

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Dasar

2.1.1. Ergonomi

Ergonomi, kadang-kadang dikenal sebagai desain pusat manusia, adalah studi tentang desain yang berpusat pada manusia. Definisi pekerjaan *human fit goal* bahwa suatu pekerjaan harus sesuai dengan bakat dan keterbatasan manusia untuk menghasilkan hasil yang ramah, lebih aman, dan lebih baik Restuputri dalam (Syahril & Zetli, 2022).

Menurut (El Ahmady, Martini, & Kusnayat, 2020) Ergonomi dapat diartikan sebagai aturan dan norma yang diterapkan dalam sistem kerja untuk mempertimbangkan batasan postur tubuh manusia dalam melakukan suatu pekerjaan. Selain itu, ergonomi juga melibatkan penerapan teknologi untuk meningkatkan kualitas hidup agar lebih baik. Tujuan penerapan ergonomi adalah:

1. Menghilangkan risiko akibat postur kerja yang tidak tepat untuk mencegah penyakit, meningkatkan kesejahteraan kerja, serta menjaga kesehatan fisik dan mental. Selain itu, ergonomi bertujuan meningkatkan kepuasan sosial melalui hubungan yang baik antara pekerja, manajemen, dan organisasi di tempat kerja.
2. Meningkatkan efisiensi sistem manusia-mesin dengan menciptakan hubungan teknis, ekonomi, serta interaksi yang harmonis antara manusia dan mesin.

Manfaat penerapan ergonomi meliputi penurunan angka penyakit akibat kerja, pengurangan kecelakaan kerja, menurunnya biaya pengobatan dan kompensasi, berkurangnya stres akibat pekerjaan, meningkatnya produktivitas, alur

kerja yang lebih teratur, rasa aman karena bebas dari risiko cedera, serta meningkatnya kepuasan kerja.

Cakupan ergonomi sangat luas, meliputi aspek teknik, fisik, psikologis, dan anatomi, terutama yang berhubungan dengan kekuatan, gerakan otot, sendi, antropometri, sosiologi, dan fisiologi. Dalam fisiologi, ergonomi berkaitan dengan regulasi suhu tubuh, konsumsi oksigen, denyut nadi, aktivitas otot, dan perancangan yang mendukung aktivitas kerja manusia.

2.1.2. Postur Kerja

Postur kerja merupakan salah satu konsep dalam bidang Ergonomi. Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari tentang karakteristik, kemampuan, dan keterbatasan manusia. Postur kerja merujuk pada posisi tubuh yang diadopsi saat melakukan aktivitas kerja untuk mencapai efisiensi dan mengurangi beban otot (Rambe & Hasibuan, 2020). Postur kerja yang tidak ergonomis, seperti yang dialami oleh seorang pekerja saat menjalankan aktivitas seperti menjahit, dapat meningkatkan tingkat kelelahan dan berpotensi menyebabkan cedera otot pada pekerja tersebut jika dilakukan secara terus menerus.

Penetapan postur kerja yang baik sangat penting untuk mengatur gerakan tubuh saat bekerja dan mengurangi risiko terjadinya gangguan muskuloskeletal (Ayuningtyas, Arianto, & Wijayanto, 2023). Oleh karena itu, perlu segera diantisipasi agar dapat mengurangi efek cedera dan gangguan pada bagian tubuh pekerja. Faktor-faktor risiko dari postur kerja terhadap gangguan muskuloskeletal adalah sebagai berikut:

1. Posisi kerja dalam keadaan berdiri
2. Postur kerja dengan tubuh membungkuk
3. Proses mengangkat beban
4. Kegiatan membawa beban
5. Aktivitas mendorong suatu beban
6. Proses menarik beban

Setelah mengetahui faktor risiko dari postur kerja, langkah-langkah pencegahan dapat diterapkan untuk mencegah terjadinya masalah tersebut kembali. Menurut (Rambe & Hasibuan, 2020), langkah-langkah perbaikan postur kerja yang perlu dilakukan oleh pekerja selama menjalankan tugasnya meliputi:

1. Menghindari posisi kepala dan leher yang terlalu mendongak.
2. Menghindari posisi tungkai yang terangkat.
3. Menghindari kaki dalam keadaan terangkat.
4. Menghindari postur tubuh yang memutar.
5. Menghindari melakukan pekerjaan secara berulang-ulang

2.1.3. Nordic Body Map (NBM)

NBM (*Nordic Body Map*) adalah kuesioner yang digunakan untuk menganalisis berbagai jenis pekerjaan dan aktivitas di sekitar kita serta menggambarkan tingkat rasa sakit dari berbagai bagian tubuh yang mengalami ketidaknyamanan muskuloskeletal. Penggunaan NBM dapat menjadi dasar untuk melakukan perbaikan postur kerja (Anwardi, Ikhsan, Nofirza, Harpito, & Mas'ari, 2020). Dengan menggunakan NBM untuk memetakan tubuh dan memberikan evaluasi subjektif kepada pekerja, kita dapat mengetahui jenis dan tingkat keluhan

pada otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Deskripsi kuesioner NBM dapat ditemukan dalam lampiran (Marom, Ngizudin, & Novasani, 2023).

Hasil dari kuesioner NBM selanjutnya dihitung dengan memberikan bobot atau skor pada setiap bagian tubuh yang tercantum dalam kuesioner *Nordic Body Map* untuk setiap individu. Dengan demikian, tingkat risiko dapat diketahui dan langkah perbaikan yang perlu dilakukan dapat ditentukan. Berikut adalah tabel klasifikasi tingkat risiko berdasarkan hasil skor.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Taraf Risiko berdasar Jumlah Skor Individu

Skala	Jumlah Skor Individu	Taraf Resiko	Aksi Pembetulan
1	28-49	Rendah	Belum diperlukan tindakan perbaikan
2	50-70	Sedang	Kemungkinan akan memerlukan tindakan perbaikan di masa depan
3	71-90	Tinggi	Tindakan perbaikan perlu dilakukan segera
4	92-122	Sangat tinggi	Tindakan perbaikan menyeluruh diperlukan sesegera mungkin

2.1.4. Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) merupakan metode dalam ergonomi yang digunakan untuk menganalisis dan menilai postur kerja pada tubuh bagian atas. Metode ini dapat dilakukan tanpa memerlukan peralatan khusus dalam mengukur postur leher, punggung, dan tubuh bagian atas (Nofirza, Anwardi, Rika, & Rudini, 2019). RULA mengevaluasi postur tubuh, kekuatan, dan aktivitas otot yang berpotensi menyebabkan cedera akibat aktivitas berulang (*repetitive strain injuries*). Hasil evaluasi RULA berupa skor risiko yang berkisar antara satu hingga

tujuh, dengan skor tertinggi menunjukkan tingkat risiko yang signifikan atau berbahaya untuk dilakukan dalam pekerjaan (Rohmatin, Nurjannah, & Benedictus, 2023). Skor terendah tidak menjamin bahwa pekerjaan yang dievaluasi bebas dari potensi bahaya ergonomis.

RULA dikembangkan untuk mencapai beberapa tujuan (Pratama, Saputra, Vincent, Pratama, & Christy, 2021) sebagai berikut:

- a. Menyediakan metode pemeriksaan cepat untuk populasi pekerja, khususnya untuk menilai paparan risiko gangguan pada tubuh bagian atas yang disebabkan oleh pekerjaan.
- b. Menilai gerakan-gerakan otot yang berkaitan dengan postur kerja, penggunaan tenaga, serta pekerjaan yang bersifat statis dan berulang yang dapat menyebabkan kelelahan otot.
- c. Memberikan hasil yang dapat digunakan dalam pemeriksaan atau pengukuran ergonomi yang mencakup faktor fisik, epidemiologis, mental, lingkungan, dan organisasi, dengan fokus pada pencegahan gangguan pada tubuh bagian atas akibat pekerjaan.

Langkah – langkah metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) yaitu :

- a. Grup A berdiri dari beberapa posisi yaitu sebagai berikut:

1. Posisi Lengan Atas

Skor untuk setiap gerakan lengan atas dapat ditemukan pada Tabel 2.2. Jika bahu terangkat dan lengan bawah mendapat tekanan, skor bertambah 1. Sebaliknya, jika posisi bersandar dan lengan ditopang, skor dikurangi 1.

Tabel 2. 2 Posisi Lengan Bagian Atas

Pergerakan	Skor
20°	1
20° - 45°	2
45° - 90°	3
> 90°	4

2. Posisi Lengan Bawah

Skor untuk setiap gerakan lengan bawah dapat ditemukan pada Tabel 2.3. Jika lengan bawah bekerja dalam posisi menyilang di depan tubuh atau berada di samping tubuh, skor bertambah 1.

Tabel 2. 3 Posisi Lengan Bawah

Pergerakan	Skor
60° - 100°	1
< 60° atau > 100°	2

3. Posisi Tekukan Telapak Tangan dan Posisi Telapak Tangan Yang Mengalami Tekukan dan Putaran

Penentuan posisi tekukan telapak tangan berdasarkan aspek kesehatan dan keselamatan dapat ditemukan pada Tabel 2.4 dan 2.5. Jika telapak tangan mengalami tekukan pada deviasi ulnar atau radial serta mengalami rotasi, maka faktor ini diperhitungkan dalam analisis.

Tabel 2. 4 Posisi Tekukan Telapak Tangan

Pergerakan	Skor
Jika telapak tangan berada posisi netral	1
Jika telapak tangan membentuk sudut 0° - 15°	2
Jika telapak tangan tertekuk membentuk sudut lebih dari 15°	3

Tabel 2. 5 Posisi Telapak Tangan Yang Mengalami Tekukan Dan Putaran

Pergerakan	Skor
Bila telapak yang bertekuk berputar diposisi tengah	1
Bila telapak tangan bertekuk didekat atau diakhir dari putaran	2

b. Grup B berdiri dari beberapa posisi yaitu:

1. Posisi Dari Leher

Skor untuk setiap gerakan leher dapat ditemukan pada Tabel 2.6. Jika leher pekerja sering menoleh ke samping atau bertekuk ke kiri maupun kanan, maka skor bertambah 1.

Tabel 2. 6 Posisi Leher

Pergerakan	Skor
0° - 10°	1
10° - 20°	2
> 20°	3
Jika leher melakukan posisi mendengak atau menunduk	4

2. Posisi Punggung

Skor untuk setiap gerakan punggung dapat ditemukan pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Posisi Punggung

Pergerakan	Skor
Jika pekerja duduk atau disangga dengan baik oleh pinggul punggung yang membentuk sudut 90° atau lebih	1
Jika punggung membentuk sudut 0° - 20°	2
Jika punggung membentuk sudut 20° - 60°	3
Jika punggung membentuk sudut 60°	4

3. Posisi Kaki

Skor untuk setiap gerakan kaki dapat ditemukan pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Posisi Kaki

Pergerakan	Skor
Jika paha dan kaki disangga dengan baik pada saat duduk dan tubuh selalu dalam keadaan seimbang	1
Jika dalam posisi berdiri dimana berat tubuh didistribusikan merata ke dua kaki	2
Jika paha dan kaki tidak sangga dan titik berat tubuh tidak seimbang	3

2.1.5. Fasilitas Kerja

Dalam mencapai tujuan industri, diperlukan perlengkapan atau sarana pendukung yang digunakan dalam kegiatan sehari-hari di industri tersebut. Fasilitas yang digunakan memiliki beragam bentuk, tipe, dan manfaat, disesuaikan dengan kebutuhan dan kapasitas industri. Kata "sarana" berasal dari bahasa Belanda "faciliteit", yang berarti prasarana atau alat untuk melakukan atau memudahkan suatu aktivitas. Sarana juga dapat dianggap sebagai perlengkapan. Untuk mencapai tujuan perusahaan dengan berbagai faktor pendukung, salah satunya adalah fasilitas kerja, yang merupakan faktor pendukung untuk memperlancar tugas yang dilakukan oleh pegawai, sehingga pekerjaan dapat dilakukan sesuai dengan yang diharapkan (Kibria, 2023).

Fasilitas kerja berhubungan dengan lingkungan kerja, karena lingkungan kerja juga merupakan fasilitas kerja, dan dengan adanya lingkungan kerja yang nyaman, pegawai dapat menjalankan pekerjaannya dengan baik. Menurut (Rambe & Hasibuan, 2020), fasilitas kerja tidak hanya berhubungan dengan perlengkapan tetapi juga dengan area kerja, karena area kerja adalah bagian dari fasilitas kerja,

dan dengan adanya lingkungan kerja yang aman, pegawai dapat melakukan pekerjaannya dengan baik. Menurut Mardi & Perdana pada (Rambe & Hasibuan, 2020), fasilitas kerja merupakan bagian yang berhubungan langsung dengan manusia, yakni perancangan fasilitas kerja yang baik sangat diperlukan sesuai dengan keterampilan manusia untuk berinteraksi dengan sarana kerjanya.

2.1.6. Antropometri

Antropometri adalah salah satu elemen penting dalam mendukung ergonomi, khususnya dalam pembuatan perlengkapan yang mengikuti prinsip-prinsip ergonomi. Istilah "antropometri" berasal dari kata "antro" yang berarti manusia dan "metri" yang berarti ukuran, sehingga antropometri adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara struktur dan fungsi tubuh (termasuk bentuk dan dimensi tubuh) dengan desain peralatan yang digunakan oleh manusia (Yılmaz, 2023). Antropometri berhubungan dengan pengukuran kondisi serta karakteristik fisik manusia, mencakup dimensi kepala, tangan, tubuh, pinggul, dan kaki. Pengukuran ini meliputi ukuran linear, volume, wilayah dimensi, kekuatan, kecepatan, serta berbagai aspek gerakan tubuh lainnya (Rambe & Hasibuan, 2020). Data antropometri yang diperoleh dapat diterapkan dalam berbagai bidang, seperti:

1. Desain zona kerja (misalnya *workstation*, *interior* mobil, dan sebagainya).
2. Desain peralatan kerja seperti mesin, perangkat, alat-alat, dan lainnya.
3. Desain produk konsumen seperti pakaian, kursi/meja komputer, dan sebagainya.
4. Desain area kerja fisik.

Data antropometri diperlukan untuk memastikan bahwa desain produk dapat disesuaikan dengan pengguna individu. Pengukuran ukuran tubuh yang

dibutuhkan pada dasarnya dapat diperoleh melalui pengukuran individual yang sederhana. Ukuran dalam data antropometri dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Dimensi tubuh struktural (Antropometri statis)

Pengukuran tubuh dilakukan dalam posisi standar yang tidak bergerak (dalam posisi tegak sempurna). Pengukuran ini dikenal dengan istilah "antropometri statis", dan ukuran yang dihasilkan ditentukan berdasarkan persentil.

2. Dimensi tubuh fungsional (Antropometri dinamis)

Pengukuran dilakukan pada posisi tubuh saat melakukan gerakan tertentu yang terkait dengan aktivitas yang harus diselesaikan.

2.2. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh (Nurfajriah et al., 2021) dengan judul Perancangan Produk Kursi Roda Trolley untuk Penyandang Disabilitas Menggunakan Metode Penerapan Fungsi Ergonomis. Dimana terdapat permasalahan bahwa sulitnya penyandang Disabilitas untuk melakukan kegiatan belanja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang troli yang sesuai dengan kebutuhan responden. Hasil dari penelitian tersebut adalah Variabel desain produk yang diprioritaskan adalah troli untuk penyandang disabilitas yang berjalan secara otomatis, memiliki keranjang troli tambahan (membuka troli tambahan), memiliki sandaran dan dudukan yang empuk, serta memiliki sistem pengunci yang kuat sehingga memudahkan pengguna dengan berat 0,06048. Prioritas kebutuhan konsumen (*Customer Needs*) dari hasil perancangan HOE adalah 3,4,7,8,9,10,11,14,5,6,12,13,16,18,19,1,15,2 dan 17 serta Prioritas Persyaratan Teknis dari hasil desain HOE adalah C, A, B, E dan D.

Penelitian yang dilakukan oleh (Siahaan & Zetli, 2020) dengan judul Perancangan Fasilitas Kerja Aktivitas Proses Manual Solder Pada PT XY. Permasalahan yang ditemukan dalam proses kerja di PT. XY adalah aktivitas solder manual masih dilakukan secara manual dalam posisi berdiri dalam durasi yang lama. Kondisi ini berpotensi menyebabkan gangguan muskuloskeletal (MSDs) pada pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang fasilitas pekerjaan untuk menurunkan keluhan MSDs yang dirasakan para karyawan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan menyebarkan kuesioner NBM, ditemukan keluhan pada beberapa bagian tubuh seperti leher, punggung, bahu, pinggang, paha, lutut, betis, pergelangan kaki, dan kaki. Skor REBA untuk postur kerja dalam kegiatan penyolderan manual menunjukkan nilai 4 dan 5, yang termasuk dalam kategori risiko sedang dan memerlukan perbaikan. Untuk mengurangi risiko tersebut, solusi yang diperlukan adalah penyediaan fasilitas kerja, yakni dengan merancang kursi kerja yang sesuai. Desain kursi kerja harus disesuaikan dengan data antropometri pekerja guna memastikan kenyamanan dan ergonomi. Parameter yang digunakan meliputi Lebar Pinggul (LP) untuk menentukan lebar alas duduk, Tinggi Siku Duduk (TSD) sebagai acuan tinggi tempat duduk, Tinggi Punggung (TP) untuk menentukan tinggi sandaran, serta Panjang Popliteal Butt (PPP) yang digunakan dalam penentuan panjang kursi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Rambe & Hasibuan, 2020) dengan judul Perancangan Fasilitas Kerja Aktivitas Pengeringan Tahu Pada UKM Tahu Awi Saguba. Permasalahan yang teridentifikasi dalam proses pengeringan tahu di UKM Tahu Awi Saguba adalah metode kerja yang masih dilakukan secara manual dan

berulang, dengan fasilitas kerja yang sederhana serta postur kerja yang kurang ergonomis, sehingga berpotensi menimbulkan risiko gangguan muskuloskeletal (MSDs). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kerja menggunakan metode REBA dan Nordic Body Map serta memperbaiki postur kerja dengan harapan dapat mengurangi keluhan yang dirasakan oleh pekerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan rak troli yang berbasis pada prinsip ergonomi, yakni ENASE, dapat mengurangi rasa sakit yang dialami pekerja. Dengan bobot prioritas perancangan rak troli sebesar 0,333, serta spesifikasi rak yang disesuaikan dengan data antropometri pekerja. Data antropometri yang digunakan dalam perancangan ini meliputi Tinggi Badan (TB), Tinggi Siku Berdiri (TSB), Lebar Bahu (LB), dan Genggaman Tangan (GT).

Penelitian yang dilakukan oleh (Kurnianto & Andrian, 2020) dengan judul Perancangan Meja Kerja Yang Ergonomis Untuk Membantu Proses *Repair Stripping Mirrors* Dengan Metode RULA. Permasalahan yang diidentifikasi adalah keluhan *musculoskeletal*, yaitu keluhan yang dirasakan oleh pekerja pada otot-otot skeletal akibat posisi tubuh yang tidak wajar atau buruk serta pergerakan berulang dalam pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang meja kerja yang ideal dan nyaman bagi pekerja dalam proses *Repair Stripping Mirrors*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mendasari desain meja kerja yang ergonomis meliputi Jarak Siku Kanan Kiri (JSK), Jangkauan Tangan Depan (JTD), Tinggi Siku Duduk (TSD), dan Tinggi Popliteal (TPO). Berdasarkan data antropometri pekerja, desain meja repair yang dihasilkan memiliki panjang meja 96

cm, lebar meja 65 cm, dan tinggi meja 61,5 cm, dengan menggunakan persentil 95%.

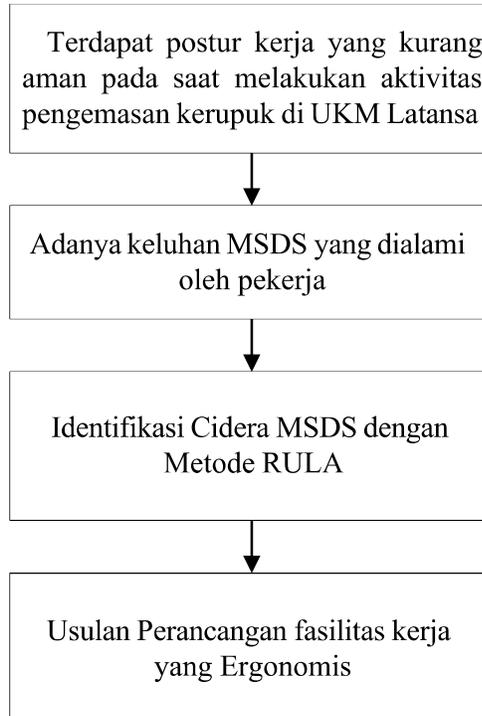
Penelitian yang dilakukan oleh (Syahril & Zetli, 2022) dengan judul Perancangan Fasilitas Kerja Untuk Pengangkatan Barang Box Minuman di CV. Cahaya Baru Gemilang. Dimana terdapat permasalahan bahwa karyawan melakukan pengangkatan tanpa mempertimbangkan bahaya pengangkatan; Akibatnya, banyak pekerja yang mengeluh baik saat maupun setelah aktivitas pengangkatan dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan keluhan pekerja menggunakan pendekatan ergonomi melalui EFD. Hasil penelitian didapatkan bahwa elemen troli untuk mengurangi ketidaknyamanan operator dengan bobotnya (0,306) adalah prioritas tertinggi dalam pengembangan produk yang diperoleh oleh EFD, dan terutama, spesifikasi target troli yang dibuat sesuai dengan pengukuran antropometri operator adalah prioritas tertinggi untuk fungsi produksi. Lebar bahu (LB), tinggi siku saat berdiri (TSB), dan lebar pegangan adalah data antropometri yang digunakan untuk desain (GT).

Penelitian yang dilakukan oleh (El Ahmady et al., 2020) dengan judul Penerapan Metode *Ergonomic Function Deployment* Dalam Perancangan Alat Bantu Untuk Menurunkan Balok Kayu. Permasalahan yang ditemukan adalah proses di area penerimaan (receiving area) masih dilakukan secara manual tanpa bantuan alat Material Handling Equipment (MHE). Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu atau MHE guna mempermudah proses bongkar muat di area penerimaan, dengan harapan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses, sekaligus mencegah kelelahan dan kecelakaan kerja pada pekerja. Hasil penelitian

menghasilkan konsep usulan MHE yang ergonomis, yang mampu mengurangi risiko terjadinya Musculoskeletal Disorders (MSDs), sebagaimana terlihat dari perubahan nilai REBA pada postur kerja, serta menciptakan proses bongkar bahan baku yang lebih efektif dan efisien.

Penelitian yang dilakukan oleh (Anjani, Nugraha, Sari, & Santoso, 2021) dengan judul Perancangan Alat Bantu Kerja Dengan Menggunakan Metode Antropometri dan *Material Selection* Pada Industri Sepatu. Permasalahan yang diidentifikasi adalah pemasangan sole Indi Home sering dilakukan di atas paha pekerja, bukan di meja kerja. Hal ini berisiko tinggi terhadap kecelakaan kerja dan menyebabkan ketidaknyamanan bagi pekerja selama bekerja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu kerja berupa meja kerja pada stasiun pemasangan *sole of shoe* dengan mempertimbangkan *material selection*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meja kerja yang dirancang memiliki spesifikasi sebagai berikut: tinggi meja dari lantai ke meja bertingkat penyimpanan komponen adalah 118 cm, sedangkan tinggi meja untuk pemasangan *sole* adalah 90 cm. Lebar meja bertingkat terdiri dari tingkat 1 sebesar 42 cm, tingkat 2 sebesar 42 cm dengan kemiringan 50° , serta lebar meja penyimpanan komponen sebesar 27 cm. Lebar meja pemasangan *sole* adalah 67 cm, dan panjang meja bertingkat adalah 148 cm. Dengan desain meja berbentuk L yang dilengkapi dengan rak penyimpanan, diharapkan meja ini dapat menyediakan ruang yang cukup luas untuk menyimpan hasil produksi, mencegah terjadinya penumpukan yang dapat menyulitkan proses selanjutnya, serta mengurangi risiko keluhan pekerja akibat postur kerja yang tidak ergonomis.

2.3. Kerangka Pemikiran



Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran