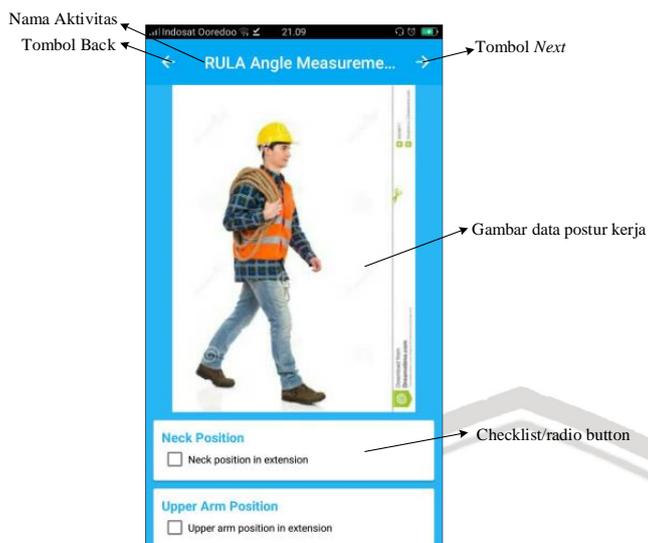
5. Halaman *Input/Take Data*



Gambar 4.20 Halaman *input data* aplikasi

Halaman *input data* pada aplikasi telah sama dengan rancangan antarmuka pada tahap perencanaan. Halaman ini direncanakan akan digunakan untuk menentukan metode pengambilan data yang akan digunakan oleh pengguna. Dalam halaman ini terdapat penjelasan singkat yang diharapkan dapat membantu pengguna dalam melakukan pengambilan data postur kerja yang tepat dan sesuai kebutuhan penggunaan aplikasi. Pada Gambar 4.20 merupakan halaman *input data* aplikasi setelah diimplementasikan.

6. Halaman *Angle Measurement*

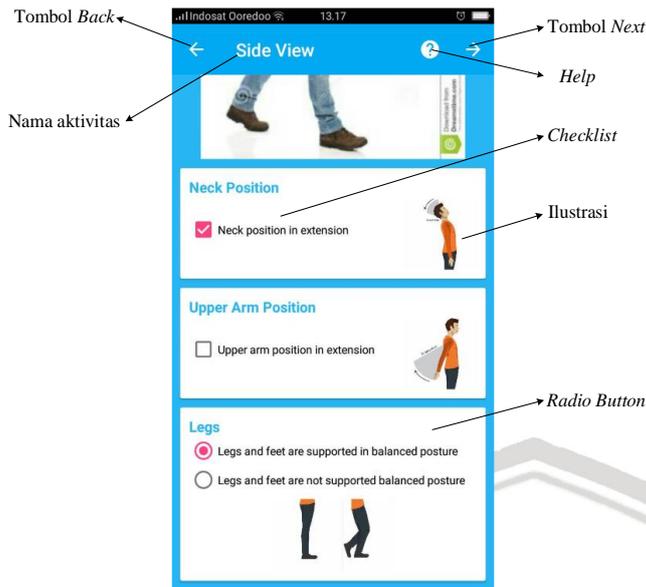


Gambar 4.21 Halaman *angle measurement* aplikasi

Halaman *angle measurement* data pada aplikasi juga telah sama dengan rancangan antarmuka pada tahap perencanaan. Halaman ini direncanakan akan digunakan untuk melakukan pengukuran sudut kerja, serta pengisian *checklist/radio button* sesuai sudut pandang yang terlihat. Dalam aplikasi ini, terdapat 3 pengambilan gambar dari sudut pandang samping, depan dan atas. Hal ini bertujuan untuk membantu pengguna agar dapat mengisi *checklist/radio button* yang lebih objektif berdasarkan hasil dokumentasi. Dalam aplikasi akan menampilkan gambar postur kerja terpilih oleh pengguna, serta *checklist/radio button*. Pada Gambar 4.21 merupakan halaman *angle measurement* aplikasi setelah diimplementasikan.

7. Halaman *Additional Adjustment*

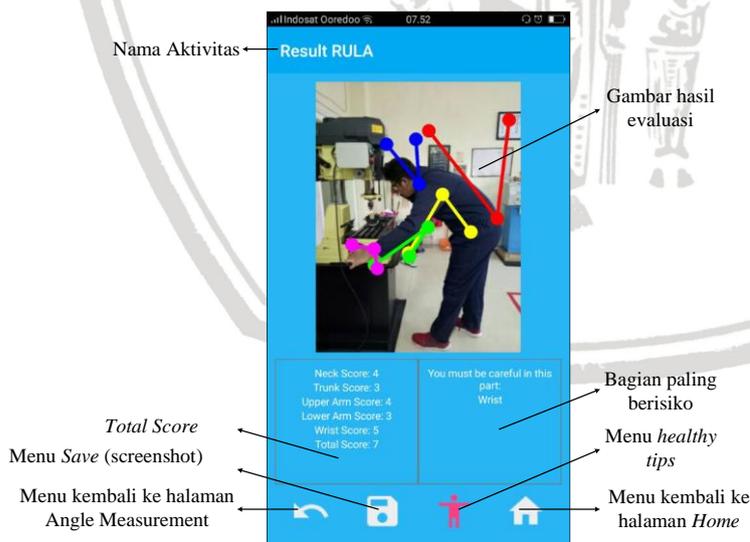
Halaman *additional adjustment* pada aplikasi memiliki tampilan sama dengan rancangan antarmuka pada tahap perencanaan. Halaman ini direncanakan akan digunakan untuk melakukan pengisian penyesuaian-penyesuaian tambahan, baik dari *checklist/radio button*. Dalam aplikasi ditampilkan opsi-opsi serta gambar yang membantu pengguna dalam mengisi jawaban. Pada Gambar 4.22 merupakan halaman *angle measurement* data aplikasi setelah diimplementasikan.



Gambar 4.22 Halaman *additional adjustment* aplikasi

8. Halaman *Result*

Halaman *result* pada aplikasi memiliki tampilan sama dengan rancangan antarmuka pada tahap perencanaan. Halaman ini direncanakan akan digunakan untuk menampilkan hasil evaluasi secara keseluruhan, dengan konten berupa gambar hasil pengukuran sudut, *total* dan *detail score*, serta rekomendasi umum dari bagian tubuh paling berisiko. Serta terdapat menu untuk kembali ke halaman *home*, *angle measurement* atau *save* untuk melakukan penyimpanan hasil evaluasi. Pada Gambar 4.23 merupakan halaman *result* data aplikasi setelah diimplementasikan.



Gambar 4.23 Halaman *result* aplikasi

BAB V PENUTUP

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian mengenai perancangan aplikasi evaluasi postur kerja RULA-REBA (WPE) berbasis Android.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan aplikasi WPE, serta pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan dalam penelitian sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil rancangan aplikasi evaluasi postur kerja (WPE) RULA-REBA, aplikasi ini telah dirancang dan dapat dioperasikan pada sistem operasi Android, mulai dari versi Gingerbread hingga Oreo. Aplikasi WPE dirancang dengan menggunakan software Android Studio, dengan baha pemrograman Java untuk Android. Langkah perancangan dengan menggunakan metode *Waterfall* dan dilakukan pengujian dari segi fungsi (*blackbox*), akurasi, dan kinerja aplikasi, Dengan tersedianya aplikasi WPE ini, memungkinkan untuk melakukan semua prosedur evaluasi postur kerja kedalam 1 perangkat *smartphone*.
2. Berdasarkan hasil rancangan aplikasi evaluasi postur kerja (WPE) RULA-REBA, didefinisikan salah satu kebutuhan sistem dari rancangan SRC, adalah adanya petunjuk-petunjuk yang dapat membantu pengguna dalam melakukan kegiatan evaluasi postur kerja secara tepat. Petunjuk penggunaan tersebut bersifat sebagai *control*. Hasil rancangan SRC tersebut, kemudian ditindaklanjuti pada pembuatan petunjuk/*guide*. Pada Tabel 5.1 merupakan daftar panduan (*control*) dalam aplikasi WPE.

Tabel 5.1
Daftar Panduan (*Control*) Dalam Aplikasi WPE

No.	Nama <i>control</i>	Deskripsi	Terdapat dalam menu	Terdapat dalam halaman
1.	<i>Methode instruction</i>	Terdapat penjelasan singkat mengenai metode RULA dan REBA, agar membantu pengguna menggunakan metode yang sesuai.		<i>Methode selection</i>
2.	<i>Select data instruction</i>	Terdapat pedoman dalam penentuan postur kerja yang tepat untuk dilakukan evaluasi.		<i>Input Data</i>

3.	<i>Take data instruction</i>	Terdapat pedoman pengambilan dokumentasi postur kerja yang tepat.		<i>Input Data</i>
4.	<i>Angle measuring instruction</i>	Terdapat pedoman dalam penentuan titik sudut dalam pengukuran sudut bagian tubuh yang akan dilakukan evaluasi.	Menu <i>Help</i>	<i>Angle measurement</i>

3. Aplikasi hasil rancangan memiliki kemampuan dalam melakukan pengambilan data postur kerja melalui fitur Kamera dan galeri perangkat *smartphone*. Dari fungsi ini, dapat disimpulkan bahwa aplikasi telah mampu mengurangi penggunaan alat bantu berupa Kamera atau *Video Recorder* seperti sistem evaluasi postur kerja *existing*. Selain itu, adanya fungsi pengukuran sudut dalam aplikasi WPE juga mengurangi atau menghilangkan penggunaan aplikasi grafis lain, yang mungkin sebelumnya digunakan untuk membantu dalam menentukan akurasi sudut postur kerja. Tabel 5.2 adalah perbandingan penggunaan alat maupun aplikasi penunjang dalam aktivitas evaluasi postur kerja.

Tabel 5.2
Perbandingan Penggunaan Alat dan Aplikasi Penunjang

No.	Fungsi	Manual (<i>worksheet</i>)	Aplikasi di perangkat komputer	Aplikasi di perangkat <i>smartphone</i>	Aplikasi WPE
1.	Metode pengambilan data postur kerja.	Pengambilan data dilakukan dengan alat bantu (kamera, <i>video recorder</i>).	Pengambilan data dilakukan dengan alat bantu (kamera, <i>video recorder</i>).	Pengambilan data dilakukan dengan alat bantu (kamera, <i>video recorder</i>).	Pengambilan data dapat dilakukan dari kamera <i>smartphone</i> atau galeri/file dokumentasi pengguna.
2.	Pengukuran sudut.	Pengukuran sudut dilakukan dengan alat bantu Goniometer atau aplikasi grafis komputer (CorelDraw).	Pengukuran sudut dapat dilakukan dalam aplikasi, namun belum dapat langsung <i>scoring</i> .	Pengukuran sudut dilakukan dengan alat bantu Goniometer atau aplikasi grafis lain.	Pengukuran sudut dan <i>scoring</i> dapat dilakukan dalam aplikasi.

5.2. Saran

Dalam penelitian selanjutnya, diberikan saran sebagai berikut.

1. Tersedia dalam sistem operasi iOS, karena perkembangan *smartphone* tidak hanya pada sistem operasi Android, melainkan juga Ios.
2. Penggunaan *basic angle* pada halaman *angle measurement* yang memudahkan pengguna dalam menghitung sudut.

3. Tersedia untuk metode evaluasi postur kerja lainnya (QEC, PEI, OWAS, dan ROSA)





Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulsyani. (1987). *Sosiologi Kelompok dan Masalah Sosial*. Jakarta: Fajar Agung.
- Anoraga, P. (1998). *Psikologi Kerja*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arifianto, Teguh. (2011). *Membuat Interface Aplikasi Android Lebih Keren dengan LWUIT*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Bird, F.E. Jr. & Germain, G.L. (1985). *Practical loss control leadership*. Loganville, GA: Det Norske Veritas.
- Breslow, Lester. (2002). *Encyclopedia of Public Health*. USA: Macmillan.
- Damayanti, R. H., Iftadi, I., & Astuti, D. (2010). Analisis Postur Kerja pada PT. XYZ Menggunakan Metode ROSA (Rapid Office Strain Assessment). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 13(1): 1- 7.
- Dunning, K.K., Davis, K.G., Cook, C., Kotowski, S.E., Hamrick, C., Jewell, G., & Lockey, J. (2010). Costs by Industry and Diagnosis Among Musculoskeletal Claims in A State Workers Compensation System: 1999-2004. *American Journal of Industrial Medicine*. 53:276-284.
- Grandjean. E., Kroemer & Karl H.E. (1993). *Fitting The Task to The Man, forth edition*. London: Taylor & Francis Inc.
- Harvian Adhi Nugraha. (2013). Analisis perbaikan Postur Kerja Operator Menggunakan Metode RULA Untuk Mengurangi Risiko *Musculoskeletal Disorders*. *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Hignett, Sue & McAtemney, Lynn. (2000). *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*. Nottingham: Occupational Health and ergonomics Service Ltd.
- Huda, Arif Akbarul. (2012). *24 JAM!! Pintar Pemrograman Android*. Yogyakarta: Gava Media.
- Humantech Inc. (1995). *Humantech Applied Ergonomics Training Manual: Prepared for Procter&Gamble Inc., 2nd edition*. Australia: Berkeley vale.
- Janto, Dwi. (2015). Sistem Informasi Perkembangan Balita Berbasis Android. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Levy, Barry & Wegman, David. (2000). *Occupational Health: Recognizing and Preventing Work-Related Disease and Injury, Fourth Edition*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.

- McAtemney, Lynn & Corlett, E. Nigel. (1993). *RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders*. Nottingham: Institute for Occupational Ergonomics.
- Middlesworth, M. (2015). *Rapid upper limb assessment (RULA) A Step-by-step guide. Ergonomics Plus*. www.ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/html. (diakses tanggal 27 Desember 2017).
- Nitisemo, Alex S. (1996). *Manajemen Personalia*. Jakarta : Graha Indonesia
- Nugraha, H. A., Astuti, M., & Rahman A. (2006). Analisis Perbaikan Postur Kerja Operator Menggunakan Metode RULA (Studi Kasus pada Bagian Bad Stock Warehouse PT. X Surabaya). *JRMSI*. 229–240.
- Nurmianto, Eko. (2004). *Ergonomi Konsep Desain dan Aplikasinya: Tinjauan Anatomi, Fisiologi, Antropometri, Psikologi dan Komputasi untuk Perancangan Kerja dan Produk*. Surabaya: Guna Wirya.
- Peter, Vi. (2000). Musculoskeletal Disorders. www.csao.org.html. (diakses tanggal 20 Oktober 2017).
- Pressman, Roger. (2002). *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktis*. Yogyakarta: Andi.
- Salahuddin M. & A.S Rosa. (2011). *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)*. Bandung: Modula.
- Shelly, Cashman & Vermaat. (2009). *Discovering Computers*. Jakarta: Salemba Empat
- Shelly, Gary B., & Harry J. Rosenblatt. (2012). *Systems Analysis and Design Ninth Edition*. USA: Course Technology.
- Simanjuntak, Desindah Loria. (2017). Hubungan Postur Kerja Dengan Keluhan Musculoskeletal Disorder Pada Perawat Di Instalasi Rawat Inap Rsud Abdul Moeloek. *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung.
- Simanjuntak, Payaman J. (2003). *Manajemen dan Evaluasi Kinerja*. Jakarta: FE Universitas Indonesia.
- Simamora, Bilson. (2002). *Panduan Riset Perilaku Konsumen*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Supriyanto. (2011). Perancangan Postur Kerja Pada Pekerja Bagian Pencucian dan Penggilingan Kedelai dengan Pendekatan *Rapid Entire Body Assessment (REBA)* untuk mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders (MSDs)*. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

- Turban, Efraim. & Volonino, Linda. (2010). *Information Technology for Management. Edisi Ketujuh*. Asia: John Willey & Sons.
- Varmazyar, S., Amini, M., & Kiafar S. (2012). Ergonomic Evaluation of Work Conditions in Qazvin Dentists and its Association with Musculoskeletal Disorders Using REBA Method. *JIDA*. 24(3): 182–187.
- Whitten, Jeffrey L. & Bentley, Lonnie D. (2007). *Systems Analysis and Design for the Global Enterprise Seventh edition*. New York: McGraw-Hill.





Halaman ini sengaja dikosongkan