

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka dan dasar teori yang digunakan pada penelitian yang dilakukan.

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan tahapan yang dilakukan peneliti untuk menggali informasi mengenai penelitian terdahulu yang kemudian akan digunakan sebagai acuan dan referensi dalam melakukan penelitian. Tinjauan pustaka juga dapat membantu peneliti untuk melihat dan memonitor pengembangan yang sudah terjadi serta mencari solusi dan metode pemecahan masalah. Tinjauan pustaka dilakukan dengan mengetahui metode dan cara yang akan digunakan dalam merancang solusi yang diperlukan. Pencarian tinjauan pustaka dilakukan menggunakan mesin pencari basis data repositori Universitas Atma Jaya Yogyakarta serta *database* penelitian seperti Google Scholar. Pencarian tinjauan pustaka dilakukan dengan menggunakan beberapa kata kunci, yaitu *engineering design*, pendekatan antropometri, dan penilaian postur kerja.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan permasalahan yang timbul, peneliti kemudian menggali dan mencari informasi mengenai penelitian terdahulu yang dapat membantu peneliti dalam menyelesaikan permasalahan yang timbul. Penelitian terdahulu dapat dijadikan sebagai referensi serta acuan dalam menemukan metode serta cara yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan. Penjelasan mengenai penelitian terdahulu yang peneliti gunakan sebagai referensi dan acuan adalah sebagai berikut.

Perancangan suatu alat atau mesin dapat membantu untuk meningkatkan produksi pada sebuah perusahaan, baik untuk meningkatkan kapasitas produksi ataupun inovasi untuk menghasilkan produk baru. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bijaksana (2021) dimana penelitian ini dilakukan untuk merancang mesin *press emboss* aluminium. Perancangan mesin *press emboss* aluminium pada penelitian ini memberikan hasil positif bagi perusahaan dimana mereka dapat menggunakan mesin ini untuk menghasilkan produk cinderamata dengan menggunakan lempeng aluminium. Hasil penelitian ini tentu saja memberikan keuntungan bagi perusahaan karena mereka mendapatkan keuntungan yang tidak

dapat mereka dapatkan sebelumnya. Hasil positif dari perancangan mesin juga dapat dilihat berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mahluddin (2021), dimana hasil dari penelitian ini adalah sebuah rancangan alat bantu pemotong kerupuk yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas produksi pada UMKM Samawi. Berdasarkan penelitian tersebut Oktaviani dan juga Mahluddin menghasilkan sebuah rancangan mesin untuk meningkatkan kapasitas produksi yang didasari oleh beberapa kriteria yang diinginkan oleh perusahaan. Berdasarkan hasil rancangan tersebut, masih terdapat beberapa kekurangan pada mesin yang dihasilkan sehingga diperlukan beberapa perbaikan. Terlepas dari adanya kekurangan dari rancangan yang dihasilkan, mesin ini mampu memenuhi tujuan awal yang ingin dicapai yaitu meningkatkan kapasitas produksi.

Berdasarkan kedua penelitian di atas, masing-masing rancangan mesin yang dihasilkan mampu memenuhi tujuan awal yang ingin dicapai oleh perusahaan sehingga memberikan dampak positif pula bagi perusahaan. Sama halnya seperti penelitian yang dilakukan oleh Firdaus dan Bambang (2021), dimana penelitian ini menghasilkan rancangan solusi semi otomatis untuk membantu pihak perusahaan dalam meningkatkan daya sembelih. Peningkatan daya sembelih ini terbukti memberikan dampak positif bagi perusahaan karena dengan meningkatnya daya sembelih akan meningkatkan keuntungan bagi perusahaan. Tentunya dalam proses perancangan sebuah mesin baru, terdapat dasar yang harus digunakan agar proses perancangan tepat sasaran dan memenuhi target. Seluruh perancangan mesin di atas menggunakan metode *engineering design* dimana penelitian diawali dengan memahami masalah yang timbul, menentukan desain dan ide yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut, dan implementasi untuk menguji hasil rancangan sehingga seluruh rancangan pada penelitian di atas dapat memberikan hasil yang maksimal dan dapat memenuhi permasalahan yang ingin diselesaikan.

Pada sebuah proses perancangan diperlukan penyesuaian dimensi agar hasil rancangan tersebut dapat digunakan dengan nyaman oleh pekerja yang akan mengoperasikannya. Penyesuaian dimensi tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan antropometri. Menurut Bridger (1995) istilah antropometri berasal dari kata latin yaitu "*anthropos*" yang artinya manusia dan "*metron*" yang berarti ukuran. Stevenson (1989) berpendapat bahwa antropometri merupakan kumpulan data numerik dimana data tersebut merepresentasikan karakteristik fisik tubuh manusia baik ukuran, bentuk, kekuatan, serta penerapan

data tersebut untuk kebutuhan desain. Menurut Wignjosoebroto (2008) antropometri adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia yang relevan dengan perancangan alat-alat/benda yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Perancangan alat/benda yang digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari dengan menggunakan antropometri dapat memberikan ukuran alat/benda yang ideal agar postur kerja operator ketika menggunakan alat tersebut lebih aman.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Anjani, dkk (2020) dapat diketahui bahwa terdapat permasalahan dimana departemen pemasangan sol masih menggunakan fasilitas kerja seadanya sehingga dapat memberikan resiko kecelakaan kerja pada pekerja. Penelitian tersebut memberikan perbaikan pada fasilitas kerja yang digunakan seperti penambahan ketinggian dengan menyesuaikan data antropometri yang terlibat dan beberapa fungsi lain sehingga pekerja juga dapat lebih leluasa dalam melakukan pekerjaannya. Hal yang sama juga dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Azmi, dkk (2021) dimana pada penelitian ini alat pemanggang dirancang dengan pendekatan antropometri agar pengguna alat ini dapat menggunakannya dengan lebih nyaman dan memberikan hasil yang lebih maksimal. Terbukti dari hasil penelitian tersebut, penggunaan data antropometri memberikan keadaan yang lebih relaks kepada penggunaannya sehingga memberikan hasil pemanggangan yang lebih cepat.

Penggunaan data antropometri tidak hanya dapat diimplementasikan dengan standar ukuran tubuh manusia pada umumnya, namun juga dapat menyesuaikan dengan kebutuhan populasi yang diinginkan. Penelitian yang dilakukan oleh Aras, dkk (2018) menggunakan data antropometri para penyandang *cerebral palsy* untuk memudahkan mereka dalam menggunakan alat bantu kerja yang akan dirancang. Data antropometri tersebut mereka gunakan untuk merancang meja laptop *portable* sehingga para penyandang *cerebral palsy* dapat menggunakan alat bantu tersebut dengan lebih nyaman. Pada suatu proses perancangan diperlukan juga proses pengambilan keputusan yang tepat agar memberikan hasil yang maksimal dan akurat sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Menurut Eisenfuhr (2010) pengambilan keputusan adalah proses untuk membuat pilihan dari beberapa kemungkinan alternatif untuk mencapai hasil yang diinginkan. Salah satu alat bantu yang sudah tidak asing dalam proses pengambilan keputusan adalah metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). AHP

merupakan metode pengambilan keputusan untuk mengevaluasi dan mengambil keputusan berdasarkan kriteria yang diinginkan. Metode AHP pertama kali dikembangkan pertama kali oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1993. Kelebihan pengambilan keputusan dengan menggunakan metode AHP adalah sang pengambil keputusan dapat menyusun dan menentukan, serta membandingkan kriteria yang ingin dicapai berdasarkan alternatif yang ada. Metode ini menetapkan prioritas kriteria berdasarkan proses terstruktur sehingga keputusan akhir yang diambil oleh peneliti akurat dan memberikan keputusan berdasarkan kriteria yang diinginkan oleh pengguna.

Penelitian yang dilakukan oleh Wahfiuddin, dkk (2020) menggunakan metode AHP untuk menentukan mesin las terbaik berdasarkan kriteria harga mesin, kualitas mesin, kecepatan mesin, biaya mesin, purna jual dan keawetan mesin. Hasil dari penelitian tersebut memutuskan bahwa mesin las terbaik adalah mesin SMAW dengan nilai vektor prioritas 0.2692 dengan kriteria yang paling penting dalam pengambilan keputusan adalah kriteria harga mesin dengan nilai vektor sebesar 0.68. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kartaman dan Rahmawati (2018) menggunakan metode AHP dalam menentukan faktor utama untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Hasil dari penelitian ini adalah keputusan alternatif terbaik untuk meningkatkan kualitas produk yaitu SOP Mesin *Extruder* dengan nilai vektor bobot sebesar 0.385 dan kriteria paling penting yaitu ketelitian operator dengan nilai vektor bobot sebesar 0.252. Berdasarkan kedua penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa metode AHP dapat digunakan untuk kondisi yang berbeda berdasarkan tujuan yang ingin dicapai.

Penelitian yang dilakukan oleh Kirana, dkk (2023) menggunakan metode AHP dalam membantu proses pemilihan laptop yang tepat bagi mahasiswa Universitas Ahmad Dalan. Terdapat beberapa kriteria yang dijadikan acuan dalam memilih laptop seperti harga, *processor*, dan *ram*. Penelitian tersebut memberikan analisa bahwa laptop Asus Vivobook Ultra 15 merupakan laptop terbaik karena mendapatkan nilai paling tinggi sebesar 0.1243 dibandingkan laptop lainnya.

Selain AHP, terdapat metode pengambilan keputusan lain yaitu *Simple Additive Weighting* (SAW). Singkatnya SAW merupakan suatu metode pengambil keputusan dengan mencari jumlah terbobot dari setiap alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan (Kusumadewi, 2006). Proses pengambilan keputusan dengan menggunakan metode SAW mirip dengan metode AHP karena

menggunakan pembobotan pada setiap kriteria. Metode pengambilan keputusan dengan SAW cukup sederhana dan mudah sehingga metode ini seringkali digunakan sebagai metode pengambilan keputusan dalam cakupan yang luas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hidayat dan Baihaqi (2016) dapat diketahui bahwa metode SAW digunakan untuk memilih hotel sesuai dengan keinginan kustomer. Hasil yang diberikan oleh penelitian tersebut adalah hotel terbaik berdasarkan harga sewa, fasilitas, dan kelas adalah hotel Sangaji Yogyakarta dan Hotel Gandekan karna memiliki nilai tertinggi. Pengambil keputusan dapat menambahkan kriteria lain agar pemilihan alternatif menghasilkan solusi yang lebih spesifik.

Penelitian yang dilakukan oleh Mustika dan Wibawanti (2022) menggunakan metode SAW dalam menentukan lokasi cabang toko emas. Proses pemilihan lokasi pada penelitian ini menggunakan 6 kriteria seperti biaya, tingkat kompetisi, akses lokasi, keamanan, dan lingkungan. Terdapat 3 alternatif yang dibandingkan pada penelitian ini, berdasarkan hasil perhitungan dan perbandingan menggunakan metode SAW maka didapatkan nilai tertinggi pada penelitian ini adalah lokasi CBD sehingga lokasi inilah yang akan disarankan oleh peneliti kepada pemilik usaha yang ingin membuka cabang toko emas. Hal serupa juga dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Adianto, dkk (2017) dimana penelitian ini dilakukan untuk menentukan rumah tinggal terbaik. Penggunaan metode SAW pada penelitian ini memberikan hasil bahwa rumah tinggal terbaik untuk dipilih adalah rumah *cluster* dengan nilai tertinggi sebesar 16.999. Penelitian ini menggunakan perhitungan dengan bantuan sistem dan juga secara manual untuk membandingkan hasil yang didapatkan. Ketiga penelitian tersebut membuktikan implementasi metode SAW yang cukup sederhana dan mudah dipahami sehingga metode ini cocok digunakan untuk menyelesaikan beragam permasalahan dengan kriteria yang diinginkan.

Metode serupa yang dapat digunakan dalam mendukung proses pengambilan keputusan adalah *technique for order of preference by similarity to ideal solution* (TOPSIS). TOPSIS merupakan sebuah metode yang diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang (Rahim, et al., 2018). Pengambilan keputusan dengan menggunakan metode ini dilakukan dengan menghitung jarak solusi ideal positif dan negatif, sehingga keputusan terbaik merupakan keputusan dengan jarak terpendek solusi ideal positif dan jarak terjauh solusi ideal negatif. Pengambilan keputusan dengan menggunakan metode TOPSIS juga cukup sederhana sehingga metode ini dapat

digunakan dalam cakupan yang luas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mutmainah dan Yunita (2021), dapat diketahui bahwa metode TOPSIS digunakan untuk mengambil keputusan dalam memilih jasa ekspedisi untuk PT. Tachimita Hoka Utama karena seringnya terjadi keluhan pada jasa ekspedisi yang biasanya digunakan. Penelitian ini memberikan hasil jasa ekspedisi terbaik berdasarkan kriteria yang diinginkan perusahaan adalah Sentral Cargo dengan nilai 0.8887.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Kristiana (2018), dimana penelitian tersebut menggunakan metode TOPSIS untuk menentukan lokasi terbaik untuk mendirikan grosir pulsa pada CV. Chika Mulya Persada. Kriteria dari lokasi terbaik yang diinginkan perusahaan kemudian dijadikan sebagai acuan dalam perhitungan, sehingga menghasilkan lokasi terbaik untuk mendirikan grosir pulsa untuk CV. Chika Mulya Persada adalah Kutabumi dengan nilai 0.666. Penelitian lain yang menjelaskan penggunaan TOPSIS adalah penelitian yang dilakukan oleh Sugiarto (2021), dimana penelitian ini menggunakan metode tersebut untuk memilih perumahan terbaik berdasarkan beberapa faktor yaitu harga, lokasi, fasilitas, lingkungan, dan desain rumah. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode TOPSIS menghasilkan bahwa perumahan terbaik adalah Gramapuri Persada yang memiliki nilai tertinggi pada semua aspek. Berdasarkan ketiga penelitian tersebut dapat diketahui bahwa dengan perhitungan yang sederhana metode ini dapat digunakan untuk menyelesaikan studi kasus yang berbeda beda.

Berdasarkan tahapan perancangan setelah memilih dan membuat desain sebuah mesin atau alat bantu, terdapat juga tahap pengujian atau pengukuran agar mesin atau alat bantu tersebut dapat digunakan dengan maksimal. Salah satu aspek penting yang perlu diukur adalah postur kerja. Postur kerja adalah tindakan yang diambil oleh seorang pekerja dalam melakukan pekerjaannya (Nurmianto, 2004). Postur kerja dapat juga diartikan sebagai posisi atau bentuk tubuh seorang pekerja ketika mereka sedang melakukan pekerjaannya. Postur kerja yang baik dapat memberikan dampak yang baik pula baik dari segi kesehatan dan keselamatan kerja bagi operator dan hasil dari pekerjaan yang dilakukannya.

Terdapat metode untuk menganalisa postur kerja operator dalam melakukan pekerjaannya yaitu REBA (*Rapid Entire Body Assesment*) dan RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*). REBA dan RULA dikembangkan oleh Dr. Sue Highnett dan Dr. Lynn Mc Atamney pada tahun 1993. REBA adalah suatu metode dalam bidang ergonomi yang yang digunakan untuk menilai postur manusia bagian leher,

punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki operator, sehingga metode ini dapat memberikan analisa postur keseluruhan tubuh ketika melakukan pekerjaan. Metode RULA adalah suatu metode dalam bidang ergonomi yang digunakan untuk menilai postur kerja bagian telapak tangan, lengan atas, lengan bawah, punggung, dan leher. Penilaian postur kerja dengan menggunakan metode RULA cenderung dilakukan untuk menganalisa tubuh bagian atas. Metode lain yang dapat digunakan untuk mengukur postur tubuh pekerja adalah metode *Ovako Work Analysis System* (OWAS). OWAS adalah metode penilaian postur kerja dimana hasil yang akan diberikan adalah nilai dari kategori sikap kerja pada bagian muskuloskeletal. Metode ini pertama kali dikembangkan pada tahun tujuh puluhan oleh perusahaan Ovako Oy di Finlandia.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tiogana dan Hartono (2020) didapatkan bahwa peneliti menggunakan metode REBA dan RULA untuk menganalisa postur kerja pekerja pada perusahaan tersebut. Adapun aktivitas yang dianalisa peneliti adalah *roasting, mixing, grinding, packing 1, packing 2, packing 3, dan packing 4*. Penelitian ini menghasilkan analisa bahwa aktivitas yang dilakukan pekerja pada aktivitas *roasting, mixing, grinding, packing 1, packing 2, dan packing 4* masih mendapatkan skor REBA yang tinggi sehingga diperlukan perbaikan pada aktivitas tersebut, sedangkan aktivitas *packing 3* mendapatkan skor yang tergolong masih dapat diterima. Solusi yang diberikan peneliti terhadap aktivitas yang dilakukan pekerja pada penelitian ini adalah peregangan yang teratur dan penyediaan kursi agar postur kerja pekerja dapat lebih aman. Penelitian yang dilakukan oleh Ansa dan Marwan (2022) menggunakan metode REBA dan RULA untuk menganalisa postur kerja pekerja ketika melakukan pekerjaan di perusahaan tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah postur kerja pekerja pada saat melakukan pekerjaannya masih sangat buruk dibuktikan dengan skor REBA dan RULA yang masih tinggi sehingga peneliti memberikan usulan agar postur kerja pekerja dapat lebih terjaga.

Penggunaan metode OWAS dalam penelitian dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Fahmi dan Widyaningrum (2022), dimana penelitian tersebut menggunakan metode OWAS untuk menganalisa postur kerja dan mengurangi risiko cedera muskuloskeletal. Aktivitas yang dianalisa pada penelitian ini adalah kegiatan memindahkan pasir dan menyekup pasir. Nilai yang diberikan untuk kedua aktivitas tersebut berturut-turut adalah 3 dan 2, dimana skor 3 menandakan perbaikan pada aktivitas tersebut harus segera dilakukan dan skor 2 menandakan

perbaikan harus dilakukan kedepannya. Terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh Susihono dan Prasetyo (2023), dimana penelitian tersebut menggunakan metode OWAS untuk melakukan perbaikan pada postur tubuh pekerja ketika memotong singkong, penirisan, dan pembersihan akhir. Perbaikan postur tersebut dilakukan karena hasil analisa OWAS memberikan skor 3 dan 2 untuk kegiatan tersebut. Terdapat pula penelitian yang membandingkan metode OWAS dengan metode RULA dan REBA.

Fitra dan Tranggono (2023) melakukan penelitian untuk membandingkan hasil yang diberikan oleh metode REBA, RULA, dan OWAS dalam menganalisa postur kerja pada PT. Surya Segara Safety Marine Paper. Penelitian tersebut dilakukan dengan menganalisa postur tubuh pekerja ketika melakukan aktivitas servis APAR. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa metode RULA memberikan skor paling tinggi sebesar 7, dimana kesimpulan dari penelitian ini adalah metode RULA merupakan metode yang lebih baik digunakan dalam menganalisa tubuh bagian atas. Hal serupa dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani dan Rukman (2019) dimana penelitian ini menggunakan metode OWAS dan REBA untuk mencegah risiko cedera muskuloskeletal. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat dilihat bahwa penilaian postur kerja dengan OWAS dan REBA tidak memberikan hasil yang berbeda secara signifikan, namun metode REBA dapat memberikan analisa dengan mempertimbangkan faktor lain dalam aktivitas tersebut. Tabel dari tinjauan pustaka yang digunakan oleh peneliti adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1. Tinjauan Pustaka Terdahulu Terkait Penelitian Tugas Akhir

No	Peneliti	Objek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
1	Bijaksana (2015)	UMKM Denaya Handycrafts	Membuat rancangan mesin <i>press embos</i> aluminium.	<i>Engineering Desgin</i>	Rancangan mesin <i>press emboss</i> aluminium sesuai dengan kebutuhan pengguna.
2	Oktaviani dan Mauliddin (2021)	UMKM Samawi	Membuat rancangan alat bantu pemotong kerupuk demi peningkatan kapasitas produksi.	<i>Engineering Desgin</i>	Rancangan alat bantu pemotong kerupuk yang memenuhi 5 target spesifikasi yang telah ditentukan.
3	Firdaus dan Bambang (2021)	Rumah Amal Salman	Membuat rancangan mesin perebah sapi semi otomatis demi peningkatan daya sembelih.	<i>Engineering Design</i>	Rancangan alat perebah sapi mampu meningkatkan daya sembelih 3 kali lipat.
4	Anjani dkk. (2021)	UMKM Sepatu dan Sandal Sentral Cibaduyut	Membuat rancangan alat bantu kerja yang membuat pekerja merasa lebih nyaman.	Pendekatan Antropometri	Perubahan dimensi pada alat bantu kerja dapat membuat pekerja lebih nyaman dan mengurangi keluhan.
5	Azmi dkk. (2021)	Alat Pemanggang	Perancangan alat pemanggang dengan dimensi yang ergonomis.	Pendekatan Antropometri	Rancangan alat pemanggang dengan dimensi antropometri dan fitur yang memudahkan pengguna.
6	Aras dkk. (2018)	SLB Prof. Dr. Sri Soedewei	Perancangan meja laptop <i>portable</i> untuk memudahkan penyandang <i>cerebral palsy</i>	Pendekatan Antropometri	Rancangan meja laptop <i>portable</i> dengan dimensi antropometri menyesuaikan pengguna.
7	Wahfiuddin dkk (2020)	Galangan Kapal	Pemilihan mesin las dengan risiko operasional paling kecil.	<i>Analytic Hierarchy Process</i>	Mesin las dengan risiko operasional paling kecil adalah SMAW dengan nilai vektor 0,2692.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Peneliti	Objek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
8	Kartaman dan Rahmawati (2018)	PT. Ewindo <i>Plant</i> 1 Bandung	Pemilihan faktor yang mempengaruhi kualitas <i>electric cable</i> .	<i>Analytic Hierarchy Process</i>	Faktor yang paling mempengaruhi kualitas <i>electric cable</i> adalah ketelitian operator dengan nilai vektor bobot 0,252.
9	Kirana dkk. (2023)	Mahasiswa Universitas Ahmad Dahlan	Penggunaan <i>analytic hierarchy process</i> untuk memilih laptop.	<i>Analytic Hierarchy Process</i>	Laptop C merupakan laptop terbaik dengan nilai 0.1243 dibanding dengan laptop yang dibandingkan.
10	Hidayat dan Baihaqi (2016)	Tiket.com	Pengambil keputusan untuk memilih hotel dengan <i>simple additive weighting</i> .	<i>Simple Additive Weighting</i>	Hotel Sangaji Yogyakarta dan Hotel Gandekan merupakan alternatif terbaik berdasarkan SAW.
11	Mustika dan Wibawanti (2022)	Toko Emas F	Menentukan lokasi cabang toko untuk menjangkau pasar yang lebih luas.	<i>Simple Additive Weighting</i>	Lokasi CBD merupakan lokasi terbaik berdasarkan perhitungan dibandingkan lokasi lain.
12	Adianto dkk (2017)	Kota Samarinda	Memilih rumah tinggal terbaik dengan kriteria yang diinginkan.	<i>Simple Additive Weighting</i>	Rumah tinggal terbaik berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan sistem dan manual.
13	Mutmaindan dan Yunita (2020)	PT. Tachimita Hoka Utama	Menentukan jasa ekspedisi terbaik yang akan digunakan oleh perusahaan.	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>	Sentral Cargo merupakan jasa ekspedisi terbaik dengan nilai 0.8887 dibanding ekspedisi lainnya.
14	Kristiana (2018)	CV. Chika Mulya Persada	Menentukan lokasi pendirian cabang grosir pulsa terbaik.	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>	Kutabumi merupakan lokasi terbaik untuk mendirikan cabang berdasarkan kriteria yang diinginkan oleh perusahaan.

Tabel 2.1. Lanjutan

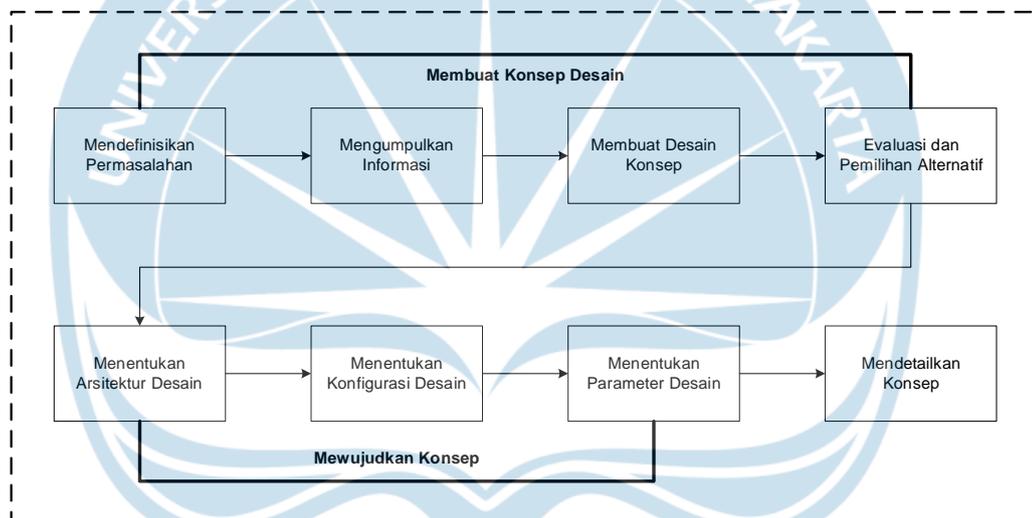
No	Peneliti	Objek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
15	Sugiarto (2021)	Properti Perumahan	Menentukan perumahan terbaik berdasarkan keinginan yang diinginkan.	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>	Perumahan Gramapuri Persada merupakan pilihan terbaik karena memiliki nilai tertinggi semua aspek
16	Tiogana dan Hartono (2020)	Pekerja PT. X	Analisis postur pekerja bagian <i>roasting, mixing, grinding, dan packing</i> 1,2,&4.	<i>Rapid Entire Body Assesment; Rapid Upper Limb Assesment.</i>	Postur pekerja saat melakukan aktivitas 1,2, dan 4 mendapatkan skor yang tinggi, sedangkan <i>packing</i> masih dalam lingkup aman.
17	Ansa dan Marwan (2022)	Pekerja CV. Las Mandiri)	Analisis postur pekerja ketika melakukan pekerjaan	<i>Rapid Entire Body Assesment; Rapid Upper Limb Assesment.</i>	Postur pekerja ketika melakukan pekerjaan sangat buruk dan membutuhkan evaluasi serta perbaikan.
18	Nur dkk. (2016)	PG Kebon Agung	Analisa postur kerja stasiun pemanenan untuk melakukan perbandingan risiko muskkeletal.	<i>Ovako Working Posture Analysis System</i>	Kegiatan memanen masuk dengan tingkat risiko cedera tinggi yang sangat berbahaya bagi muskkeletal.
19	Susihono dan Prasetyo (2023)	UD. Rizki Ragil Jaya	Perbaikan postur kerja untuk mengurangi keluhan terjadinya muskkeletal.	<i>Ovako Working Posture Analysis System</i>	Perbaikan aktivitas pembuatan kripik memberikan penurunan indeks resiko dari 243 menjadi 129.
20	Fitra dan Tranggono (2023)	PT. Surya Segara Safety Marine Paper.	Membandingkan nilai postur kerja dengan <i>Rapid Upper Limb Assesment</i> dan <i>Ovako Working Posture Analysis System.</i>	<i>Rapid Upper Limb Assesment, Ovako Working Posture Analysis System</i>	Metode <i>Rapid Upper Limb Assesment</i> memberikan skor yang lebih tinggi dalam menganalisa tubuh pekerja bagian atas.
21	Ramadhani dan Rukman (2019)	Perum Pengangkutan Penumpang Djakarta	Membandingkan nilai postur kerja dengan <i>Rapid Entire Body Assesment</i> dan <i>Ovako Working Posture Analysis System.</i>	<i>Rapid Entire Body Assesment; Ovako Working Posture Analysis System</i>	Tidak terdapat perbedaan signifikan kedua metode, namun <i>Rapid Entire Body Assesment</i> dapat memberikan penilaian dengan faktor lain.

2.2. Dasar Teori

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.

2.2.1. *Engineering Design*

Engineering design merupakan sebuah proses untuk menciptakan sebuah solusi berupa produk atau sistem terhadap suatu masalah berdasarkan kebutuhan atau keinginan tertentu. Perancangan solusi berdasarkan *engineering design* harus melibatkan pengetahuan teknis, kreativitas dan metode analitis. Pada buku berjudul *Engineering Design* karya George E. Dieter dan Linda C. Schmidt, terdapat beberapa urutan dalam proses perancangan desain oleh seorang *engineering*. Tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1.



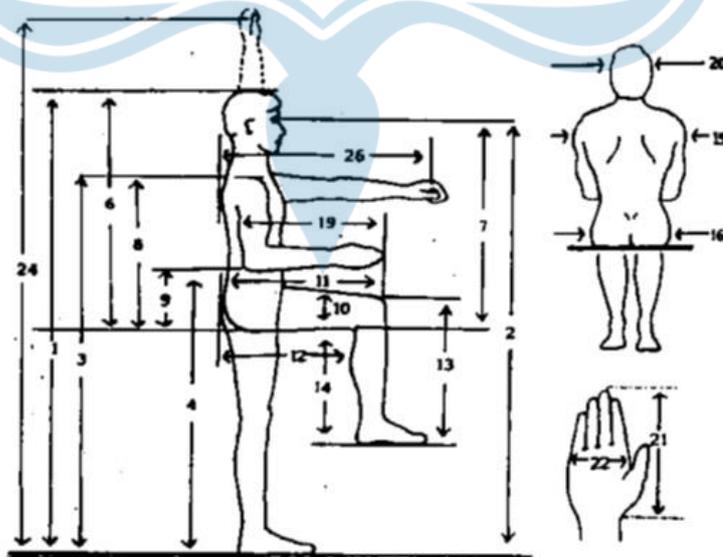
Gambar 2.1. Tahapan Perancangan Desain

Berdasarkan gambar di atas, tahapan awal dalam perancangan desain adalah dengan mendefinisikan permasalahan yang ada. Tahap ini dapat dilakukan dengan melakukan observasi serta wawancara kepada pemangku kepentingan dari permasalahan yang ada. Setelah permasalahan terdefinisi dengan jelas maka tahap selanjutnya adalah pengumpulan informasi. Berdasarkan informasi yang dikumpulkan maka peneliti akan mendapatkan keinginan dari solusi yang ditawarkan. Setelah mengetahui keinginan maka peneliti dapat mengembangkan desain konsep sesuai dengan informasi yang telah didapatkan dan melakukan evaluasi serta pemilihan untuk diimplementasikan.

Tahapan selanjutnya setelah mendapatkan alternatif untuk diimplementasikan adalah mewujudkan konsep dengan menentukan arsitektur desain dan menentukan konfigurasi desain. Peneliti dapat melanjutkan untuk menentukan parameter desain, melakukan perancangan, serta mendetailkan konsep terhadap desain yang akan diimplementasikan.

2.2.2. Pendekatan Anthropometri

Sajiyo dkk. (2022) mengatakan bahwa antropometri berasal dari kata “*antropos*” yang memiliki arti manusia dan “*metricos*” yang memiliki arti ukuran sehingga antropometri adalah ukuran atau dimensi dari tubuh manusia yang secara alamiah baik digunakan untuk melaksanakan aktivitas yang statis maupun dinamis. Taryat dan Nurwathi (2022) dan Anjadi dkk (2021) mengatakan bahwa antropometri terdiri dari kumpulan data numerik yang dapat digunakan untuk perancangan desain dengan menyesuaikan ukuran, bentuk, hingga kekuatan manusia. Antropometri dapat diaplikasikan dalam perancangan produk yang ergonomis. Adapun beberapa faktor yang menjadi pertimbangan ketika melakukan perancangan selain dari dimensi tubuh setiap individu yang berbeda-beda adalah jenis kelamin, umur, suku, hingga pengelompokan pekerjaannya. Data antropometri dibedakan menjadi beberapa kelompok yaitu antropometri untuk bagian kepala, badan, tangan, dan kaki. Data antropometri dari dimensi tubuh manusia yang dapat digunakan untuk perancangan, dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2.2. Data Antropometri Anggota Tubuh Manusia

(Sumber: Improvementqhse, 2018)

Manusia memiliki ukuran dan bentuk tubuh yang umumnya berbeda antara satu dengan yang lainnya. Antropometri ini secara luas mempertimbangkan *ergonomic* ketika digunakan pada perancangan fasilitas, produk, ataupun sistem kerja yang berinteraksi dengan manusia (Bagus dkk, 2019). Sokhibi (2018) mengatakan bahwa pada pendekatan antropometri, terdapat persentil yang digunakan untuk menggambarkan persentase tertentu dari orang-orang yang memiliki dimensi tubuh yang sama atau lebih kecil dari nilai tersebut. Persentil yang digunakan pada perhitungan antropometri adalah persentil 5, 50, dan 95. Angka persentil memiliki arti bahwa berapa besar dari populasi yang berada pada atau dibawah ukuran tersebut. Dimana persentil 5 akan menggambarkan dimensi manusia yang terkecil, persentil 50 menggambarkan dimensi manusia menengah, dan persentil 95 menggambarkan dimensi manusia yang terbesar. Adapun penggunaan persentil disesuaikan dengan populasi manusia dengan dimensi tubuh yang sama ataupun lebih kecil yang menggunakan rancangan produk atau fasilitas yang dihasilkan.

2.2.3. Ukuran Sampel

Menurut Amin dkk. (2023), sampel adalah sebagian atau perwakilan dari suatu populasi yang dijadikan sumber data dalam penelitian. Sampel yang baik adalah sampel yang dapat merepresentasikan karakteristik dari populasi dengan tepat. Adapun sampel diperlukan karena mempertimbangkan beberapa hal seperti ukuran populasi yang terlalu banyak, keterbatasan biaya, keterbatasan waktu, keterbatasan sumber daya, hingga masalah ketelitian. Teknik pengambilan sampel terdiri dari dua yaitu *probability* dan *nonprobability sampling*. *Probability sampling* dilakukan ketika anggota populasi memiliki peluang yang sama untuk dijadikan sampel, sedangkan *nonprobability sampling* adalah setiap anggota populasi tidak memiliki peluang yang sama untuk dijadikan sampel. Jumlah sampel yang baik dipengaruhi oleh tingkat kepercayaan dan tingkat kesalahan yang digunakan. Adapun perhitungan sampel menggunakan rumus Slovin dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut.

$$N = \frac{N}{1 + N/e^2} \quad (2.1)$$

Keterangan:

N : Jumlah populasi

e : Tingkat *error*

Menurut Sugiyono (2017:81) perhitungan jumlah sampel dengan menggunakan rumus slovin memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan perhitungan sampel dengan menggunakan rumus slovin adalah sebagai berikut.

A. Perhitungan yang sederhana

Rumus slovin memiliki perhitungan yang sederhana dan juga mudah dipahami tanpa harus memiliki ilmu statistik yang mendalam.

B. Fleksibilitas dalam berbagai penelitian

Rumus slovin fleksibel dalam berbagai penelitian seperti survey, eksperimen, dan studi korelasi sehingga dapat menyesuaikan dengan banyak disiplin ilmu.

C. Aplikasi yang luas

Rumus slovin dapat diaplikasikan pada berbagai bidang seperti pendidikan, pemasaran, dan penelitian sosial yang memerlukan pengumpulan data berupa sampel yang besar.

Kekurangan dari rumus slovin adalah sebagai berikut.

A. Penetapan tingkat kesalahan yang subjektif

Rumus slovin tidak memiliki standar tingkat kesalahan sehingga biasanya tingkat kesalahan bergantung pada subjektif pengguna.

B. Tidak cocok digunakan untuk populasi heterogen

Rumus slovin tidak cocok digunakan untuk populasi heterogen karena rumus ini mengasumsikan seluruh populasi adalah homogen.

C. Tidak mengakomodasi tingkat kepercayaan

Rumus slovin tidak mengakomodasi tingkat kepercayaan dimana tingkat kepercayaan merupakan komponen penting dalam penentuan jumlah sampel.

2.2.4. Pengujian Data

Widodo dkk. (2021) dan Suryaningrat dkk. (2018) dalam penelitiannya mengatakan bahwa pengujian data terdiri dari beberapa uji yaitu uji kenormalan, keseragaman, dan kecukupan data.

a. Uji Kenormalan Data

Uji normalitas data dilakukan untuk memastikan data yang digunakan berdistribusi normal sehingga data dapat diolah dengan mudah dan dapat memberikan hasil yang baik. Uji ini dapat dilakukan melalui *software* seperti Minitab dan SPSS dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Data akan berdistribusi normal ketika *p-value* yang dihasilkan $> 0,05$.

b. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk memperkecil varian data dengan mengeliminasi data yang dianggap ekstrim, serta untuk memastikan data memiliki karakteristik yang sama (homogenitas). Uji ini dilakukan dengan mencari rata-rata dan standar deviasi data agar dapat menghitung batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dari data yang digunakan. Adapun rumus rata-rata dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad (2.2)$$

Di mana X_n adalah nilai data ke-n, serta n adalah total banyaknya data yang digunakan. Adapun persamaan berikut adalah rumus dari standar deviasi.

$$\Sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad (2.3)$$

Di mana X_i adalah nilai data ke-i, \bar{X} adalah nilai dari rata-rata, serta n adalah total banyaknya data. Adapun persamaan berikut adalah rumus dari BKA dan BKB yang digunakan menggunakan batas kontrol untuk *X-chart*.

$$BKA = \bar{X} + 3 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

$$BKB = \bar{X} - 3 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.5)$$

Di mana \bar{X} adalah nilai rata-rata, σ adalah standar deviasi, serta n adalah total banyaknya data.

c. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan data yang digunakan pada penelitian dengan tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan tertentu memiliki jumlah yang mencukupi atau tidak. Perhitungan uji kecukupan data dilakukan dengan menghitung jumlah subgrup terlebih dahulu. Berikut ini merupakan rumus perhitungan jumlah subgrup menggunakan aturan Sturges.

$$K = 1 + 3,3 \log N \quad (2.6)$$

Keterangan:

K : Jumlah kelas

N : Banyaknya data

Berikut ini merupakan rumus dari uji kecukupan data yang juga dikenal dengan *sample adequacy test formula*.

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2 \quad (2.7)$$

Keterangan:

N' = Jumlah data yang dibutuhkan

N = Jumlah data

k = Tingkat keyakinan

s = Tingkat ketelitian

Xi = Data ke – i

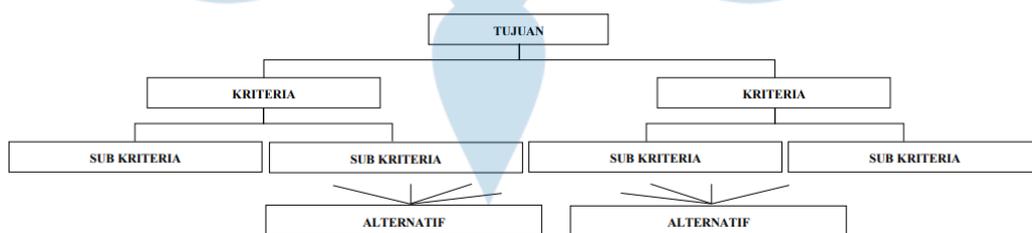
Syarat:

$N > N'$ maka data yang diperoleh dari pengamatan cukup.

$N < N'$ maka data yang diperoleh dari pengamatan tidak cukup.

2.2.5. AHP

Menurut Saaty dan Peniwati (2008), AHP adalah metode yang dapat digunakan untuk membantu dalam pengambilan keputusan. Metode ini melibatkan penataan keputusan berdasarkan struktur hierarki atau tingkatan yang akan menghasilkan prioritas dan alternatif terbaik dari penilaian yang diberikan. Hierarki menggambarkan permasalahan yang kompleks dari struktur yang terdiri dari multi level yang bertingkat, di mana level pertama hingga level paling bawah berisikan tujuan, level kriteria, sub kriteria, hingga alternatif. Struktur hierarki dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.3. Struktur Hierarki AHP

(Sumber: Kartaman dan Rahmawati, 2018)

Metode *Analytic Hierarchy* dilakukan dengan menetapkan prioritas keputusan antar setiap elemen pada matriks perbandingan berpasangan. Angka intensitas kepentingan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2. Penetapan Prioritas Elemen

Skala	Penjelasan
1	Sama pentingnya (<i>Equal Importance</i>)
3	Sedikit lebih penting (<i>Slightly more Importance</i>)
5	Jelas lebih penting (<i>Materially more Importance</i>)
7	Sangat jelas penting (<i>Significantly more Importance</i>)
9	Mutlak lebih penting (<i>Absolutely more Importance</i>)
2,4,6,8	Ragu-ragu antara dua nilai (<i>Compromise values</i>)

Menurut Nisa dkk. (2019), AHP dapat memecahkan masalah yang terdiri dari banyak kriteria (multikriteria), ketidakpastian dari pendapat oleh pengambil keputusan, juga ketidakakuratan data yang ada. Metode ini cukup efektif karena dapat menyederhanakan proses pengambilan keputusan dengan membagi persoalan kedalam susunan hierarki, lalu menggunakan penilaian numerik yang diberikan secara subyektif oleh pengambil keputusan. Secara garis besar, langkah-langkah dalam menggunakan AHP dalam mengambil keputusan adalah:

- Menentukan data kriteria sesuai kebutuhan
- Menyusun kriteria menggunakan matriks berpasangan yang standar nilainya terdiri dari 9 nilai.
- Melakukan normalisasi matriks dengan membagi setiap nilai pada kolom ke-i dan baris ke-j dengan total nilai setiap kolom

$$a_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum a_{ij}} \quad (2.8)$$

- Menentukan data prioritas per kriteria ke i dengan menjumlahkan nilai setiap baris nilai a dan membagikanya dengan jumlah elemen kriteria

$$w_i = \frac{\sum a}{n} \quad (2.9)$$

- Menghitung nilai *weight single factor* dengan mengalikan setiap nilai kolom dengan data prioritas per kriteria

$$WSF = \sum_{i=1}^n a_{ij} \times w_i \quad (2.10)$$

- Menghitung nilai *consistency factor* dengan membagikan total penjumlahan setiap baris dengan bobot

$$w_i = \frac{WSF}{bobot} \quad (2.11)$$

- g. Menjumlahkan hasil bagi w_i dengan jumlah elemen (n)

$$\lambda_{max} = \frac{\sum CF}{n} \quad (2.12)$$

- h. Menghitung *consistency index* dengan rumus sebagai berikut.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.13)$$

- i. Menghitung *consistency ratio* dengan membagikan *consistency index* dan *index random consistency*

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (2.14)$$

- j. Nilai CR dapat dikatakan konsisten ketika $CR \leq 0,01$. Ketika belum konsisten, maka perhitungan memerlukan revisi.

2.2.6. Simple Additive Weighting (SAW)

Simple additive weighting (SAW) atau yang sering disebut juga dengan metode penjumlahan terbobot adalah salah satu metode untuk membantu pengambilan keputusan dengan menghitung bobot berdasarkan rating kinerja untuk masing-masing alternatif dari atribut yang digunakan. Adapun kriteria penilaian yang digunakan dapat ditentukan berdasarkan dari kebutuhan perusahaan (Friedadie, 2016). Pribadi, dkk. (2020) berpendapat bahwa metode ini dilakukan dengan melakukan normalisasi matriks keputusan dengan semua alternatif yang digunakan. Terdapat dua atribut yang diteliti pada proses pengambilan keputusan yaitu *benefit* (keuntungan) dan *cost* (biaya). Adapun persamaan berikut adalah rumus yang digunakan untuk normalisasi data.

$$R_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\text{Max } x_{ij}} \\ \frac{x_{ij}}{\text{Min } x_{ij}} \end{cases} \quad (2.15)$$

Rumus normalisasi dapat digunakan pada atribut keuntungan dan biaya. Di mana keterangan pada persamaan diatas adalah sebagai berikut.

R_{ij} = Rating kinerja ternormalisasi

x_{ij} = Nilai dari baris i dan kolom j pada matriks

$\text{Max } x_{ij}$ = Nilai maksimum pada setiap baris i dan kolom j

$\text{Min } x_{ij}$ = Nilai minimum pada setiap baris i dan kolom j

Adapun persamaan berikut adalah rumus yang digunakan untuk mencari preferensi pada setiap alternatif (V).

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j R_{ij} \quad (2.16)$$

Semakin besar hasil yang didapat, maka akan semakin baik alternatif yang digunakan. Di mana keterangan pada persamaan diatas adalah sebagai berikut.

V_i = nilai akhir alternatif

W_j = nilai pembobotan yang telah ditentukan

R_{ij} = normalisasi matriks

2.2.7. *Technique for Order Preference by Similitiry to Ideal Solution (TOPSIS)*

Technique for Order Preference by Similitiry to Ideal Solution (TOPSIS) adalah metode yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan dengan melihat jarak yang terbentuk dari setiap alternatif yang digunakan. Metode ini dilakukan dengan mencari jarak Euclidean yang akan memberikan kedekatan relatif dari alternatif solusi. Di mana alternatif yang terpilih adalah alternatif yang menghasilkan jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif dari sudut pandang geometris (Sugiarto, 2021). Adapun persamaan berikut adalah rumus yang digunakan untuk tahapan TOPSIS yang dimulai dengan normalisasi matriks keputusan.

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (2.17)$$

Tahap selanjutnya adalah normalisasi bobot dengan persamaan sebagai berikut.

$$Y_{ij} = w_i * r_{ij} \quad (2.18)$$

Selanjutnya adalah mencari matriks solusi ideal positif dan negatif dengan persamaan sebagai berikut.

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+); \quad (2.19)$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-); \quad (2.20)$$

Persamaan 2.18 dapat digunakan untuk mencari solusi ideal positif sedangkan persamaan 2.19 dapat digunakan untuk mencari solusi ideal negatif. Adapun y_n^+ yang digunakan adalah nilai maksimum ketika n adalah atribut keuntungan dan

nilai minimum ketika n yang digunakan adalah biaya. Selanjutnya adalah menghitung jarak pemisah dengan persamaan rumus sebagai berikut.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_i^+)^2} \quad (2.21)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_i^-)^2} \quad (2.22)$$

Persamaan 2.20 dapat digunakan untuk mencari jarak yang terbentuk dari alternatif solusi ideal positif, sedangkan persamaan 2.21 dapat digunakan untuk mencari jarak yang terbentuk dari alternatif solusi ideal negatif. Tahap selanjutnya adalah menghitung nilai preferensi dari setiap alternatif dengan persamaan sebagai berikut.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (2.23)$$

Hasil yang didapat dari persamaan di atas akan menentukan alternatif terpilih. Di mana alternatif yang terpilih adalah alternatif dengan nilai C_i yang paling besar.

2.2.8. Rapid Entire Body Assessment (REBA)

Menurut Tiogana dan Hartono (2020), REBA adalah metode sistematis yang menganalisis dan mengevaluasi seluruh postur tubuh manusia, tenaga, serta jenis pergerakan yang dilakukan pekerja selama melakukan pekerjaannya. Metode ini bertujuan untuk menghindari postur tubuh yang tidak ergonomis, serta resiko-resiko yang dapat terjadi ketika bekerja. Cremasco dkk. (2019) mengatakan bahwa penilaian dengan metode REBA dilakukan dengan mengisi kertas penilaian yang dapat dilihat pada gambar berikut.

REBA Employee Assessment Worksheet

The worksheet is divided into two main sections: A. Neck, Trunk and Leg Analysis, and B. Arm and Wrist Analysis. It includes diagrams for posture assessment, adjustment rules, and several tables for scoring. Table A (Neck) has columns 1, 2, 3 and rows for Leg, Trunk Posture, and Score. Table B (Lower Arm) has columns 1, 2 and rows for Wrist and Upper Arm. Table C is a large grid for posture scores. The final REBA score is calculated as Table C Score + Activity Score. A scoring key at the bottom indicates risk levels: 1 = negligible risk, 2 or 3 = low risk, 4 to 7 = medium risk, 8 to 10 = high risk, and 11+ = very high risk.

Gambar 2.4. Penilaian REBA
(Sumber: Physiopedia, 2023)

Pada kertas penilaian REBA, bagian tubuh dibedakan menjadi dua kelompok. Kelompok A terdiri dari leher, batang tubuh, dan kaki. Kelompok B terdiri dari kedua lengan, lengan bagian bawah, dan pergelangan tangan. Pemberian nilai REBA dilakukan pada setiap *step*, yang menggambarkan tingkat beban postur dari sistem *musculoskeletal*. Pengerjaan metode ini akan menghasilkan skor akhir yang dikategorikan menjadi 5 level, yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

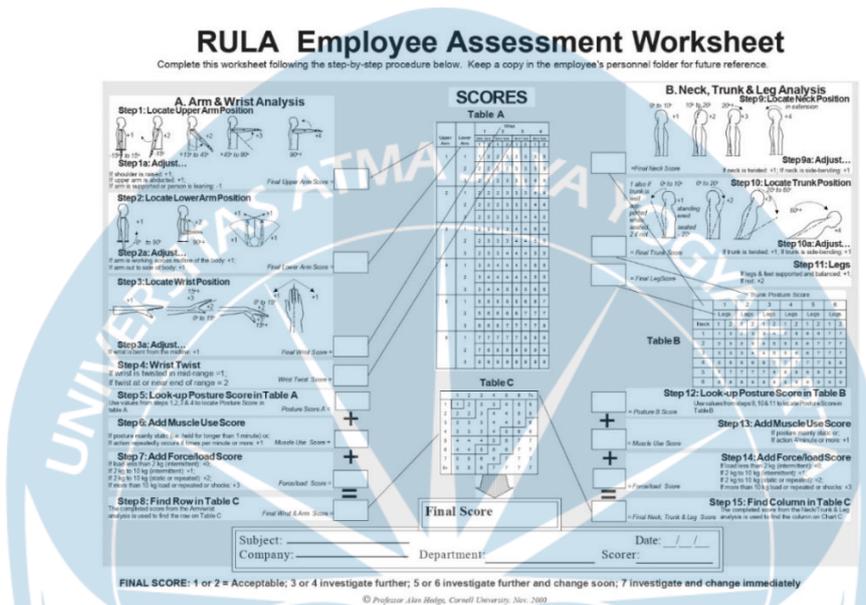
Tabel 2.3. Skor REBA

Skor Akhir	Kategori
1	<i>Negligible Risk</i>
2 atau 3	<i>Low Risk, Change May Be Needed</i>
4 sampai 7	<i>Medium Risk, Further Investigation, Change Soon</i>
8 sampai 10	<i>High Risk, Investigate And Implement Change</i>
>11	<i>Very High Risk, Implement Change</i>

Metode REBA dapat digunakan untuk merancang desain dengan memastikan hasil skor yang didapat berada pada kategori aman sehingga tidak menyebabkan resiko kerja ketika melakukan pekerjaan. Ketika skor akhir yang didapat membutuhkan pergantian, maka harus dilakukan evaluasi perancangan desain secepatnya agar postur tubuh pekerja dapat menjadi ergonomis (Kartika dan Mukhtar, 2023).

2.2.9. RULA

RULA adalah metode sistematis yang menganalisis dan mengevaluasi postur tubuh bagian atas, posisi kerja dalam keadaan statis, jangka waktu, beban kerja, hingga energi otot yang digunakan ketika melakukan pekerjaan (Tiogana dan Hartono, 2020). Adapun penilaian dengan metode RULA dilakukan dengan mengisi kertas penilaian yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.5. Penilaian RULA

(Sumber: Physiopedia, 2023)

Pada kertas penilaian RULA, bagian tubuh dibedakan menjadi dua kelompok yaitu A dan B. Kelompok A terdiri dari lengan, lengan bagian bawah, dan pergelangan tangan kanan dan kiri. Kelompok B terdiri dari leher, batang tubuh, dan kaki. Pengerjaan metode ini akan menghasilkan skor akhir yang dikategorikan menjadi 4 level, dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 2.4. Skor RULA

Skor Akhir	Kategori
1 atau 2	<i>Acceptable</i>
3 atau 4	<i>Investigate Further</i>
5 atau 6	<i>Investigate Further and Change Soon</i>
7	<i>Investigate and Change Immediately</i>

Hasil yang didapat dari skor akhir RULA harus dipastikan dalam kategori aman sehingga pekerjaan yang dilakukan dapat dipastikan ergonomis.

2.2.10. Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)

OWAS adalah metode untuk menganalisis postur tubuh ketika dalam keadaan duduk dan berdiri. Metode ini akan menghasilkan *output* berupa kategori postur tubuh atau sikap kerja yang berisiko, menimbulkan bahaya, hingga kecelakaan kerja terhadap bagian *musculoskeletal* (Yanto dan Sutrisno, 2023). Purwandari dkk (2021) mengatakan bahwa OWAS cocok diterapkan pada pekerjaan manufaktur, sehingga metode ini dapat mengurangi risiko cedera ketika mengoperasikan alat atau mesin ketika bekerja. Bagian tubuh yang diamati adalah lengan, kaki, punggung, hingga berat dari beban yang diangkat ketika bekerja. Kertas penilaian dengan metode OWAS dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Penilaian OWAS

(Sumber: Grzybowska, 2021)

Metode OWAS menganalisis beban postur tubuh dan beban eksternal ketika melakukan pekerjaan dengan pengambilan sampel pada waktu tertentu. Metode ini tidak mempertimbangkan kegiatan atau aktivitas yang berulang, postur statis, ataupun *coupling*, melainkan hanya menganalisis postur tubuh dari bagian punggung, lengan, dan kaki (Kee, 2022).