

**PERANCANGAN TATA LETAK FASILITAS BENGKEL
BUBUT ANUGRAH TEKNIK BERDASARKAN ALIRAN
PROSES PEMESINAN RODA GIGI MENGGUNAKAN
METODE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi dan Melengkapi Persyaratan Akademik
Mata Kuliah Tugas Akhir Pada Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Oleh:

RAFID ANUGRAH RAMADHAN

NPM. 2115221021



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP BANDUNG
2026**

	UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP	FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN	
	Jl. P.H.H. Mustofa No 68, Cikutra, Cibeunying Kidul, Bandung 40124	No. Revisi	
		Berlaku Efektif	

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rafid Anugrah Ramadhan

NPM : 2115221021

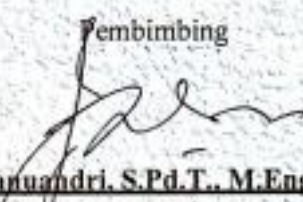
Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN TATA LETAK FASILITAS BENGKEL
BUBUT ANUGRAH TEKNIK BERDASARKAN ALIRAN
PROSES PEMESINAN RODA GIGI MENGGUNAKAN
METODE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)

Telah berhasil dipertaruhkan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi S-1 Teknik Mesin, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

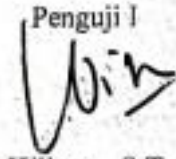
Menyetujui,

Pembimbing


Prof. Yanuandri, S.Pd.T., M.Eng., Ph.D.

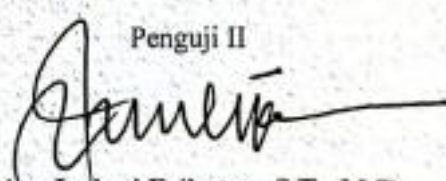
NIDN. 8938980024

Penguji I


Wisnu Wijaya, S.T., M.T.

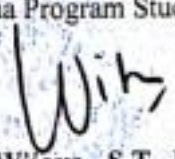
NIDN : 0420117101

Penguji II


Jejen Jaclani Frihatna, S.T., M.T.

NIDN : 0411067902

Ketua Program Studi


Wisnu Wijaya, S.T., M.T.

NIDN : 0420117101



Y P K P

ORISINALITAS

Jl. P.H. Mustofa No 68, Cikutra,
Cibeunying kidul, Bandung 40124

No.Revisi

Berlaku
Efektif**LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS**

Nama : Rafid Anugrah Ramadhan
NPM : 2115221021
No.Telp/HP : 089656112652
E-mail : rafidanugrah12345@gmail.com

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya orisinal saya sendiri,
dengan judul :

**PERANCANGAN TATA LETAK FASILITAS BENGKEL BUBUT
ANUGRAH TEKNIK BERDASARKAN ALIRAN PROSES PEMESINAN
RODA GIGI MENGGUNAKAN METODE SYSTEMATIC LAYOUT
PLANNING (SLP)**

*LAYOUT DESIGN OF ANUGRAH TEKNIK LATHE WORKSHOP FACILITIES
BASED ON THE GEAR MACHINING PROCESS FLOW USING THE
SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP) METHOD*

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila di kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak aslian karya ini.



Bandung,

31 Agustus 2026



Rafid Anugrah Ramadhan

NPM.2115221021

Bengkel Bubut Anugrah Teknik merupakan bengkel pemesinan skala kecil yang melayani pembuatan dan perbaikan komponen logam berdasarkan pesanan. Salah satu pekerjaan yang dianalisis adalah pemesinan roda gigi dengan urutan proses A–B–C–D–E–F, yaitu meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk. Tata letak awal belum sepenuhnya mendukung urutan proses tersebut sehingga jarak perpindahan benda kerja perlu dievaluasi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tata letak awal, menganalisis hubungan kedekatan antarstasiun kerja, merancang tata letak usulan, dan membandingkan jarak perpindahan material. Metode yang digunakan adalah *Systematic Layout Planning* (SLP) melalui analisis aliran proses, penyusunan *route sheet*, pengukuran jarak, *Activity Relationship Chart* (ARC), *Activity Relationship Diagram* (ARD), serta perancangan tata letak usulan. Analisis teknis pendukung dilakukan berdasarkan karakteristik benda kerja dan indikator massa-jarak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total jarak perpindahan berkurang dari 10,07 m menjadi 6,37 m atau sebesar 36,74%. Nilai *load-distance* untuk 50 benda kerja menurun dari 503,50 m menjadi 318,50 m. Berdasarkan massa aktual benda kerja sebesar 1,3 kg, indikator massa-jarak menurun dari 654,55 kg·m menjadi 414,05 kg·m atau berkurang sebesar 240,50 kg·m. Pengurangan terbesar terjadi pada perpindahan mesin bubut menuju mesin frais karena jaraknya berkurang dari 2,90 m menjadi 1,30 m. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tata letak usulan lebih sesuai dengan urutan dan ketergantungan teknis proses pemesinan roda gigi.

Kata kunci: aliran material, indikator massa-jarak, *load-distance*, proses pemesinan roda gigi, *Systematic Layout Planning*, tata letak fasilitas.

ABSTRACT

Anugrah Teknik Lathe Workshop is a small-scale machining workshop that provides custom-made metal component manufacturing and repair services. One of the jobs analyzed is gear machining with a process sequence of A–B–C–D–E–F, namely a material storage table, a saw machine, a main lathe, a milling machine, a bench drill machine, and a bench grinder table. The initial layout does not fully support the process sequence so that the workpiece movement distance needs to be evaluated. This study aims to identify the initial layout, analyze the proximity relationship between workstations, design a proposed layout, and compare material movement distances. The method used is Systematic Layout Planning (SLP) through process flow analysis, route sheet preparation, distance measurement, Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), and design of the proposed layout. Supporting technical analysis is carried out based on workpiece characteristics and mass-distance indicators. The results show that the total movement distance is reduced from 10.07 m to 6.37 m or by 36.74%. The load-distance value for 50 workpieces decreased from 503.50 m to 318.50 m. Based on the actual mass of the workpiece of 1.3 kg, the mass-distance indicator decreased from 654.55 kg m to 414.05 kg m or decreased by 240.50 kg m. The largest reduction occurred in the movement of the lathe to the milling machine because the distance was reduced from 2.90 m to 1.30 m. These results indicate that the proposed layout is more in line with the sequence and technical dependencies of the gear machining process.

Keyword : material flow, mass-distance indicators, load-distance, gear machining process, Systematic Layout Planning, facility layout.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perancangan Tata Letak Fasilitas Bengkel Bubut Anugrah Teknik Berdasarkan Aliran Proses Pemesinan Roda Gigi Menggunakan Metode Systematic Layout Planning (SLP)”. Penulisan Tugas Akhir ini disusun sebagai bagian dari upaya untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

Penulis berusaha sebaik mungkin untuk membuat tugas akhir yang berkualitas. Meskipun demikian, penulis menyadari bahwa masih ada banyak hal yang harus diperbaiki selama proses penulisannya. Penulis sangat menyadari bahwa keterbatasan dalam hal konsep, ide, dan proses penulisan akan sangat terasa jika tidak ada dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang terlibat. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua orang yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan karunia-nya yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Seluruh upaya ini tidak akan mungkin dicapai tanpa bantuannya.
2. Keluarga tercinta atas doa, dukungan dan kasih sayang yang senantiasa menguatkan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Wisnu Wijaya., S.T., M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
4. Bapak Prof. Yanuandri Putrasari, S.T., M.Eng.,Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing penulis dari awal sampai akhir penulis ini dibuat.
5. Rekan-rekan program studi teknik mesin angkatan 22 yang telah mendukung dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Semua pihak yang turut mendukung baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis berharap temuan penelitian ini akan bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang Manufaktur skala UMKM. Kritik dan saran konstruktif sangat diharapkan untuk memperbaiki tugas akhir ini karena penulis menyadari bahwa itu masih jauh dari sempurna.

Bandung, 7 Juli 2026

Rafid Anugrah Ramadhan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
1.6.1 Manfaat Praktis	6
1.6.2 Manfaat Akademis	6
1.7 Sistematis Penelitian	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Proses Pemesinan pada Pembuatan Roda Gigi	8
2.2 Tata Letak Fasilitas (<i>Facility Layout</i>)	10
2.2.1 Kebutuhan Ruang Bebas Operator dan Keselamatan Kerja	11
2.3 Aliran Material dan Material Handling.....	13
2.4 Metode Systematic Layout Planning (SLP)	15
2.4.1 Tahapan Metode SLP	16
2.4.2 Activity Relationship Chart (ARC).....	22
2.4.3 Activity Relationship Diagram (ARD)	24
2.5 Penelitian Terdahulu	24
2.6 Posisi dan Kebaruan Penelitian	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	29
3.2 Tempat Penelitian dan Waktu Penelitian	30
3.3 Objek Penelitian	31
3.4 Karakteristik Objek Penelitian	31
3.5 Jenis dan Sumber Data	33
3.5.1 Data Primer	34
3.5.2 Data Sekunder	36
3.6 Teknik Pengumpulan Data	37
3.6.1 Observasi.....	38
3.6.2 Wawancara.....	38
3.6.3 Pengukuran Langsung.....	39
3.6.4 Dokumentasi	40
3.6.5 Penggambaran Tata letak Dua Dimensi.....	40
3.6.6 Visualisasi 3 Dimensi.....	41
3.6.7 Instrumen Penelitian.....	41
3.7 Alur Proses Produksi	44
3.8 Tahapan Penelitian	46
3.9 Metode Analisis Data	47
3.9.1 Analisis Aliran Proses Pemesinan.....	48
3.9.2 Perhitungan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal.....	48
3.9.3 Penyusunan Activity Relationship Chart (ARC)	49
3.9.4 Penyusunan Activity Relationship Diagram (ARD)	49
3.9.5 Perancangan Tata Letak Usulan.....	50
3.9.6 Perhitungan Jarak Perpindahan Tata Letak Usulan	50
3.9.7 Perbandingan Jarak Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan	51
3.9.8 Perhitungan Efisiensi Jarak Perpindahan Material	52
3.9.9 Perhitungan Load Distance	53
3.9.10 Perhitungan Indikator Massa-Jarak	53
3.10 Indikator Penilaian Tata Letak Fasilitas.....	54
BAB IV DATA DAN ANALISIS	56
4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian	56

4.2	Identifikasi Stasiun Kerja dan Fasilitas Produksi.....	57
4.2.1	Karakteristik Teknis Benda Kerja Roda Gigi.....	59
4.2.2	Route Sheet Proses Pemesinan Roda Gigi.....	60
4.3	Ukuran Fasilitas dan Kebutuhan Ruang.....	62
4.3.1	Kriteria dan Perhitungan Ruang Bebas Fasilitas.....	66
4.4	Tata Letak Awal dan Aliran Material	67
4.5	Perhitungan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal.....	69
4.6	Activity Relationship Chart (ARC).....	72
4.7	Activity Relationship Diagram (ARD)	75
4.8	Perancangan Tata letak usulan	77
4.9	Perhitungan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Usulan	81
4.10	Perbandingan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan	83
4.11	Analisis Indikator Massa-Jarak Benda Kerja.....	87
BAB V PENUTUP.....		90
5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran	91
5.2.1	Saran Untuk Bengkel Bubut Anugrah Teknik.....	91
5.2.2	Saran Untuk Peneliti Selanjutnya	92
DAFTAR PUSTAKA		94
LAMPIRAN.....		96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Hasil Proses Roda Gigi di Bengkel Anugrah Teknik.....	9
Gambar 3. 1	Pengukuran langsung menggunakan Pita ukur (Meteran).....	40
Gambar 3. 2	Alur Diagram Proses Pemesinan Roda Gigi	45
Gambar 3. 3	Flowchart Tahapan Penelitian	47
Gambar 4. 1	Tata Letak Awal Bengkel Anugrah Teknik.....	68
Gambar 4. 2	Pengukuran Jarak antar stasiun kerja	70
Gambar 4. 3	Activity Relationship Chart (ARC) Proses pemesinan Roda Gigi	73
Gambar 4. 4	Diagram ARD.....	76
Gambar 4.5	Tata Letak Usulan dan Aliran Material Bengkel Bubut Anugrah Teknik.....	78
Gambar 4.6	Tata Letak usulan dan Hasil Jarak Pengukuran Bengkel Bubut Anugrah Teknik.....	79
Gambar 4.7	Tata letak usulan Bengkel Anugrah Teknik dalam Bentuk 3D.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kode Stasiun Kerja	17
Tabel 2. 2	Hubungan kedekatan ARC	23
Tabel 2. 3	Alasan Hubungan.....	23
Tabel 2. 4	Penelitian Terdahulu	25
Tabel 3. 1	Karakteristik Objek Penelitian.....	32
Tabel 3. 2	Data Primer Penelitian	34
Tabel 3. 3	Data Penelitian	37
Tabel 3. 4	Aspek Wawancara Penelitian	38
Tabel 3. 5	Instrumen Penelitian	42
Tabel 3. 6	Urutan Stasiun Kerja dan Aktivitas Proses Pembuatan Roda Gigi .	46
Tabel 3. 7	Indikator Penilaian Efisiensi	54
Tabel 4. 1	Identifikasi Stasiun Kerja Proses pemesinan Roda Gigi	57
Tabel 4. 2	Karakteristik Teknik Benda Kerja	59
Tabel 4. 3	Route Sheet Proses Pemesinan Roda Gigi.....	60
Tabel 4. 4	Ukuran Fasilitas Produksi Bengkel Anugrah Teknik	62
Tabel 4. 5	Luas Fasilitas Produksi	64
Tabel 4. 6	Pertimbangan Kebutuhan Ruang Fasilitas	65
Tabel 4. 7	Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal.....	70
Tabel 4. 8	Persentase Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal.....	71
Tabel 4. 9	Kode Alasan Hubungan	74
Tabel 4. 10	Keterangan Derajat Kedekatan	74
Tabel 4.11	Pertimbangan Penempatan Fasilitas pada Tata Letak Usulan	80
Tabel 4.12	Jarak Perpindahan Material Tata Letak Usulan	81
Tabel 4.13	Perbandingan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan	84
Tabel 4. 14	Perbandingan Load-Distance Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan	86
Tabel 4. 15	Analisis Indikator Massa-Jarak Benda Kerja.....	88

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

ARC	: Activity Relationship Chart
ARD	: Activity Relationship Diagram
RT	: Rukun Tetangga
RW	: Rukun Warga
SLP	: Systematic Layout Planning
LD	: Load-Distance

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Observasi Lapangan	96
Lampiran 2 Pedoman Wawancara	98
Lampiran 3 Tata Letak Awal Bengkel Anugrah Teknik.....	101
Lampiran 4 Tata Letak Usulan Dalam Bentuk 3D.....	102

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bengkel bubut merupakan salah satu bentuk usaha manufaktur skala kecil yang berperan melayani pengerjaan komponen logam berdasarkan kebutuhan pelanggan [1]. Kegiatan pemesinan di bengkel melibatkan beberapa fasilitas utama, antara lain area penyimpanan material, mesin potong (gergaji), mesin bubut, mesin frais, mesin bor, dan mesin gerinda. Setiap fasilitas memiliki fungsi teknis yang berbeda dan saling berkaitan dalam membentuk aliran proses produksi. Oleh karena itu, penempatan fasilitas dalam area bengkel perlu memperhatikan urutan proses kerja agar perpindahan material dapat berlangsung secara lebih terarah [1], [2].

Pada penelitian ini, pekerjaan pembuatan roda gigi dipilih sebagai dasar analisis karena prosesnya melewati beberapa stasiun kerja secara beruntun. Roda gigi merupakan komponen mesin yang memerlukan beberapa tahapan pengerjaan, mulai dari persiapan material, pemotongan bahan, pembentukan dimensi dasar, pembentukan profil gigi, pembuatan lubang poros, hingga proses finishing [3]. Tahapan tersebut menunjukkan bahwa proses pembuatan roda gigi tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan setiap mesin, tetapi juga oleh keteraturan aliran benda kerja dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya. Dalam sistem produksi berbasis proses, aliran material dan hubungan antarstasiun kerja menjadi aspek penting karena berpengaruh terhadap kelancaran aktivitas produksi [2], [4].

Bengkel Bubut Anugrah Teknik merupakan bengkel pemesinan skala kecil yang berlokasi di Jalan Jamaras 1 RT 05 RW 14 No. 121, Bandung. Bengkel ini memiliki luas area sekitar 10 m × 6 m dan dilengkapi beberapa fasilitas produksi, antara lain meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan mesin gerinda. Berdasarkan hasil observasi, aliran material pada proses pemesinan roda gigi bergerak dari meja penyimpanan material menuju mesin gergaji, kemudian ke mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan terakhir ke mesin gerinda. Aliran proses tersebut dapat dinyatakan dalam urutan A sampai F. Permasalahan yang ditemukan pada tata letak awal Bengkel Bubut Anugrah

Teknik adalah susunan fasilitas belum sepenuhnya mengikuti urutan proses pemesinan roda gigi. Kondisi tersebut menyebabkan perpindahan material antarstasiun kerja masih perlu dievaluasi. Pada tata letak awal, total jarak perpindahan material untuk aliran proses A–B–C–D–E–F tercatat sebesar 10,07 m. Data tersebut menunjukkan bahwa diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui kesesuaian posisi fasilitas terhadap aliran proses pemesinan roda gigi.

Pada bengkel pemesinan skala kecil, tata letak fasilitas sering berkembang mengikuti kebutuhan operasional, bukan berdasarkan perancangan yang sistematis. Kondisi tersebut dapat menyebabkan jarak antarstasiun kerja tidak proporsional terhadap urutan proses, munculnya perpindahan yang tidak diperlukan, serta kurang optimalnya pemanfaatan ruang kerja [4], [5]. Apabila tata letak fasilitas tidak mendukung aliran proses, perpindahan material dapat menjadi lebih panjang dan kurang terarah, sehingga berpotensi mengurangi efisiensi kerja [2], [4].

Evaluasi penempatan pada penelitian ini dilakukan dengan metode *Systematic Layout Planning* (SLP), karena metode tersebut dapat menghubungkan aliran material, kedekatan aktivitas, dan kebutuhan ruang kerja. Metode SLP digunakan untuk menyusun tata letak berdasarkan hubungan antaraktivitas, aliran material, kebutuhan ruang, dan pertimbangan kedekatan antarfasilitas [5]. Melalui metode ini, hubungan antara stasiun kerja dapat dianalisis secara terstruktur sehingga rancangan tata letak yang dihasilkan lebih sesuai dengan urutan proses produksi. Dalam konteks Bengkel Bubut Anugrah Teknik, metode SLP digunakan untuk merancang ulang tata letak fasilitas berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi agar jarak perpindahan material dapat dikurangi dan aliran kerja menjadi lebih terarah [6].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang ulang tata letak fasilitas Bengkel Bubut Anugrah Teknik berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi menggunakan metode *Systematic Layout Planning* (SLP). Fokus penelitian diarahkan pada identifikasi tata letak awal, analisis aliran material, penyusunan hubungan antarstasiun kerja, perancangan tata letak usulan, serta perbandingan jarak perpindahan material antara tata letak awal dan tata letak usulan. Dengan batasan tersebut, penelitian ini tidak membahas parameter teknis

pembubutan seperti kecepatan putar spindle, gerak makan, kedalaman potong, kekasaran permukaan, atau keausan pahat, melainkan menempatkan proses pemesinan roda gigi sebagai aliran proses produksi yang menjadi dasar perancangan tata letak fasilitas.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil observasi pada Bengkel Bubut Anugrah Teknik, ditemukan beberapa permasalahan yang berkaitan dengan tata letak fasilitas dan aliran material pada proses pemesinan roda gigi. Permasalahan tersebut dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Tata letak fasilitas pada Bengkel Bubut Anugrah Teknik belum disusun berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi secara sistematis, sehingga aliran material tidak sepenuhnya mengikuti urutan proses produksi.
2. Perpindahan material antarstasiun kerja masih terjadi dengan jarak yang relatif tidak seragam, yang mengindikasikan adanya ketidaksesuaian antara posisi fasilitas dan urutan proses pemesinan.
3. Aliran proses pemesinan roda gigi yang terdiri dari urutan A–B–C–D–E–F belum sepenuhnya didukung oleh penempatan fasilitas yang berdekatan sesuai dengan tingkat hubungan aktivitas produksi.
4. Terdapat potensi terjadinya peningkatan jarak perpindahan material (*material handling distance*) akibat posisi beberapa stasiun kerja yang tidak berdekatan secara optimal.
5. Belum terdapat rancangan tata letak usulan yang disusun berdasarkan aliran material, hubungan kedekatan antarstasiun kerja, dan perhitungan jarak perpindahan material menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP).
6. Tata letak yang ada belum mempertimbangkan secara sistematis keterbatasan fasilitas, termasuk adanya mesin yang bersifat tetap (*fixed facility*), sehingga pembenahan layout memerlukan pendekatan yang lebih terstruktur.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak melebar, maka ruang lingkup penelitian dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada Bengkel Bubut Anugrah Teknik yang berlokasi di Jalan Jamaras 1 RT 05 RW 14 No. 121, Bandung.
2. Penelitian difokuskan pada perancangan ulang tata letak fasilitas area produksi berukuran $6\text{ m} \times 10\text{ m}$ atau 60 m^2 berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi.
3. Objek yang dianalisis adalah proses pemesinan roda gigi yang pernah dilakukan di Bengkel Bubut Anugrah Teknik dengan urutan A–B–C–D–E–F, yaitu meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk.
4. Analisis teknis benda kerja dibatasi pada jenis material, diameter luar, diameter lubang tengah, ketebalan, massa aktual, serta urutan proses pemesinan yang disajikan dalam bentuk *route sheet*.
5. Perancangan tata letak dilakukan menggunakan metode *Systematic Layout Planning* (SLP), yang meliputi analisis aliran material, penyusunan *Activity Relationship Chart* (ARC), *Activity Relationship Diagram* (ARD), kebutuhan ruang, dan perancangan tata letak usulan.
6. Perancangan mempertimbangkan ukuran fasilitas, ruang kerja operator, akses benda kerja, jalur perpindahan material, serta fasilitas yang dapat dan tidak dapat dipindahkan.
7. Evaluasi tata letak dibatasi pada total jarak perpindahan material, efisiensi jarak, *load-distance*, indikator massa-jarak, dan kesesuaian tata letak terhadap urutan proses pemesinan.
8. Perhitungan *load-distance* dan indikator massa-jarak menggunakan data pekerjaan sebanyak 50 benda kerja sebagai frekuensi perpindahan dan massa aktual satu benda kerja sebesar 1,3 kg.
9. Penelitian tidak membahas biaya dan waktu *material handling*, kapasitas dan produktivitas produksi, ergonomi operator, sifat metalurgi material, perlakuan panas, parameter pemotongan, gaya dan

daya pemesinan, keausan pahat, ketelitian dimensi, kekasaran permukaan, serta kekuatan roda gigi.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi tata letak awal dan pola aliran material pada proses pemesinan roda gigi di Bengkel Bubut Anugrah Teknik?
2. Bagaimana tingkat hubungan kedekatan antarstasiun kerja pada proses pemesinan roda gigi berdasarkan metode Systematic Layout Planning (SLP)?
3. Bagaimana rancangan tata letak fasilitas usulan yang dapat meminimalkan jarak perpindahan material pada proses pemesinan roda gigi?
4. Bagaimana perbandingan jarak perpindahan material antara tata letak awal dan tata letak usulan pada proses pemesinan roda gigi?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kondisi tata letak awal dan pola aliran material pada proses pemesinan roda gigi di Bengkel Bubut Anugrah Teknik.
2. Menganalisis tingkat hubungan kedekatan antarstasiun kerja pada proses pemesinan roda gigi menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP).
3. Merancang tata letak fasilitas usulan yang dapat mengurangi jarak perpindahan material dengan mempertimbangkan urutan proses pemesinan roda gigi, ukuran fasilitas, ruang kerja operator, akses benda kerja, dan fasilitas yang bersifat tetap.
4. Membandingkan jarak perpindahan material antara tata letak awal dan tata letak usulan pada proses pemesinan roda gigi.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara akademis dan praktis. Manfaat akademis berkaitan dengan pengembangan kajian tata letak

fasilitas pada bengkel pemesinan skala kecil, sedangkan manfaat praktis berkaitan dengan penerapan hasil penelitian pada Bengkel Bubut Anugrah Teknik.

1.6.1 Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan masukan bagi Bengkel Bubut Anugrah Teknik dalam mengevaluasi dan menata fasilitas kerja berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi.
2. Membantu pemilik bengkel dalam mengevaluasi posisi stasiun kerja berdasarkan urutan proses produksi, yaitu meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk.
3. Membantu mengurangi jarak perpindahan material antarstasiun kerja melalui perancangan tata letak fasilitas yang mempertimbangkan aliran proses dan hubungan kedekatan antarstasiun kerja.
4. Memberikan dasar pertimbangan bagi pemilik bengkel dalam menentukan posisi fasilitas yang dapat dipindahkan tanpa mengganggu aktivitas pemesinan.
5. Membantu operator dalam menjalankan proses pemesinan roda gigi dengan aliran kerja yang lebih terarah dan sesuai dengan urutan operasi pemesinan.

1.6.2 Manfaat Akademis

1. Memberikan kontribusi dalam kajian perancangan tata letak fasilitas pada bengkel pemesinan skala kecil, khususnya yang berkaitan dengan aliran proses pemesinan roda gigi.
2. Menjadi referensi dalam penerapan metode *Systematic Layout Planning* (SLP) untuk menganalisis hubungan kedekatan antarstasiun kerja, aliran material, dan perancangan tata letak fasilitas.
3. Menambah kajian mengenai hubungan antara proses pemesinan, perpindahan material, dan tata letak fasilitas dalam lingkungan bengkel bubut skala kecil.

4. Menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya yang membahas perancangan tata letak fasilitas pada bidang manufaktur Teknik Mesin, khususnya pada bengkel pemesinan berbasis pesanan.

1.7 Sistematis Penelitian

Sistematika penulisan Usulan Tugas Akhir ini disusun sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan, memuat pendahuluan yang menjelaskan latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan..

BAB II Landasan Teori, memuat landasan teori yang berkaitan dengan proses pemesinan roda gigi, tata letak fasilitas, aliran material, material handling, *Systematic Layout Planning* (SLP), Activity Relationship Chart (ARC), *Activity Relationship Diagram* (ARD), penelitian terdahulu, serta posisi penelitian.

BAB III Metodologi Penelitian, menjelaskan metode penelitian, objek penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data, instrumen penelitian, alur proses produksi, tahapan penelitian, dan metode analisis data.

BAB IV Hasil dan Pembahasan, menyajikan data dan analisis mengenai kondisi bengkel, identifikasi stasiun kerja, tata letak awal, ARC, ARD, tata letak usulan, perhitungan jarak perpindahan material, efisiensi, dan load-distance.

BAB V Kesimpulan dan Saran, memuat kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Proses Pemesinan pada Pembuatan Roda Gigi

Proses pemesinan merupakan proses pembentukan benda kerja dengan cara membuang sebagian material menggunakan alat potong sehingga diperoleh bentuk, ukuran, dan karakteristik permukaan tertentu [7]. Pada bengkel pemesinan, proses ini umumnya dilakukan menggunakan beberapa jenis mesin, seperti mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor, dan mesin gerinda [8]. Setiap mesin memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan tahapan pengerjaan benda kerja. Dalam penelitian ini, proses pemesinan tidak dibahas berdasarkan parameter pemotongan secara rinci, tetapi ditinjau sebagai urutan aktivitas produksi yang menjadi dasar analisis aliran material dan tata letak fasilitas.

Roda gigi merupakan komponen berbentuk silindris atau piringan yang memiliki gigi pada bagian kelilingnya dan digunakan untuk meneruskan gerak putar. Fungsi utama roda gigi adalah meneruskan putaran dan daya dari satu poros ke poros lainnya melalui pasangan gigi. Pada umumnya roda gigi dibuat dari bahan logam untuk memindahkan beban yang berat, kalau gaya yang dipindahkan tidak berat dapat digunakan roda gigi dari bahan non logam. Pembuatan roda gigi dapat dilakukan melalui beberapa metode, antara lain pengecoran, pengfraisan, dan proses hobing, bergantung pada kebutuhan bentuk serta ketelitian komponen [9]. Urutan proses tersebut memerlukan perpindahan material dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya. Oleh karena itu, susunan fasilitas dalam bengkel perlu mendukung urutan proses pemesinan agar aliran material lebih terarah.

Pada skala bengkel pemesinan, proses pembuatan roda gigi umumnya dilakukan secara bertahap. Tahapan tersebut dimulai dari persiapan material, pemotongan material awal, pembentukan dimensi dasar, pembentukan profil gigi, pembuatan lubang poros, hingga proses finishing. Urutan proses tersebut menyebabkan material harus berpindah dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya. Oleh karena itu, susunan fasilitas dalam bengkel perlu mendukung urutan proses pemesinan agar aliran material menjadi lebih terarah [3].



Gambar 2. 1 Hasil Proses Roda Gigi di Bengkel Anugrah Teknik

Pada proses pembuatan roda gigi, material awal biasanya disiapkan terlebih dahulu sesuai kebutuhan ukuran benda kerja. Tahap awal dilakukan pada mesin gergaji untuk memotong material menjadi ukuran yang mendekati dimensi awal produk. Setelah itu, material dipindahkan ke mesin bubut untuk membentuk dimensi dasar benda kerja, terutama bagian berbentuk silindris. Proses pembubutan dapat digunakan untuk meratakan permukaan, membentuk diameter luar, dan menyiapkan bidang kerja sebelum proses pembentukan profil gigi dilakukan. Secara umum, parameter pembubutan seperti kecepatan spindel, gerak makan, dan kedalaman potong dapat memengaruhi hasil pemesinan, khususnya kekasaran permukaan dan keausan pahat [3] [9]. Namun, parameter tersebut tidak menjadi fokus analisis dalam penelitian ini.

Setelah dimensi dasar benda kerja terbentuk, proses berikutnya dilakukan pada mesin frais. Mesin frais digunakan untuk membentuk profil roda gigi atau bagian tertentu yang memerlukan proses penyayatan dengan gerak potong berputar. Tahap ini menjadi salah satu proses utama karena bentuk profil roda gigi menentukan fungsi mekanis komponen [9]. Setelah proses frais selesai, benda kerja dipindahkan ke mesin bor duduk untuk membuat lubang poros atau dudukan pada bagian tengah roda gigi. Lubang tersebut diperlukan agar roda gigi dapat dipasang pada poros atau komponen pendukung lainnya.

Tahap akhir dalam proses pembuatan roda gigi adalah finishing. Proses ini dapat dilakukan menggunakan mesin gerinda untuk menghaluskan bagian tertentu, membersihkan sisa proses pemesinan, atau memperbaiki permukaan benda kerja setelah melalui proses utama. Dengan demikian, urutan proses pemesinan pada pembuatan roda gigi dalam penelitian ini meliputi penyimpanan material, pemotongan, pembubutan, pengefraisan, pengeboran, dan finishing [3].

Berdasarkan urutan tersebut, proses pembuatan roda gigi memiliki keterkaitan langsung dengan tata letak fasilitas bengkel. Material harus berpindah dari meja penyimpanan material menuju mesin gergaji, kemudian ke mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan mesin gerinda. Apabila posisi fasilitas tidak mengikuti urutan proses tersebut, perpindahan material dapat menjadi lebih panjang dan kurang efisien. Oleh karena itu, proses pemesinan pada pembuatan roda gigi digunakan sebagai dasar dalam menentukan aliran material, hubungan kedekatan antarstasiun kerja, serta penyusunan tata letak fasilitas usulan menggunakan metode *Systematic Layout Planning* (SLP) [10].

2.2 Tata Letak Fasilitas (*Facility Layout*)

Dalam penelitian ini, tata letak fasilitas adalah susunan posisi mesin, area kerja, tempat penyimpanan material, dan fasilitas pendukung yang memengaruhi perpindahan benda kerja selama proses produksi. Penataan fasilitas diperlukan agar hubungan antarproses, aliran benda kerja, ruang operator, dan penggunaan area produksi dapat diatur secara lebih terencana [11]. Dalam kegiatan manufaktur, tata letak fasilitas memiliki peran penting karena susunan mesin dan area kerja akan memengaruhi jarak perpindahan material, kelancaran proses produksi, serta efisiensi kerja operator [4], [12].

Pada bengkel pemesinan, tata letak fasilitas berkaitan langsung dengan urutan proses pengerjaan benda kerja. Setiap benda kerja harus berpindah dari satu mesin ke mesin berikutnya sesuai tahapan proses produksi. Apabila posisi fasilitas tidak disusun berdasarkan urutan proses, maka perpindahan material dapat menjadi

lebih panjang, tidak terarah, dan berpotensi menimbulkan gerakan bolak-balik atau backtracking [4], [12]. Kondisi tersebut dapat meningkatkan waktu perpindahan, menambah beban kerja operator, dan mengurangi efisiensi pemanfaatan ruang produksi [5]. Dalam kajian manufaktur, dapat dikelompokkan berdasarkan karakteristik aliran proses, jenis produk, posisi benda kerja, serta pengelompokan mesin yang digunakan. Tata letak berdasarkan proses merupakan jenis tata letak yang mengelompokkan fasilitas berdasarkan kesamaan fungsi atau jenis proses. Tata letak ini banyak ditemukan pada bengkel pemesinan karena pekerjaan yang dilakukan umumnya bervariasi dan menyesuaikan pesanan pelanggan [12].

Dalam proses pemesinan roda gigi di Bengkel Bubut Anugrah Teknik, aliran material dimulai dari meja penyimpanan material menuju mesin gergaji, kemudian menuju mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan mesin gerinda. Urutan tersebut menunjukkan bahwa tata letak fasilitas sebaiknya mendukung aliran proses A–B–C–D–E–F. Apabila posisi mesin tidak sesuai dengan urutan tersebut, maka jarak perpindahan material antarstasiun kerja dapat meningkat dan aliran kerja menjadi kurang teratur. Perancangan tata letak fasilitas pada bengkel pemesinan tidak hanya mempertimbangkan jarak perpindahan material, tetapi juga perlu memperhatikan kondisi aktual fasilitas.

Beberapa mesin pemesinan memiliki keterbatasan untuk dipindahkan karena berkaitan dengan ukuran mesin, bobot, kebutuhan ruang operator, akses material, dan kestabilan mesin saat proses pemotongan. Oleh karena itu, perancangan tata letak fasilitas perlu mempertimbangkan fasilitas yang dapat dipindahkan dan fasilitas yang sulit dipindahkan agar rancangan usulan tetap sesuai dengan kondisi lapangan.

2.2.1 Kebutuhan Ruang Bebas Operator dan Keselamatan Kerja

Perancangan tata letak fasilitas pada bengkel pemesinan tidak hanya mempertimbangkan dimensi atau luas tapak mesin. Area di sekitar fasilitas juga diperlukan untuk mendukung aktivitas operator, pemasangan dan pelepasan benda kerja, pengoperasian mesin, serta perpindahan material. Oleh karena itu,

penempatan fasilitas perlu menyediakan ruang bebas yang memadai agar aktivitas kerja di sekitar mesin tidak terganggu oleh fasilitas lain maupun jalur perpindahan benda kerja.

Penyediaan ruang bebas di sekitar mesin juga merupakan bagian dari pertimbangan keselamatan kerja. Berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pesawat Tenaga dan Produksi, Pasal 63 menyatakan bahwa mesin bor, mesin frais, dan mesin bubut harus memiliki ruang bebas paling sedikit 60 cm dari mesin atau dari ujung langkah gerak maju-mundur. Ketentuan tersebut menunjukkan bahwa kedekatan antarfasilitas pada tata letak tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan upaya memperpendek jarak perpindahan material, tetapi harus tetap mempertahankan ruang yang diperlukan untuk pengoperasian mesin secara aman [13].

Berdasarkan ketentuan tersebut, nilai 0,60 m dapat digunakan sebagai kriteria minimum ruang bebas pada mesin bubut, mesin frais, dan mesin bor dalam perancangan tata letak fasilitas. Jarak tersebut tidak dimaksudkan sebagai ukuran ergonomi operator secara menyeluruh, tetapi sebagai batas ruang bebas minimum yang berkaitan dengan penempatan dan pengoperasian fasilitas. Analisis ergonomi yang mencakup antropometri, postur kerja, dan beban kerja operator merupakan kajian yang berbeda dan tidak menjadi ruang lingkup penelitian ini.

Tabel 2.1 Kriteria Kebutuhan Ruang Fasilitas Pemesinan

Fasilitas	Kriteria Ruang Bebas	Dasar Pertimbangan
Meja Penyimpanan Material	Sesuai kebutuhan aktivitas	Akses penyimpanan dan pengambilan material
Mesin Gergaji	Sesuai kebutuhan aktivitas	Akses operator dan pemasukan material saat pemotongan
Mesin Bubut	$\geq 0,60$ m	Permenaker No. 38 Tahun 2016 Pasal 63

Mesin Frais	$\geq 0,60$ m	Permenaker No. 38 Tahun 2016 Pasal 63
Mesin Bor duduk	$\geq 0,60$ m	Permenaker No. 38 Tahun 2016 Pasal 63
Mesin gerinda duduk	Sesuai kebutuhan aktivitas	Area finishing dan pergerakan operator

2.3 Aliran Material dan Material Handling

Aliran material menunjukkan pergerakan bahan atau benda kerja dari satu tahapan proses menuju tahapan berikutnya di dalam sistem produksi [14]. Aliran material yang baik ditandai dengan pergerakan yang terarah, jarak perpindahan yang minimum, serta tidak adanya perpindahan yang tidak diperlukan. Dalam sistem produksi, aliran material berhubungan langsung dengan tata letak fasilitas karena posisi fasilitas akan menentukan panjang atau pendeknya lintasan perpindahan material [12].

Material handling mencakup kegiatan memindahkan, menempatkan, menyimpan, dan mengendalikan material selama proses produksi berjalan. Sistem material handling yang baik dapat membantu mengurangi waktu perpindahan, mengurangi tenaga operator, dan mendukung kelancaran proses produksi [13]. Sebaliknya, sistem material handling yang tidak didukung oleh tata letak fasilitas yang tepat dapat menyebabkan perpindahan material menjadi lebih panjang, tidak teratur, dan berpotensi menimbulkan gerakan bolak-balik antarstasiun kerja [12].

Dalam kegiatan pemesinan, aliran material perlu mengikuti urutan proses kerja. Material awal biasanya ditempatkan pada area penyimpanan, kemudian dipindahkan menuju proses pemotongan, pembentukan dimensi dasar, proses pemesinan lanjutan, pengeboran, dan finishing. Urutan ini menunjukkan bahwa penempatan mesin perlu disesuaikan dengan tahapan pengerjaan benda kerja. Apabila posisi mesin tidak sesuai dengan urutan proses, benda kerja harus

dipindahkan melalui lintasan yang lebih panjang. Kondisi tersebut dapat menurunkan efisiensi kerja dan mengganggu keteraturan area produksi [4], [12].

Selain itu, aliran material dapat diperkuat dengan perhitungan load-distance. Load-distance digunakan untuk mengetahui hubungan antara frekuensi perpindahan benda kerja dan jarak perpindahan antarstasiun kerja [15], [16]. Pada penelitian ini, perhitungan load-distance relevan karena Bengkel Bubut Anugrah Teknik pernah mengerjakan pembuatan roda gigi sebanyak 50 buah dalam satu periode pekerjaan. Dengan demikian, jarak perpindahan tidak hanya dilihat sebagai jarak antarstasiun kerja, tetapi juga sebagai beban perpindahan kumulatif selama proses produksi.

Rumus load-distance ditulis sebagai berikut:

$$LD = \sum (f_{ij} \times d_{ij})$$

Keterangan :

LD = total load-distance atau beban jarak perpindahan material

f_{ij} = frekuensi perpindahan material dari stasiun i ke j

d_{ij} = jarak perpindahan material dari stasiun i ke j

Jika frekuensi perpindahan dihitung berdasarkan jumlah benda kerja yang diproses, maka nilai load-distance menunjukkan total jarak perpindahan kumulatif untuk seluruh benda kerja. Misalnya, apabila jumlah roda gigi yang diproses sebanyak 50 buah, maka setiap jarak perpindahan antarstasiun kerja dikalikan dengan 50. Perhitungan ini dapat digunakan sebagai analisis tambahan untuk mengetahui besar beban perpindahan material pada tata letak awal dan tata letak usulan.

Selain frekuensi dan jarak perpindahan, karakteristik fisik benda kerja dapat digunakan sebagai faktor pembobot dalam mengevaluasi perpindahan material. Salah satu karakteristik tersebut adalah massa benda kerja. Penggunaan massa sebagai faktor pembobot memberikan gambaran mengenai besarnya perpindahan kumulatif benda kerja berdasarkan massa yang dipindahkan dan jarak yang ditempuh selama proses produksi. Dalam penelitian ini, analisis load-distance

dikembangkan dengan memasukkan massa aktual benda kerja sebagai faktor pembobot. Hasil pembobotan tersebut dinyatakan sebagai indikator massa-jarak. Indikator massa-jarak digunakan untuk membandingkan kondisi tata letak awal dan tata letak usulan berdasarkan massa benda kerja, frekuensi perpindahan, dan jarak antarstasiun kerja. Semakin kecil nilai indikator massa-jarak, semakin kecil perpindahan kumulatif benda kerja pada aliran proses yang dianalisis.

Indikator massa-jarak dinyatakan dalam satuan kilogram meter atau kg·m. Satuan tersebut menunjukkan hasil perkalian antara massa benda kerja dan jarak perpindahan, bukan energi mekanik atau usaha dalam satuan joule. Oleh karena itu, indikator massa-jarak dalam penelitian ini tidak digunakan untuk menghitung konsumsi energi, gaya pengangkatan, maupun tingkat kelelahan operator.

Dalam penelitian ini, analisis aliran material digunakan untuk menentukan prioritas kedekatan antarstasiun kerja dan mengevaluasi perpindahan benda kerja. Stasiun kerja yang memiliki hubungan proses langsung, yaitu A–B, B–C, C–D, D–E, dan E–F, diprioritaskan dalam perancangan tata letak karena keluaran dari satu proses menjadi benda kerja awal bagi proses berikutnya. Evaluasi tata letak dilakukan melalui perbandingan jarak perpindahan, load-distance, dan indikator massa-jarak antara tata letak awal dan tata letak usulan.

2.4 Metode Systematic Layout Planning (SLP)

Systematic Layout Planning (SLP) digunakan sebagai metode penyusunan tata letak yang mempertimbangkan aliran material, hubungan antaraktivitas, kebutuhan ruang, serta batasan fasilitas yang ada di area kerja [17]. Metode ini digunakan untuk membantu menentukan susunan fasilitas yang lebih sesuai dengan urutan proses produksi dan hubungan kedekatan antaraktivitas [6].

Dalam sistem manufaktur, metode SLP dapat digunakan untuk mengevaluasi tata letak awal dan menyusun tata letak usulan yang sesuai dengan aliran proses produksi [11]. Pada bengkel pemesinan, penerapan SLP perlu memperhatikan karakteristik proses kerja mesin, urutan perpindahan benda kerja,

ukuran mesin, ruang kerja operator, serta batasan fasilitas yang dapat dan tidak dapat dipindahkan. Pertimbangan tersebut penting karena fasilitas pemesinan, seperti mesin bubut dan mesin frais, memiliki karakteristik teknis yang berbeda dibandingkan fasilitas pendukung yang lebih mudah dipindahkan.

Dengan demikian, keberhasilan rancangan tata letak tidak hanya dilihat dari berkurangnya jarak perpindahan material, tetapi juga dari kesesuaiannya terhadap fungsi teknis stasiun kerja dalam proses pembuatan roda gigi. Dalam konteks penelitian ini, SLP berperan sebagai metode bantu untuk menyusun tata letak bengkel pemesinan secara terstruktur. Fokus utama penelitian tetap berada pada aliran proses pemesinan roda gigi, sedangkan SLP digunakan untuk menganalisis hubungan antarstasiun kerja dan menyusun rancangan tata letak fasilitas yang lebih sesuai dengan kondisi aktual Bengkel Bubut Anugrah Teknik [10] .

2.4.1 Tahapan Metode SLP

Penerapan Systematic Layout Planning (SLP) dalam penelitian ini dilakukan melalui tahapan yang disesuaikan dengan kondisi Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Tahapan tersebut digunakan agar proses perancangan tata letak tidak hanya didasarkan pada ketersediaan ruang, tetapi juga mempertimbangkan aliran material, hubungan kedekatan antaraktivitas, kebutuhan ruang, serta kondisi aktual fasilitas [14]. Dalam penelitian ini, tahapan metode SLP disesuaikan dengan kondisi Bengkel Bubut Anugrah Teknik dan fokus penelitian, yaitu perancangan tata letak fasilitas berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi. Adapun tahapan metode SLP yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Tahap awal dalam metode SLP adalah pengumpulan data yang berkaitan dengan proses produksi. Data yang dimaksud meliputi urutan proses kerja, jenis aktivitas, aliran material, serta kebutuhan ruang pada setiap aktivitas. Pada tahap ini, pemahaman terhadap kondisi aktual di lapangan menjadi sangat penting, karena data yang diperoleh akan menjadi dasar dalam proses analisis selanjutnya. Dalam konteks bengkel bubut seperti Anugrah Teknik, data dapat diperoleh melalui observasi langsung

terhadap proses kerja, pengukuran jarak antar area, serta pencatatan alur perpindahan material [18].

2. Identifikasi Stasiun Kerja

Identifikasi stasiun kerja dilakukan untuk mengetahui fasilitas produksi yang terlibat dalam proses pemesinan roda gigi. Setiap fasilitas diberi kode agar analisis aliran material dan hubungan kedekatan antarstasiun kerja dapat dilakukan secara lebih sistematis. Dalam penelitian ini, stasiun kerja yang dianalisis terdiri atas enam fasilitas utama, yaitu meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan mesin gerinda [19].

Kode Stasiun kerja yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Kode Stasiun Kerja

Kode	Stasiun Kerja	Fungsi
A	Meja Penyimpanan Material	Menyimpan dan menyiapkan material awal
B	Mesin Gergaji	Memotong material sesuai ukuran awal
C	Mesin Bubut	Membentuk dimensi dasar roda gigi
D	Mesin Frais	Membentuk profil roda gigi
E	Mesin Bor Duduk	Membuat Lubang poros atau dudukan
F	Mesin Gerinda	Melakukan proses finishing

3. Analisis Aliran Material

Analisis aliran material dilakukan untuk mengetahui urutan perpindahan material dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya [16]. Dalam metode SLP, aliran material menjadi salah satu dasar utama dalam menentukan hubungan antaraktivitas dan penyusunan tata letak fasilitas [14]. Pada penelitian ini, aliran material dianalisis berdasarkan urutan proses pemesinan roda gigi, yaitu:

$$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$$

Keterangan:

A = Meja penyimpanan material

B = Mesin gergaji

C = Mesin bubut

D = Mesin frais

E = Mesin bor duduk

F = Mesin gerinda

Urutan tersebut menunjukkan bahwa material bergerak secara bertahap dari proses persiapan material hingga proses finishing. Analisis aliran material ini digunakan sebagai dasar untuk mengukur jarak perpindahan material pada tata letak awal dan sebagai pertimbangan dalam penyusunan tata letak usulan [17].

4. Perhitungan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal

Perhitungan jarak perpindahan material dilakukan untuk mengetahui total jarak yang ditempuh benda kerja selama proses pemesinan roda gigi. Jarak yang dihitung meliputi perpindahan material dari A–B, B–C, C–D, D–E, dan E–F. Perhitungan jarak perpindahan material digunakan sebagai dasar evaluasi tata letak awal dan sebagai pembanding terhadap tata letak usulan [18].

Total jarak perpindahan material pada tata letak awal dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$J_{total\ awal} = J_A - B + J_B - C + J_C - D + J_D - E + J_E - F$$

Keterangan :

$J_{total\ awal}$ = Jarak perpindahan material pada tata letak awal

$J_A - B$ = Jarak perpindahan material dari stasiun A ke stasiun B

$J_B - C$ = Jarak perpindahan material dari stasiun B ke stasiun C

$J_C - D$ = Jarak perpindahan material dari stasiun C ke stasiun D

$J_D - E$ = Jarak perpindahan material dari stasiun D ke stasiun E

$J_E - F$ = Jarak perpindahan material dari stasiun E ke stasiun F

5. Penyusunan Activity Relationship Chart (ARC)

Activity Relationship Chart (ARC) digunakan untuk menentukan tingkat hubungan kedekatan antaraktivitas atau antarstasiun kerja dalam perancangan tata letak fasilitas [15]. Penentuan hubungan kedekatan dilakukan berdasarkan urutan proses produksi, frekuensi perpindahan material, kebutuhan operasional, dan pertimbangan keselamatan kerja [6]. Dalam penelitian ini, ARC digunakan untuk menentukan tingkat kedekatan antara stasiun A sampai F pada proses pemesian roda gigi.

Stasiun kerja yang memiliki hubungan proses langsung, seperti A–B, B–C, C–D, D–E, dan E–F, perlu diutamakan untuk ditempatkan lebih dekat. Hal ini disebabkan karena perpindahan material terjadi secara berurutan pada pasangan stasiun tersebut. Hasil ARC digunakan sebagai dasar dalam penyusunan Activity Relationship Diagram (ARD) dan rancangan tata letak usulan.

6. Activity Relationship Diagram (ARD)

Activity Relationship Diagram (ARD) disusun berdasarkan hasil ARC untuk menggambarkan posisi relatif antarstasiun kerja [15]. ARD tidak menunjukkan ukuran ruang secara rinci, tetapi berfungsi sebagai dasar visual dalam menentukan hubungan kedekatan antarfasilitas sebelum tata letak fisik disusun [15]. Dalam penelitian ini, ARD digunakan untuk menggambarkan hubungan relatif antara meja penyimpanan material sampai mesin gerinda.

7. Perancangan Tata Letak Usulan

Perancangan tata letak usulan dilakukan berdasarkan hasil analisis aliran material, jarak perpindahan material tata letak awal, ARC, ARD, serta

batasan fasilitas yang dapat dan tidak dapat dipindahkan. Tahap ini, posisi fasilitas disusun agar lebih sesuai dengan urutan proses pemesinan roda gigi.

Perancangan tata letak usulan juga mempertimbangkan aspek teknis fasilitas pemesinan, seperti ukuran mesin, bobot mesin, kebutuhan ruang operator, akses benda kerja, jalur perpindahan material, dan keterbatasan pemindahan fasilitas. Mesin yang memiliki bobot besar dan membutuhkan kestabilan kerja, seperti mesin bubut dan mesin frais, perlu dipertimbangkan secara khusus dalam penyusunan tata letak usulan. Dalam penelitian ini, penggambaran tata letak dua dimensi dilakukan dengan bantuan Microsoft Visio. Visualisasi tiga dimensi dapat dibuat menggunakan SketchUp 2023 untuk memperjelas posisi fasilitas, ruang kerja operator, dan aliran perpindahan material. Penggunaan perangkat lunak tersebut hanya berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, sedangkan metode analisis tata letak tetap menggunakan SLP [14].

8. Perhitungan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Usulan

Setelah tata letak usulan disusun, dilakukan perhitungan kembali terhadap jarak perpindahan material. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui total jarak perpindahan material setelah posisi fasilitas disusun ulang. Jarak yang dihitung tetap mengikuti urutan proses A–B–C–D–E–F agar hasilnya dapat dibandingkan dengan tata letak awal.

Total jarak perpindahan material pada tata letak usulan dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$J_{total\ usulan} = J_A - B + J_B - C + J_C - D + J_D - E + J_E - F$$

Keterangan :

$J_{total\ usulan}$ = total jarak perpindahan material pada tata letak usulan

$J_A - B$ = jarak perpindahan material dari stasiun A ke stasiun B pada tata letak usulan

$J_B - C$ = jarak perpindahan material dari stasiun B ke stasiun C pada tata letak usulan

$J_C - D$ = jarak perpindahan material dari stasiun C ke stasiun D pada tata letak usulan

$J_D - E$ = jarak perpindahan material dari stasiun D ke stasiun E pada tata letak usulan

$J_E - F$ = jarak perpindahan material dari stasiun E ke stasiun F pada tata letak usulan

9. Perhitungan Load-Distance

Selain menghitung total jarak perpindahan material, analisis dapat diperkuat dengan perhitungan load-distance. Load-distance digunakan untuk mengetahui beban perpindahan kumulatif berdasarkan frekuensi perpindahan benda kerja dan jarak perpindahan antarstasiun kerja.

Rumus load-distance ditulis sebagai berikut.

$$LD = \sum (f_{ij} \times d_{ij})$$

Keterangan:

LD = total load-distance atau beban jarak perpindahan material

f_{ij} = frekuensi perpindahan material dari stasiun i ke stasiun j

d_{ij} = jarak perpindahan material dari stasiun i ke stasiun j

10. Evaluasi dan Perbandingan Tata Letak

Tahap akhir dalam metode SLP adalah evaluasi dan perbandingan antara tata letak awal dan tata letak usulan [1], [14]. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui apakah tata letak usulan mampu mengurangi jarak perpindahan material dan mendukung urutan proses pemrosesan roda gigi.

Persentase efisiensi jarak perpindahan material dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$Efisiensi = \frac{J_{total\ awal} - J_{total\ usulan}}{J_{total\ awal}} \times 100 \%$$

Keterangan :

$J_{total\ awal}$ = total jarak perpindahan material pada tata letak awal

$J_{total\ usulan}$ = total jarak perpindahan material pada tata letak usulan

Efisiensi = persentase pengurangan jarak perpindahan material

Semakin besar nilai efisiensi, semakin besar pengurangan jarak perpindahan material yang diperoleh dari tata letak usulan. Namun, rancangan tata letak usulan tetap harus mempertimbangkan kondisi teknis fasilitas pemesinan agar dapat diterapkan sesuai kondisi aktual bengkel.

2.4.2 Activity Relationship Chart (ARC)

Activity Relationship Chart (ARC) digunakan untuk menilai kebutuhan kedekatan antarstasiun kerja berdasarkan hubungan proses, perpindahan material, dan pertimbangan kerja di lapangan. ARC membantu menunjukkan aktivitas mana yang perlu ditempatkan berdekatan, cukup berdekatan, tidak perlu berdekatan, atau sebaiknya dijauhkan. Dalam metode *Systematic Layout Planning* (SLP), ARC digunakan sebagai dasar untuk menyusun hubungan antarfasilitas sebelum rancangan tata letak fisik dibuat [1], [15], [17].

Penyusunan ARC tidak boleh dilakukan secara acak. Setiap hubungan antarstasiun kerja perlu diberi kode kedekatan berdasarkan alasan teknis yang jelas. Alasan tersebut dapat berupa urutan proses produksi, frekuensi perpindahan material, kemudahan pemindahan benda kerja, penggunaan area kerja, kebutuhan pengawasan, serta pertimbangan keselamatan kerja. Pada bengkel pemesinan, penentuan hubungan kedekatan juga perlu mempertimbangkan fungsi mesin perkakas, ruang kerja operator, dan arah perpindahan benda kerja antarproses [20].

Kode hubungan kedekatan dalam ARC umumnya memakai simbol huruf A, E, I, O, U, dan X. Setiap kode menunjukkan tingkat kepentingan hubungan antaraktivitas. Kode A menunjukkan bahwa dua aktivitas mutlak perlu ditempatkan berdekatan, sedangkan kode X menunjukkan bahwa dua aktivitas tidak diharapkan berdekatan karena adanya potensi gangguan, risiko keselamatan, atau alasan teknis lain [17].

Tabel 2. 2 Hubungan kedekatan ARC

Kode	Tingkat Hubungan	Makna
A	<i>Absolutely necessary</i>	Mutlak perlu berdekatan
E	<i>Especially important</i>	Sangat penting berdekatan
I	<i>Important</i>	Penting berdekatan
O	<i>Ordinary</i>	Cukup atau biasa
U	<i>Unimportant</i>	Tidak penting berdekatan
X	<i>Undesirable</i>	Tidak diharapkan berdekatan

Selain kode hubungan kedekatan, ARC juga memerlukan alasan hubungan. Alasan hubungan digunakan untuk menjelaskan dasar pemberian kode antarstasiun kerja. Dalam penelitian ini, alasan hubungan disusun berdasarkan urutan proses pemesinan roda gigi, perpindahan material, fungsi teknis fasilitas, dan kondisi kerja di bengkel.

Tabel 2. 3 Alasan Hubungan

Kode Alasan	Alasan Hubungan
1	Urutan langsung aliran proses pemesinan
2	Frekuensi perpindahan material
3	Memudahkan perpindahan benda kerja
4	Menggunakan area kerja atau jalur perpindahan yang berdekatan
5	Tidak memiliki hubungan proses langsung
6	Pertimbangan keselamatan dan ruang kerja operator

Stasiun kerja yang memiliki hubungan proses langsung, seperti A–B, B–C, C–D, D–E, dan E–F, perlu diutamakan untuk ditempatkan lebih dekat karena material berpindah secara berurutan pada pasangan stasiun tersebut. Sementara itu, stasiun kerja yang tidak memiliki hubungan proses langsung tidak menjadi prioritas kedekatan, kecuali terdapat pertimbangan operasional tertentu di lapangan. Hasil ARC selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan *Activity Relationship Diagram* (ARD) dan rancangan tata letak fasilitas usulan.

2.4.3 Activity Relationship Diagram (ARD)

Activity Relationship Diagram (ARD) merupakan penggambaran posisi relatif antarstasiun kerja yang disusun dari hasil penilaian kedekatan pada ARC. Jika ARC menunjukkan tingkat kedekatan antaraktivitas dalam bentuk kode hubungan, maka ARD menggambarkan hubungan tersebut secara visual. Dengan demikian, ARD digunakan untuk memperlihatkan posisi relatif antaraktivitas atau antarfasilitas sebelum rancangan tata letak fisik dibuat [20].

ARD tidak menunjukkan ukuran ruang secara detail, tetapi berfungsi sebagai dasar awal dalam menyusun alternatif tata letak. Stasiun kerja dengan hubungan A atau E sebaiknya ditempatkan lebih dekat, sedangkan stasiun kerja dengan hubungan U atau X tidak harus ditempatkan berdekatan. Dengan demikian, ARD membantu menghubungkan hasil analisis hubungan aktivitas dengan rancangan tata letak fisik yang akan dibuat.

Pada penelitian ini, ARD digunakan untuk menentukan posisi relatif stasiun kerja pada proses pemesinan roda gigi di Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Hubungan antarstasiun kerja disusun berdasarkan urutan aliran proses pemesinan roda gigi, yaitu A–B–C–D–E–F. Dengan adanya ARD, penyusunan tata letak usulan dapat diarahkan agar aliran material lebih teratur dan jarak perpindahan material dapat dikurangi.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai dasar untuk mengetahui perkembangan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, khususnya yang berhubungan langsung dengan perancangan tata letak fasilitas menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP). Selain itu, penelitian terdahulu juga digunakan untuk mengetahui posisi dan kontribusi penelitian yang dilakukan saat ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

Penelitian mengenai perancangan tata letak fasilitas dengan metode SLP telah banyak diterapkan pada berbagai jenis industri manufaktur. Metode ini digunakan karena mampu menganalisis hubungan antaraktivitas, aliran material,

serta kebutuhan kedekatan antarstasiun kerja secara sistematis [14]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan SLP dapat mengurangi jarak perpindahan material dan meningkatkan keteraturan aliran proses produksi [11]. Penelitian lain menunjukkan bahwa kombinasi analisis aliran material dan Activity Relationship Chart (ARC) dapat digunakan untuk menentukan tingkat kedekatan antarstasiun kerja secara lebih terstruktur. Hasil ARC kemudian dikembangkan menjadi Activity Relationship Diagram (ARD) sebagai dasar penyusunan tata letak usulan [15]. Pendekatan ini terbukti efektif dalam menyusun layout yang lebih sesuai dengan aliran proses produksi dibandingkan tata letak awal yang tidak terstruktur.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode/Pendekatan	Relevansi dengan penelitian
Putra (2022)	Perancangan Tata Letak Fasilitas pada Bengkel Bubut dan Las di CV. Raihan Teknik	Systematic Layout Planning (SLP)	Relevan karena memiliki objek yang sejenis, yaitu bengkel bubut, sehingga dapat menjadi pembanding dalam kajian tata letak fasilitas bengkel.
Saputra dkk. (2020)	<i>Improvement of Facility Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) Method to Reduce Material Movement Distance</i>	Perbaikan layout untuk mengurangi jarak perpindahan material	Relevan karena penelitian ini juga menggunakan indikator jarak perpindahan material sebagai

Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode/Pendekatan	Relevansi dengan penelitian
			dasar evaluasi layout.
Saifulloh dkk. (2024)	Perancangan tata letak fasilitas dan penambahan fasilitas produksi	Systematic Layout Planning (SLP)	Relevan untuk tahapan perancangan layout
Achmad dan Santoso (2025)	<i>Redesign of Production Facility Layout Using SLP Method to Improve Operational Efficiency at PT. XYZ</i>	Systematic Layout Planning (SLP)	Relevan sebagai pembanding penerapan SLP pada sistem produksi.
Maier et al. (2020)	Perbaikan layout meningkatkan kelancaran aliran material	Layout optimization	Optimalisasi layout meningkatkan produktivitas dan efisiensi sistem produksi
Widia, Bhagya, dan Anggaliya (2025)	<i>Proposed Improvement of Production Facility Layout at PT XYZ Using Activity Relationship Chart (ARC) Method to Minimize Material Handling Costs</i>	Activity Relationship Chart (ARC)	Relevan karena penelitian ini juga menggunakan ARC sebagai dasar penentuan hubungan kedekatan antarstasiun kerja.
Lubis dkk.	<i>Factory Layout Planning Using</i>	ARC dan ARD	Relevan karena penelitian ini juga

Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode/Pendekatan	Relevansi dengan penelitian
(2023)	<i>Activity Relationship Chart (ARC) and Activity Relationship Diagram (ARD) Method</i>		menggunakan ARC dan ARD dalam penyusunan tata letak usulan.

2.6 Posisi dan Kebaruan Penelitian

Penelitian ini berada pada bidang perancangan tata letak fasilitas dalam lingkup manufaktur Teknik Mesin, khususnya pada sistem kerja bengkel pemesinan skala kecil. Fokus utama penelitian adalah evaluasi dan perancangan ulang tata letak fasilitas Bengkel Bubut Anugrah Teknik berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi. Proses pemesinan yang dianalisis melibatkan beberapa stasiun kerja, yaitu meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan mesin gerinda duduk.

Berdasarkan penelitian terdahulu, metode Systematic Layout Planning (SLP) telah banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tata letak fasilitas pada berbagai jenis industri manufaktur [4], [5], [14]. Beberapa penelitian menggunakan metode SLP untuk mengurangi jarak perpindahan material, memperbaiki aliran proses produksi, dan menyusun hubungan kedekatan antaraktivitas. Selain itu, beberapa penelitian juga mengombinasikan SLP dengan metode atau perangkat lunak lain, seperti BLOCPLAN, CRAFT, atau pendekatan optimasi tata letak, untuk menghasilkan beberapa alternatif rancangan fasilitas.

Berbeda dari penelitian terdahulu, penelitian ini adalah bengkel bubut skala kecil dengan karakteristik produksi berbasis pesanan. Bengkel seperti ini memiliki kondisi fasilitas yang lebih sederhana dibandingkan industri manufaktur skala besar, tetapi tetap memiliki permasalahan tata letak yang berhubungan langsung dengan aliran proses pemesinan. Dalam penelitian ini, objek proses yang dianalisis dibatasi pada proses pembuatan roda gigi. Dengan demikian, perancangan tata letak

tidak hanya didasarkan pada kedekatan antarfasilitas, tetapi juga pada urutan proses pemesinan benda kerja.

Adapun kebaruan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Penelitian menerapkan metode Systematic Layout Planning (SLP) pada bengkel bubut skala kecil dengan fokus pada aliran proses pemesinan roda gigi.
2. Penelitian menggunakan urutan proses pemesinan roda gigi sebagai dasar dalam menentukan hubungan kedekatan antarstasiun kerja.
3. Penelitian menggabungkan analisis aliran material, jarak perpindahan material, Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), dan load-distance sebagai dasar perancangan tata letak usulan.
4. Penelitian mempertimbangkan karakteristik teknis fasilitas pemesinan, seperti fungsi mesin, ruang kerja operator, akses benda kerja, dan batasan pemindahan mesin.
5. Penelitian menghasilkan rancangan tata letak fasilitas yang disesuaikan dengan kondisi aktual Bengkel Bubut Anugrah Teknik, bukan berdasarkan model industri manufaktur skala besar.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif dan metode studi kasus. Penelitian terapan digunakan karena penelitian ini tidak hanya menggambarkan kondisi tata letak fasilitas awal, tetapi juga menghasilkan rancangan tata letak fasilitas usulan berdasarkan metode Systematic Layout Planning (SLP). Rancangan tersebut disusun untuk memperbaiki aliran material dan mengurangi jarak perpindahan material pada proses pemesinan roda gigi di Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini melibatkan data yang dapat diukur dan dihitung, terutama jarak perpindahan material antarstasiun kerja. Data jarak pada tata letak awal dan tata letak usulan digunakan sebagai dasar untuk membandingkan efisiensi rancangan tata letak. Hasil penelitian tidak hanya bersifat uraian kondisi lapangan, tetapi juga didukung oleh perhitungan jarak perpindahan material.

Dalam penelitian ini, metode SLP digunakan sebagai metode utama untuk mengevaluasi dan merancang ulang tata letak fasilitas. Tahapan analisis meliputi identifikasi stasiun kerja, analisis aliran material, pengukuran jarak perpindahan material, penyusunan Activity Relationship Chart (ARC), penyusunan Activity Relationship Diagram (ARD), perancangan tata letak usulan, perhitungan jarak perpindahan material, dan perhitungan efisiensi. Analisis load-distance digunakan sebagai analisis tambahan untuk melihat beban perpindahan benda kerja berdasarkan frekuensi perpindahan dan jarak antarstasiun kerja.

Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini tidak hanya menggambarkan kondisi tata letak awal, tetapi juga menghasilkan rancangan tata letak usulan yang dapat dievaluasi secara kuantitatif. Hasil penelitian bersifat spesifik sesuai kondisi aktual Bengkel Bubut Anugrah Teknik, sehingga tidak dimaksudkan untuk digeneralisasi secara langsung pada semua bengkel pemesinan. Namun, tahapan

analisis yang digunakan dapat menjadi acuan untuk penelitian sejenis pada bengkel pemesinan skala kecil.

3.2 Tempat Penelitian dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Bengkel Bubut Anugrah Teknik yang berlokasi di Jalan Jamaras 1 RT 05 RW 14 No. 121, Bandung. Bengkel ini merupakan bengkel pemesinan skala kecil yang melayani pekerjaan pembubutan, perbaikan komponen, dan pembuatan komponen logam sesuai kebutuhan pelanggan. Bengkel Bubut Anugrah Teknik dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki fasilitas mesin perkakas yang mendukung proses pemesinan roda gigi, seperti meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan mesin gerinda duduk.

Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada kesesuaian objek dengan tujuan penelitian. Bengkel ini memiliki aliran proses pemesinan yang dapat dianalisis menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP). Proses pembuatan roda gigi yang dianalisis melibatkan perpindahan benda kerja secara berurutan dari meja penyimpanan material menuju mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan mesin gerinda duduk. Kondisi tersebut sesuai dengan fokus penelitian, yaitu evaluasi dan perancangan tata letak fasilitas berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi.

Area bengkel yang dianalisis memiliki ukuran $6\text{ m} \times 10\text{ m}$ atau luas 60 m^2 . Area tersebut digunakan untuk menempatkan fasilitas produksi utama, jalur perpindahan benda kerja, dan ruang kerja operator. Pengukuran area bengkel, posisi mesin, dan jarak perpindahan material dilakukan secara langsung untuk memperoleh data tata letak awal yang sesuai dengan kondisi aktual.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2026 sampai dengan Juni 2026. Kegiatan penelitian meliputi observasi tata letak awal, wawancara dengan pemilik atau operator bengkel, dokumentasi fasilitas, pengukuran jarak perpindahan material, penyusunan Activity Relationship Chart (ARC), penyusunan Activity

Relationship Diagram (ARD), perancangan tata letak usulan, serta perhitungan efisiensi jarak perpindahan material.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah tata letak fasilitas pemesinan pada Bengkel Bubut Anugrah Teknik, khususnya area produksi yang digunakan dalam proses pembuatan roda gigi. Objek tersebut dipilih karena proses pembuatan roda gigi melibatkan beberapa stasiun kerja yang saling berhubungan secara berurutan, mulai dari persiapan material hingga proses finishing. Fokus penelitian diarahkan pada aliran perpindahan benda kerja antarstasiun kerja pemesinan.

Aliran proses pemesinan roda gigi dalam penelitian ini mengikuti urutan sebagai berikut:

$$\mathbf{A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F}$$

Urutan tersebut menunjukkan bahwa benda kerja berpindah secara bertahap dari meja penyimpanan material menuju mesin gergaji untuk proses pemotongan. Setelah itu, benda kerja dipindahkan ke mesin bubut untuk pembentukan dimensi dasar, kemudian menuju mesin frais untuk proses pembentukan profil roda gigi. Tahap berikutnya adalah pengeboran menggunakan mesin bor duduk, kemudian proses akhir dilakukan menggunakan mesin gerinda duduk untuk finishing.

Objek penelitian dibatasi pada tata letak fasilitas yang berhubungan langsung dengan aliran proses tersebut. Proses lain di luar pembuatan roda gigi tidak dianalisis agar penelitian tetap terarah. Dengan batasan tersebut, analisis penelitian difokuskan pada kesesuaian posisi stasiun kerja terhadap urutan proses pemesinan, jarak perpindahan material, hubungan kedekatan antarstasiun kerja, serta rancangan tata letak fasilitas usulan menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP).

3.4 Karakteristik Objek Penelitian

Bengkel Bubut Anugrah Teknik merupakan usaha jasa pemesinan skala kecil yang bergerak dalam bidang pengerjaan logam. Bengkel ini melayani pekerjaan berbasis pesanan atau *job order*, seperti pembubutan, perbaikan

komponen, dan pembuatan komponen logam sesuai kebutuhan pelanggan. Sistem produksi yang digunakan tidak bersifat produksi massal, tetapi bersifat fleksibel mengikuti jenis pekerjaan yang diterima. Kondisi tersebut menyebabkan aliran proses produksi dapat berbeda pada setiap pekerjaan.

Pada penelitian ini, karakteristik objek penelitian difokuskan pada proses pembuatan roda gigi. Proses tersebut dipilih karena melibatkan beberapa tahapan pemesinan yang dilakukan secara berurutan. Tahapan proses dimulai dari persiapan material, pemotongan material, pembubutan, pengefraisan, pengeboran, hingga finishing. Dengan demikian, proses pembuatan roda gigi dapat digunakan sebagai dasar untuk menganalisis aliran perpindahan benda kerja antarstasiun kerja.

Fasilitas utama yang digunakan dalam proses pemesinan roda gigi terdiri atas meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan mesin gerinda duduk. Meja penyimpanan material digunakan untuk menyimpan dan menyiapkan bahan awal sebelum diproses. Mesin gergaji digunakan untuk memotong material sesuai ukuran awal benda kerja. Mesin bubut digunakan untuk membentuk dimensi dasar roda gigi, seperti diameter luar dan bidang permukaan. Mesin frais digunakan untuk membentuk profil gigi atau bagian benda kerja yang memerlukan proses frais. Mesin bor duduk digunakan untuk membuat lubang poros atau lubang dudukan. Mesin gerinda duduk digunakan untuk proses finishing dan perapian permukaan benda kerja.

Area produksi Bengkel Bubut Anugrah Teknik memiliki ukuran 6 m × 10 m atau luas 60 m². Area tersebut digunakan untuk menempatkan fasilitas produksi, jalur perpindahan benda kerja, dan ruang kerja operator. Dengan ukuran area yang terbatas, penempatan fasilitas perlu memperhatikan aliran proses pemesinan, ruang gerak operator, akses benda kerja, serta keamanan kerja selama proses pemesinan berlangsung.

Tabel 3. 1 Karakteristik Objek Penelitian

Aspek	Keterangan
Nama Objek	Bengkel Bubut Anugrah Teknik

Jenis Usaha	Bengkel pemesinan skala kecil
Sistem Produksi	Berbasis pesanan atau job order
Area yang dianalisis	Area produksi bengkel
Ukuran Area	6 m × 10 m atau 60 m ²
Objek Proses	Proses pemesinan roda gigi
Stasiun Kerja Utama	Meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan mesin gerinda duduk
Aliran Proses	A-B-C-D-E-F
Jumlah Operator	2 Orang
Sistem perpindahan material	Manual oleh operator

3.5 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer digunakan sebagai dasar utama dalam menganalisis kondisi tata letak fasilitas pemesinan, aliran perpindahan benda kerja, jarak perpindahan material, dan hubungan kedekatan antarstasiun kerja. Data sekunder digunakan untuk memperkuat landasan teori, metode penelitian, serta pembahasan yang berkaitan dengan tata letak fasilitas, proses pemesinan, material handling, dan metode *Systematic Layout Planning* (SLP).

Data primer diperoleh secara langsung dari Bengkel Bubut Anugrah Teknik melalui observasi, wawancara, pengukuran langsung, dan dokumentasi. Data ini digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual bengkel dan menjadi dasar dalam perancangan tata letak fasilitas usulan. Data sekunder diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, artikel penelitian, dan referensi lain yang relevan dengan perancangan tata letak fasilitas, proses pemesinan roda gigi, aliran material, material handling, ARC, ARD, dan load-distance.

3.5.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian, yaitu Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Data primer digunakan untuk mengetahui kondisi aktual tata letak fasilitas, posisi stasiun kerja, aliran benda kerja, jarak perpindahan material, serta batasan teknis fasilitas pemesinan. Data primer dalam penelitian ini meliputi kondisi tata letak awal, ukuran area bengkel, posisi stasiun kerja, jenis fasilitas produksi, ukuran fasilitas, alur proses pemesinan roda gigi, jarak perpindahan material antarstasiun kerja, jumlah produksi roda gigi, sistem perpindahan material, jumlah operator, serta informasi mengenai fasilitas yang dapat dan tidak dapat dipindahkan.

Berdasarkan hasil observasi, area produksi Bengkel Bubut Anugrah Teknik memiliki ukuran 6 m × 10 m atau luas 60 m². Data jarak perpindahan material pada tata letak awal diperoleh melalui pengukuran langsung. Jarak perpindahan dari A-B sebesar 1,28 m, B-C sebesar 1,80 m, C-D sebesar 2,90 m, D-E sebesar 1,89 m, dan E-F sebesar 2,20 m. Data tersebut digunakan untuk menghitung total jarak perpindahan material pada tata letak awal. Selain itu, data jumlah produksi roda gigi sebanyak 50 buah dalam satu periode pekerjaan digunakan sebagai dasar untuk perhitungan load-distance.

Tabel 3. 2 Data Primer Penelitian

No	Data Primer	Sumber Data	Teknik Pengumpulan	Bentuk Bukti
1	Kondisi tata letak fasilitas	Area Bengkel	Obsrvasi dan Dokumentasi	Foto Kondisi bengkel dan tata letak awal
2	Ukuran area bengkel	Area produksi bengkel	Pengukuran langsung	Data ukuran 6 m x 10 m
3	Posisi stasiun kerja A-F	Area produksi bengkel	Wawancara dan Observasi	Denah tata letak awal dan foto stasiun kerja

No	Data Primer	Sumber Data	Teknik Pengumpulan	Bentuk Bukti
4	Jenis fasilitas pemesinan	Area Bengkel	Observasi dan wawancara	Tabel identifikasi stasiun kerja
5	Dimensi fasilitas produksi	Fasilitas produksi	Pengukuran Langsung	Data panjang dan lebar fasilitas
6	Urutan dan jenis operasi pemesinan roda gigi	Proses aktual serta pemilik atau operator bengkel	Observasi dan wawancara	<i>Route sheet</i> proses A–B–C–D–E–F
7	Jarak perpindahan benda kerja antarstasiun	Area produksi pada tata letak awal dan tata letak usulan	Pengukuran langsung	Tabel jarak A sampai F
8	Sistem perpindahan material	Area produksi bengkel	Observasi dan wawancara	Uraian material handling manual
9	Fasilitas yang dapat dan tidak dipindahkan	Pemilik bengkel/operator bengkel	Wawancara dan observasi	Keterangan batasan teknis pemindahan fasilitas
10	Karakteristik teknis benda kerja roda gigi	Benda kerja serta informasi pemilik atau operator bengkel	Pengukuran, penimbangan, dan wawancara	Diameter luar 100 mm, diameter lubang 30 mm, ketebalan 25 mm, dan massa 1,3 kg
11	Jumlah benda kerja dalam	Pemilik atau operator bengkel	Wawancara dan dokumentasi	Data sebanyak 50 benda kerja dalam satu

No	Data Primer	Sumber Data	Teknik Pengumpulan	Bentuk Bukti
	periode pekerjaan yang dianalisis			periode pekerjaan
12	Data load-distance	Data jarak dan jumlah produksi	Perhitungan	Tabel load-distance tata letak awal dan tata letak usulan

Data primer dalam penelitian ini juga mencakup karakteristik teknis benda kerja roda gigi, yaitu jenis material, diameter luar, diameter lubang tengah, ketebalan, dan massa aktual benda kerja. Data dimensi diperoleh melalui pengukuran langsung, sedangkan massa benda kerja diperoleh melalui penimbangan. Selain itu, dikumpulkan data mengenai urutan proses pemesinan, fungsi setiap stasiun kerja, jenis operasi yang dilakukan, serta perubahan kondisi benda kerja setelah melewati setiap tahapan proses. Data tersebut digunakan untuk menyusun *route sheet* proses pemesinan dan sebagai dasar perhitungan indikator massa-jarak.

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber tidak langsung yang digunakan untuk mendukung landasan teori, metode analisis, dan pembahasan hasil penelitian. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, penelitian terdahulu, serta peraturan perundang-undangan yang relevan dengan tata letak fasilitas, proses pemesinan, material handling, metode Systematic Layout Planning (SLP), Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), load-distance, serta keselamatan kerja pada fasilitas pemesinan.

Peraturan yang digunakan sebagai salah satu dasar dalam evaluasi kebutuhan ruang fasilitas adalah Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pesawat Tenaga dan Produksi. Berdasarkan Pasal 63, mesin bor, mesin frais, dan

mesin bubut harus memiliki ruang bebas paling sedikit 60 cm dari mesin atau dari ujung langkah gerak maju-mundur. Ketentuan tersebut digunakan sebagai kriteria minimum ruang bebas pada fasilitas terkait dalam evaluasi tata letak usulan.

Tabel 3. 3 Data Penelitian

No	Data Sekunder	Sumber Data
1	Teori Proses Pemesinan	Buku Jurnal Manufaktur
2	Teori Teori Roda Gigi	Jurnal Teknik Mesin
3	Teori Mesin Perkakas	Buku Manufaktur
4	Teori Tata Letak Fasilitas	Buku Dan Jurnal Tata Letak Fasilitas
5	Teori Aliran Material Dan Material Handling	Jurnal Sistem Produksi
6	Metode Systematic Layout Planning	Jurnal Slp
7	Activity Relationship Chart	Jurnal Layout Fasilitas
8	Activity Relationship Diagram	Jurnal Layout Fasilitas
9	Load-Distance	Jurnal Tata Letak Fasilitas Dan Material Handling
10	Penelitian Terdahulu	Artikel Ilmiah Dan Jurnal
11	Kriteria ruang bebas dan keselamatan fasilitas pemesinan	Permenaker RI No. 38 Tahun 2016

Data sekunder digunakan sebagai dasar untuk menyusun landasan teori, memperkuat metode analisis, dan mendukung pembahasan hasil penelitian. Dengan adanya data sekunder, hasil penelitian tidak hanya didasarkan pada kondisi lapangan, tetapi juga didukung oleh teori dan penelitian terdahulu yang relevan.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data yang sesuai dengan kondisi aktual Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Data yang dikumpulkan meliputi kondisi tata letak awal, posisi stasiun kerja, ukuran area bengkel, jarak perpindahan material, alur proses pemesinan roda

gigi, jenis fasilitas pemesinan, serta informasi mengenai fasilitas yang dapat dan tidak dapat dipindahkan. Teknik pengumpulan data yang digunakan terdiri dari observasi, wawancara, pengukuran langsung, dokumentasi, dan penggambaran tata letak dua dan tiga dimensi.

3.6.1 Observasi

Observasi dilakukan di area produksi Bengkel Bubut Anugrah Teknik untuk mencatat posisi stasiun kerja, jalur perpindahan benda kerja, dan batasan fisik yang memengaruhi rancangan tata letak. Observasi ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran nyata mengenai sistem kerja yang berlangsung.

3.6.2 Wawancara

Wawancara digunakan untuk memperoleh keterangan dari pemilik atau operator mengenai urutan proses roda gigi, fasilitas yang digunakan, serta kendala perpindahan material di area bengkel. Wawancara dalam penelitian ini dilakukan kepada 1 narasumber, yaitu Bapak Yatno Purnomo selaku pemilik Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Wawancara dengan Bapak Yatno Purnomo difokuskan pada informasi teknis mengenai profil bengkel, jenis pekerjaan yang dilakukan, alur proses pemesinan roda gigi, mesin yang digunakan, pola perpindahan material, kendala tata letak fasilitas, serta fasilitas yang dapat dan tidak dapat dipindahkan.

Tabel 3. 4 Aspek Wawancara Penelitian

No	Aspek Wawancara	Tujuan Data
1	Profil umum bengkel	Mengetahui latar belakang dan karakteristik Bengkel Bubut Anugrah Teknik
2	Jenis pekerjaan bengkel	Mengetahui jenis pekerjaan pemesinan yang biasa dilakukan
3	Fasilitas dan mesin yang digunakan	Mengidentifikasi stasiun kerja dalam proses produksi
4	Proses pembuatan roda gigi	Menentukan relevansi proses roda gigi sebagai objek penelitian

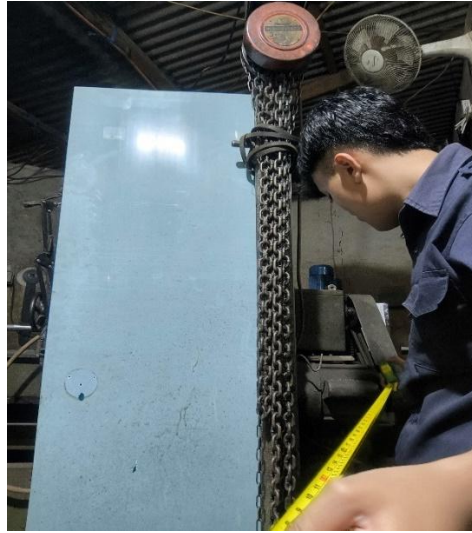
No	Aspek Wawancara	Tujuan Data
5	Urutan proses pemesianan roda gigi	Menentukan aliran proses A-B-C-D-E-F
6	Pola perpindahan material	Mengetahui aliran benda kerja antarstasiun kerja
7	Sistem pengerjaan roda gigi	Mengetahui apakah pekerjaan dilakukan satuan atau batch
8	Kendala tata letak fasilitas	Mengidentifikasi permasalahan pada tata letak awal
9	Fasilitas yang dapat dan tidak dapat dipindahkan	Menentukan batasan teknis dalam tata letak usulan
10	Pertimbangan teknis pemindahan mesin	Menentukan batasan dalam rancangan tata letak usulan
11	Mesin atau fasilitas apa saja yang sulit atau tidak memungkinkan untuk dipindahkan?	Mengetahui alasan teknis terkait ukuran, bobot, ruang operator, dan kestabilan mesin

3.6.3 Pengukuran Langsung

Pengukuran langsung dilakukan untuk memperoleh data ukuran area bengkel, dimensi fasilitas produksi, dan jarak perpindahan benda kerja antarstasiun kerja. Ukuran area dan fasilitas digunakan sebagai dasar dalam menggambarkan tata letak awal serta menentukan kebutuhan ruang pada tata letak usulan.

Pengukuran langsung juga dilakukan terhadap benda kerja roda gigi yang menjadi objek penelitian. Parameter yang diukur meliputi diameter luar, diameter lubang tengah, dan ketebalan benda kerja. Massa benda kerja diperoleh melalui penimbangan langsung. Hasil pengukuran dicatat dalam satuan milimeter untuk dimensi dan kilogram untuk massa. Data dimensi digunakan untuk menjelaskan karakteristik fisik benda kerja, sedangkan data massa digunakan sebagai faktor pembobot dalam perhitungan indikator massa-jarak. Perhitungan tersebut

menggabungkan massa aktual benda kerja, frekuensi perpindahan, dan jarak antarstasiun kerja untuk membandingkan tata letak awal dengan tata letak usulan.



Gambar 3. 1 Pengukuran langsung menggunakan Pita ukur (Meteran)

3.6.4 Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengambil foto kondisi bengkel, posisi mesin, area kerja, material, serta fasilitas yang terlibat dalam proses pemesinan roda gigi. Dokumentasi digunakan sebagai bukti pendukung bahwa data yang dianalisis berasal dari kondisi aktual di lapangan. Dokumentasi juga digunakan untuk memperjelas gambaran tata letak awal, kondisi ruang kerja, serta posisi fasilitas yang menjadi objek analisis. Foto dokumentasi dapat dilampirkan pada bagian lampiran sebagai bukti observasi dan pendukung hasil analisis.

3.6.5 Penggambaran Tata letak Dua Dimensi

Penggambaran tata letak dua dimensi dilakukan berdasarkan data hasil observasi dan pengukuran langsung. Tata letak dua dimensi digunakan untuk memperjelas posisi fasilitas, ukuran area bengkel, dan arah aliran perpindahan material. Dalam penelitian ini, penggambaran tata letak dua dimensi dilakukan menggunakan Microsoft Visio.

Tata letak dua dimensi digunakan untuk menampilkan tata letak awal dan tata letak usulan. Pada tata letak awal, posisi fasilitas digambarkan sesuai kondisi aktual bengkel. Pada tata letak usulan, posisi fasilitas digambarkan berdasarkan

hasil analisis aliran material, Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), serta batasan fasilitas yang dapat dan tidak dapat dipindahkan.

Penggunaan Microsoft Visio dalam penelitian ini hanya berfungsi sebagai alat bantu penggambaran tata letak, bukan sebagai metode optimasi tata letak. Metode analisis utama yang digunakan tetap mengacu pada Systematic Layout Planning (SLP).

3.6.6 Visualisasi 3 Dimensi

Visualisasi tiga dimensi dapat digunakan untuk memperjelas hasil rancangan tata letak fasilitas. Dalam penelitian ini, visualisasi tiga dimensi direncanakan menggunakan SketchUp 2023 dan Solidworks 2023. Visualisasi tersebut digunakan untuk memperlihatkan posisi fasilitas, ruang kerja operator, jalur perpindahan benda kerja, dan kondisi fisik area produksi secara lebih jelas.

Penggunaan software tersebut tidak digunakan sebagai metode analisis utama. Perangkat lunak tersebut hanya berfungsi sebagai media visualisasi untuk mendukung penyajian hasil perancangan. Analisis tata letak tetap dilakukan berdasarkan metode Systematic Layout Planning (SLP), pengukuran jarak perpindahan material, ARC, ARD, dan perhitungan efisiensi.

3.6.7 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat bantu yang digunakan untuk mengumpulkan, mencatat, mengolah, dan menganalisis data penelitian. Instrumen dalam penelitian ini disesuaikan dengan teknik pengumpulan data yang digunakan, yaitu observasi, wawancara, pengukuran langsung, dokumentasi, penggambaran tata letak, serta analisis tata letak fasilitas menggunakan metode *Systematic Layout Planning* (SLP).

Instrumen penelitian digunakan agar data yang diperoleh lebih sistematis dan sesuai dengan kebutuhan analisis. Data yang dikumpulkan meliputi kondisi tata

letak awal, posisi fasilitas pemesinan, ukuran area bengkel, ukuran fasilitas, aliran perpindahan benda kerja, jarak perpindahan material, hubungan kedekatan antarstasiun kerja, serta data pendukung untuk perhitungan efisiensi tata letak.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar observasi, pedoman wawancara, meteran, kamera atau handphone, tabel identifikasi stasiun kerja, tabel hasil pengukuran jarak, *Activity Relationship Chart* (ARC), *Activity Relationship Diagram* (ARD), Microsoft Visio, SketchUp 2023, Solidworks 2023, tabel load-distance, dan tabel perhitungan efisiensi. Setiap instrumen memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan tahap penelitian yang dilakukan.

Tabel 3. 5 Instrumen Penelitian

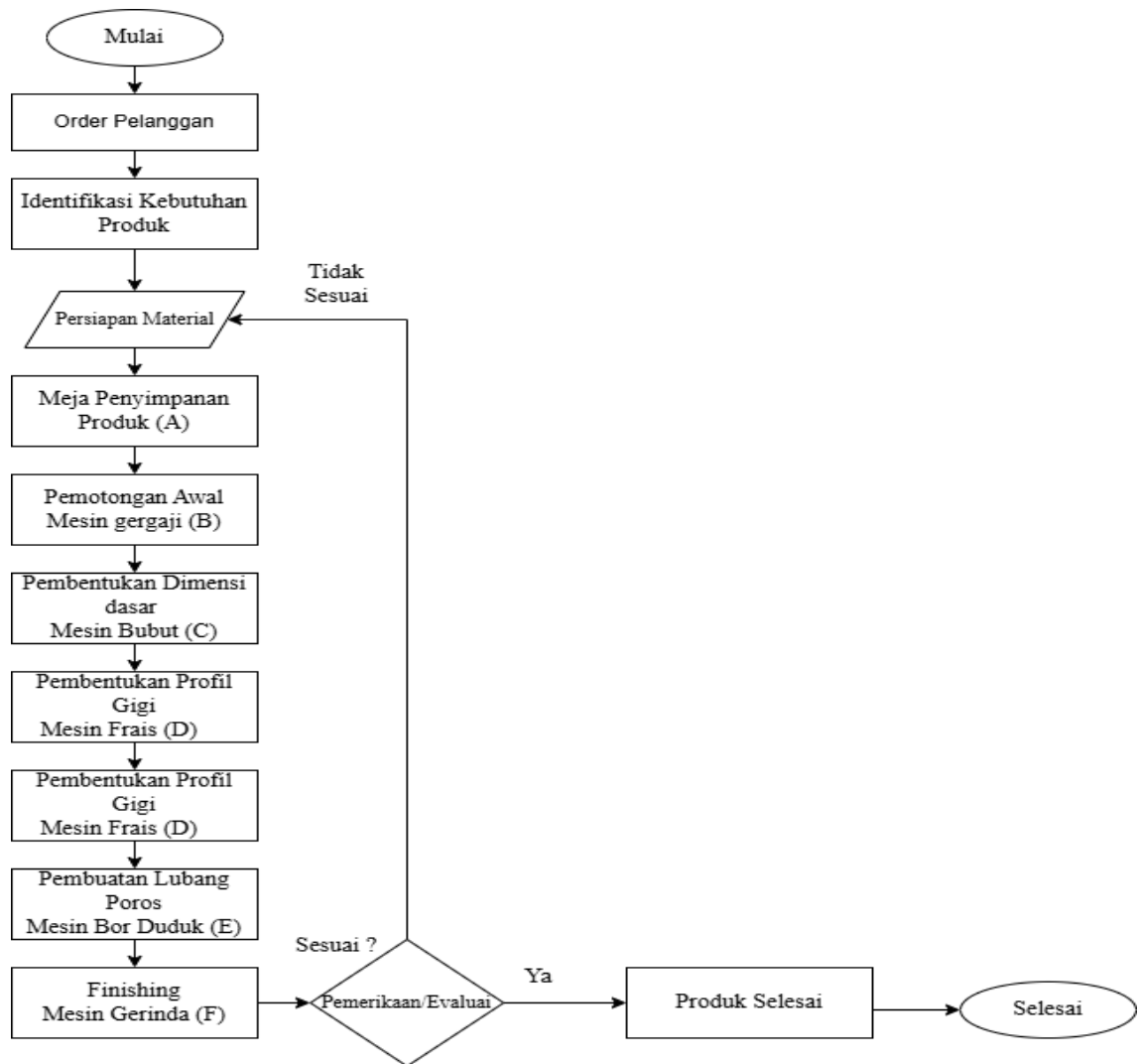
No	Instrumen Penelitian	Fungsi	Output Data
1	Lembar observasi	Mencatat kondisi aktual bengkel, posisi fasilitas, dan alur kerja yang diamati secara langsung	Data kondisi tata letak awal, posisi stasiun kerja, dan aliran material
2	Daftar pertanyaan wawancara	Membantu proses wawancara agar informasi yang diperoleh sesuai kebutuhan penelitian	Data profil bengkel, alur proses pemesinan roda gigi, kendala layout, serta fasilitas yang dapat dan tidak dapat dipindahkan
3	Meteran	Mengukur dimensi area bengkel dan jarak perpindahan material antarstasiun kerja	Data ukuran area bengkel dan jarak perpindahan material A–B, B–C, C–D, D–E, dan E–F
4	Kamera atau handphone	Mendokumentasikan kondisi bengkel, posisi mesin, proses kerja, dan material yang diamati	Foto kondisi bengkel, foto stasiun kerja, foto proses produksi, dan dokumentasi pengukuran

No	Instrumen Penelitian	Fungsi	Output Data
5	Tabel identifikasi stasiun kerja	Mengelompokkan fasilitas produksi yang terlibat dalam proses pemesinan roda gigi	Kode stasiun kerja A sampai F beserta fungsi masing-masing
6	Tabel hasil pengukuran jarak	Mencatat hasil pengukuran jarak perpindahan material antarstasiun kerja	Data jarak perpindahan material pada tata letak awal dan tata letak usulan
7	Activity Relationship Chart (ARC)	Menentukan tingkat hubungan kedekatan antarstasiun kerja berdasarkan metode SLP	Kode hubungan kedekatan antarstasiun kerja
8	Activity Relationship Diagram (ARD)	Menggambarkan posisi relatif antarstasiun kerja berdasarkan hasil ARC	Diagram hubungan relatif antarstasiun kerja
9	Tata letak usulan	Menunjukkan rancangan tata letak fasilitas setelah dilakukan analisis SLP	Denah tata letak fasilitas usulan
10	Tabel perhitungan efisiensi	Menghitung dan membandingkan total jarak perpindahan material pada tata letak awal dan tata letak usulan	Persentase pengurangan jarak perpindahan material
11	Microsoft Visio	Menggambar tata letak dua dimensi berdasarkan data observasi dan pengukuran	Tata letak awal dan tata letak usulan dalam bentuk dua dimensi
12	Tabel load-distance	Menghitung beban perpindahan kumulatif	Nilai load-distance pada tata letak awal dan tata letak usulan

No	Instrumen Penelitian	Fungsi	Output Data
		berdasarkan frekuensi perpindahan dan jarak antarstasiun kerja	

3.7 Alur Proses Produksi

Alur proses produksi yang dianalisis dalam penelitian ini adalah alur proses pemesinan roda gigi di Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Alur ini dipilih karena proses pembuatan roda gigi melibatkan beberapa stasiun kerja utama dan menunjukkan adanya perpindahan material dari satu fasilitas ke fasilitas berikutnya. Dengan demikian, alur proses produksi menjadi dasar dalam analisis aliran material dan perancangan ulang tata letak fasilitas.



Gambar 3. 2 Alur Diagram Proses Pemesinan Roda Gigi

Berdasarkan uraian tersebut, alur proses pemesinan roda gigi pada Bengkel Bubut Anugrah Teknik dapat dituliskan sebagai berikut:

$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$

Keterangan:

A = Meja Penyimpanan Material

B = Mesin Gergaji

C = Mesin Bubut

D = Mesin Frais

E = Mesin Bor Duduk

F = Mesin Gerinda

Tabel 3. 6 Urutan Stasiun Kerja dan Aktivitas Proses Pembuatan Roda Gigi

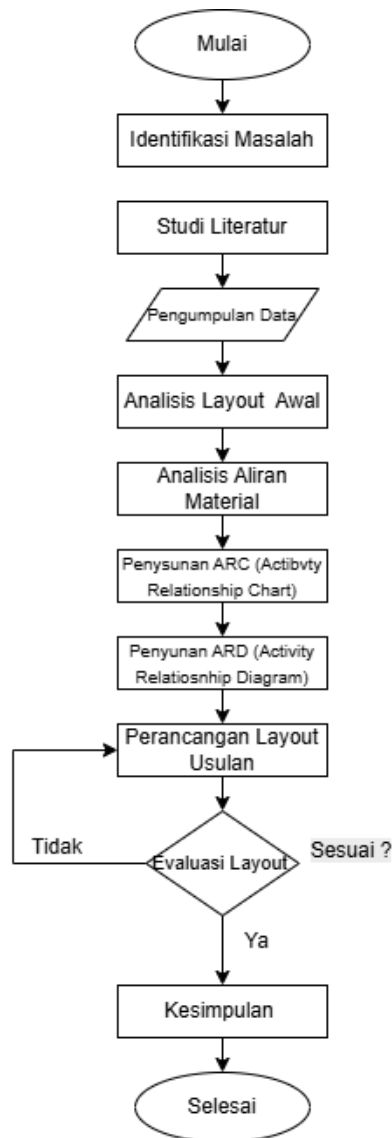
No	Kode	Stasiun Kerja	Aktivitas Produk
1	A	Meja Penyimpanan Material	Menyiapkan dan menyimpan material awal sebelum proses pemesinan
2	B	Mesin Gergaji	Memotong material sesuai ukuran awal benda kerja
3	C	Mesin Bubut	Membentuk dimensi dasar roda gigi, seperti diameter luar dan bidang permukaan
4	D	Mesin Frais	Membentuk profil gigi atau bagian tertentu pada roda gigi
5	E	Mesin Bor Duduk	Membuat lubang poros atau lubang dudukan pada roda gigi
6	F	Mesin Gerinda	Melakukan finishing dan penghalusan akhir

Alur proses tersebut digunakan sebagai dasar dalam pengukuran jarak perpindahan material pada tata letak awal. Selain itu, urutan A–B–C–D–E–F juga digunakan sebagai acuan dalam penyusunan Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), dan rancangan tata letak usulan. Dengan demikian, perancangan tata letak fasilitas dalam penelitian ini disusun berdasarkan urutan proses aktual yang terjadi pada pemesinan roda gigi.

3.8 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disusun untuk memberikan gambaran mengenai alur pelaksanaan penelitian mulai dari identifikasi permasalahan hingga penyusunan kesimpulan. Tahapan ini dibuat agar proses penelitian berjalan secara sistematis dan sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu merancang ulang tata letak fasilitas Bengkel Bubut Anugrah Teknik berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP).

Secara umum, tahapan penelitian ini dimulai dari studi pendahuluan, pengumpulan data, analisis tata letak awal, penyusunan hubungan kedekatan antarstasiun kerja, perancangan tata letak usulan, perhitungan jarak perpindahan material, hingga evaluasi hasil rancangan. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar Flowchart 3.3.



Gambar 3. 3 Flowchart Tahapan Penelitian

3.9 Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan mengolah hasil pengamatan lapangan, wawancara, dokumentasi, dan pengukuran jarak perpindahan material pada proses

pemesinan roda gigi. Data yang dianalisis meliputi posisi stasiun kerja, aliran perpindahan benda kerja, jarak perpindahan material, hubungan kedekatan antarstasiun kerja, serta rancangan tata letak fasilitas usulan.

3.9.1 Analisis Aliran Proses Pemesinan

Analisis aliran proses pemesinan dilakukan dengan menelusuri urutan aktual perpindahan benda kerja roda gigi dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya. Data urutan proses diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak Bengkel Bubut Anugrah Teknik.

$$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$$

Urutan tersebut selanjutnya dianalisis dalam bentuk lembar rute proses atau route sheet. Route sheet disusun dengan mengidentifikasi kode stasiun kerja, mesin atau fasilitas yang digunakan, jenis operasi, tujuan teknis proses, dan kondisi benda kerja setelah setiap operasi. Melalui analisis tersebut dapat diketahui bahwa hasil suatu proses menjadi benda kerja awal bagi proses berikutnya, seperti blank hasil pemotongan yang digunakan pada proses pembubutan serta benda kerja hasil pembubutan yang digunakan pada proses pengefraisan profil roda gigi.

Hasil analisis route sheet digunakan untuk mengidentifikasi pasangan stasiun yang mempunyai hubungan proses langsung, yaitu A–B, B–C, C–D, D–E, dan E–F. Hubungan tersebut menjadi salah satu dasar dalam pengukuran jarak perpindahan material, penentuan tingkat kedekatan pada Activity Relationship Chart (ARC), penyusunan Activity Relationship Diagram (ARD), dan perancangan tata letak usulan. Analisis aliran proses dalam penelitian ini dibatasi pada urutan operasi, fungsi teknis setiap stasiun kerja, dan perubahan kondisi benda kerja. Analisis tidak mencakup waktu pemesinan, parameter pemotongan, kapasitas mesin, ketelitian dimensi, maupun kualitas permukaan karena aspek tersebut tidak menjadi variabel penelitian.

3.9.2 Perhitungan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal

Perhitungan jarak perpindahan material tata letak awal dilakukan untuk mengetahui total jarak yang ditempuh benda kerja selama proses pemesinan roda

gigi pada tata letak awal. Jarak yang dihitung meliputi perpindahan dari A-B, B-C, C-D, D-E, dan E-F.

Rumus total jarak perpindahan material pada tata letak awal adalah sebagai berikut :

$$J_{total\ awal} = J_A\ B + J_B\ C + J_C\ D + J_D\ E + J_E\ F$$

3.9.3 Penyusunan Activity Relationship Chart (ARC)

Activity Relationship Chart (ARC) digunakan untuk menentukan tingkat hubungan kedekatan antarstasiun kerja. Penentuan hubungan kedekatan dilakukan berdasarkan urutan proses pemesinan roda gigi, frekuensi perpindahan benda kerja, kemudahan pemindahan material, penggunaan jalur kerja, ruang gerak operator, dan pertimbangan keselamatan kerja.

Pasangan stasiun kerja yang memiliki hubungan proses langsung, yaitu A-B, B-C, C-D, D-E, dan E-F, diprioritaskan untuk memiliki tingkat kedekatan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena benda kerja berpindah secara langsung pada pasangan stasiun tersebut. Hasil ARC digunakan sebagai dasar dalam penyusunan ARD dan perancangan tata letak usulan.

3.9.4 Penyusunan Activity Relationship Diagram (ARD)

Activity Relationship Diagram (ARD) disusun berdasarkan hasil ARC. ARD digunakan untuk menggambarkan posisi relatif antarstasiun kerja sebelum rancangan tata letak fisik dibuat. Dalam penelitian ini, ARD digunakan untuk menunjukkan hubungan kedekatan antara meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan mesin gerinda duduk.

ARD tidak menunjukkan ukuran ruang secara detail. Namun, ARD membantu menentukan arah penempatan fasilitas berdasarkan prioritas hubungan kedekatan. Hasil ARD kemudian digunakan sebagai dasar dalam perancangan tata letak usulan yang lebih sesuai dengan aliran proses pemesinan roda gigi

3.9.5 Perancangan Tata Letak Usulan

Perancangan tata letak usulan dilakukan berdasarkan hasil analisis aliran proses pemesinan roda gigi, jarak perpindahan material tata letak awal, Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), kebutuhan ruang fasilitas, serta kondisi aktual Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Perancangan juga mempertimbangkan fasilitas yang dapat dan tidak dapat dipindahkan.

Dalam menentukan ruang bebas fasilitas, mesin bubut, mesin frais, dan mesin bor dievaluasi menggunakan kriteria ruang bebas minimum sebesar 0,60 m berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2016 Pasal 63. Jarak ruang bebas diukur dari bagian mesin atau dari ujung langkah gerak maju-mundur terhadap fasilitas atau hambatan terdekat. Kriteria ini digunakan sebagai batasan dalam penentuan posisi fasilitas sehingga upaya memperpendek jarak perpindahan material tidak mengurangi ruang yang diperlukan untuk pengoperasian mesin secara aman.

Pada meja penyimpanan material, mesin gergaji, dan meja mesin gerinda, kebutuhan ruang ditentukan berdasarkan aktivitas aktual operator, yaitu pengambilan dan penempatan material, pemasukan benda kerja pada proses pemotongan, serta aktivitas finishing. Selain itu, rancangan mempertimbangkan keberadaan pintu masuk, panel listrik, kamar mandi, area penyimpanan, jalur operator, dan alat angkat/rantai sebagai batasan fisik di dalam area bengkel.

Penggambaran tata letak dua dimensi dilakukan menggunakan Microsoft Visio, sedangkan SketchUp 2023 dan SolidWorks 2023 digunakan sebagai alat bantu visualisasi posisi fasilitas dan pemeriksaan ruang antarobjek. Perangkat lunak tersebut digunakan sebagai alat bantu penggambaran dan pengukuran, bukan sebagai metode optimasi tata letak.

3.9.6 Perhitungan Jarak Perpindahan Tata Letak Usulan

Setelah tata letak usulan dibuat, dilakukan perhitungan ulang jarak perpindahan material. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui total jarak yang ditempuh benda kerja setelah posisi fasilitas dirancang ulang.

Rumus :

$$J_{total\ usulan} = J_{A-B} + J_{B-C} + J_{C-D} + J_{D-E} + J_{E-F}$$

Keterangan :

$J_{total\ usulan}$ = total jarak perpindahan material tata letak usulan

J_{A-B} = jarak perpindahan material dari stasiun A ke stasiun B pada tata letak usulan

J_{B-C} = jarak perpindahan material dari stasiun B ke stasiun C pada tata letak usulan

J_{C-D} = jarak perpindahan material dari stasiun C ke stasiun D pada tata letak usulan

J_{D-E} = jarak perpindahan material dari stasiun D ke stasiun E pada tata letak usulan

J_{E-F} = jarak perpindahan material dari stasiun E ke stasiun F pada tata letak usulan

3.9.7 Perbandingan Jarak Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan

Perbandingan jarak tata letak awal dan tata letak usulan dilakukan untuk mengetahui perubahan jarak perpindahan material setelah dilakukan perancangan tata letak usulan. Perbandingan ini dilakukan berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi yang sama, yaitu A-B-C-D-E-F. Dengan menggunakan aliran proses yang sama, hasil perbandingan antara tata letak awal dan tata letak usulan dapat dianalisis secara seimbang.

Jarak yang dibandingkan meliputi perpindahan material dari meja penyimpanan material menuju mesin gergaji, mesin gergaji menuju mesin bubut utama, mesin bubut utama menuju mesin frais, mesin frais menuju mesin bor duduk, dan mesin bor duduk menuju meja mesin gerinda duduk. Perbandingan dilakukan dengan melihat selisih antara jarak perpindahan material pada tata letak awal dan jarak perpindahan material pada tata letak usulan.

Pengurangan jarak perpindahan material dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\Delta J = J_{total\ awal} - J_{total\ usulan}$$

Keterangan :

ΔJ = Pengurangan total jarak perpindahan material

$J_{total\ awal}$ = total jarak perpindahan material awal

$J_{total\ usulan}$ = total jarak perpindahan material usulan

Selain pengurangan total jarak, perbandingan juga dilakukan pada setiap perpindahan antarstasiun kerja. Selisih jarak pada masing-masing perpindahan dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\Delta J_{i-j} = J_{i-j} - J^l_{i-j}$$

Keterangan :

ΔJ_{i-j} = pengurangan jarak perpindahan material dari stasiun A ke B

J_{i-j} = jarak perpindahan material dari stasiun a ke b pada tata letak awal

J^l_{i-j} = jarak perpindahan material dari stasiun a ke b pada tata letak usulan

Hasil perbandingan jarak digunakan untuk mengetahui perpindahan antarstasiun kerja yang mengalami pengurangan paling besar. Apabila jarak pada tata letak usulan lebih kecil dibandingkan dengan tata letak awal, maka tata letak usulan dapat dikatakan mampu mengurangi jarak perpindahan material. Sebaliknya, apabila jarak pada tata letak usulan lebih besar, maka perpindahan tersebut belum menunjukkan perbaikan dari sisi jarak.

3.9.8 Perhitungan Efisiensi Jarak Perpindahan Material

Perhitungan efisiensi dilakukan untuk mengetahui persentase pengurangan jarak perpindahan material setelah dilakukan perancangan tata letak usulan. Efisiensi dihitung dengan membandingkan total jarak perpindahan material pada tata letak awal dan tata letak usulan.

Rumus efisiensi jarak perpindahan material adalah sebagai berikut.

$$Efisiensi = \frac{J_{total\ awal} - J_{total\ usulan}}{J_{total\ awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

$J_{total\ awal}$ = total jarak perpindahan material pada tata letak awal

$J_{total\ usulan}$ = total jarak perpindahan material pada tata letak usulan

Efisiensi = persentase pengurangan jarak perpindahan material

3.9.9 Perhitungan Load Distance

Perhitungan load-distance digunakan untuk mengetahui beban perpindahan kumulatif berdasarkan frekuensi perpindahan benda kerja dan jarak antarstasiun kerja. Analisis ini digunakan sebagai penguatan terhadap perhitungan jarak karena proses pembuatan roda gigi dilakukan dalam jumlah tertentu.

Rumus load-distance :

$$LD = \sum (f_{ij} \times d_{ij})$$

Keterangan :

LD = total load-distance atau beban jarak perpindahan material

f_{ij} = frekuensi perpindahan material dari stasiun i ke stasiun j

d_{ij} = frekuensi perpindahan material dari stasiun d ke stasiun j

3.9.10 Perhitungan Indikator Massa-Jarak

Indikator massa-jarak digunakan sebagai analisis tambahan untuk mengevaluasi perpindahan benda kerja berdasarkan massa aktual, frekuensi perpindahan, dan jarak antarstasiun kerja. Analisis ini dilakukan pada tata letak awal dan tata letak usulan agar pengaruh perubahan jarak terhadap perpindahan kumulatif benda kerja dapat dibandingkan.

Indikator massa-jarak dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$IMJ = \sum (m \times f_{ij} \times d_{ij})$$

Keterangan :

IMJ = indikator massa-jarak (kg.m)

m = massa satu benda kerja (kg)

f_{ij} = frekuensi perpindahan dari stasiun I ke stasiun J

d_{ij} = jarak perpindahan dari stasiun I ke stasiun J (m)

Massa benda kerja yang digunakan dalam perhitungan diperoleh melalui penimbangan langsung, yaitu sebesar 1,3 kg. Frekuensi perpindahan ditetapkan berdasarkan data produksi sebanyak 50 benda kerja roda gigi. Jarak perpindahan menggunakan jarak antarstasiun pada tata letak awal dan tata letak usulan.

Persentase pengurangan indikator massa-jarak dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\eta IMJ = \frac{IMJ_{awal} - IMJ_{usulan}}{IMJ_{awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

ηIMJ = persentase pengurangan indikator massa-jarak (%)

IMJ_{awal} = indikator massa-jarak tata letak awal (kg.m)

IMJ_{usulan} = indikator massa-jarak tata letak usulan (kg.m)

Indikator massa-jarak digunakan sebagai ukuran pembanding terhadap perpindahan kumulatif benda kerja. Nilai dalam satuan kg·m tidak menunjukkan energi mekanik atau usaha dalam satuan joule. Oleh karena itu, hasil perhitungan tidak digunakan untuk menilai gaya pengangkatan, konsumsi energi, maupun tingkat kelelahan operator.

3.10 Indikator Penilaian Tata Letak Fasilitas

Indikator penilaian tata letak fasilitas digunakan untuk mengevaluasi hasil rancangan tata letak usulan dibandingkan dengan tata letak awal. Penilaian dilakukan agar hasil perancangan tidak hanya dilihat dari perubahan posisi fasilitas, tetapi juga dari pengurangan jarak perpindahan benda kerja, beban perpindahan kumulatif, kesesuaian susunan fasilitas dengan urutan proses pemesian roda gigi, serta kelayakan teknis penerapannya di Bengkel Bubut Anugrah Teknik.

Penilaian tata letak dalam penelitian ini menggunakan indikator kuantitatif dan kualitatif. Indikator kuantitatif terdiri atas total jarak perpindahan material, efisiensi jarak perpindahan, nilai load-distance, dan indikator massa-jarak. Indikator kualitatif terdiri atas kesesuaian aliran proses pemesian dan kelayakan teknis penempatan fasilitas.

Tabel 3. 7 Indikator Penilaian Tata Letak Fasilitas

No	Indikator	Jenis	Tujuan
1	Jarak Perpindahan Material	Kuantitatif	Mengukur total lintasan perpindahan material

2	Efisiensi jarak perpindahan	Kuantitatif	Mengetahui besarnya perbaikan jarak yang dihasilkan oleh tata letak usulan
3	Load-Distance	Kuantitatif	Menilai jarak perpindahan kumulatif berdasarkan jumlah benda kerja yang diproses
4	Indikator massa-jarak	Kuantitatif	Menilai perpindahan kumulatif benda kerja dengan mempertimbangkan massa aktual
5	Kesesuaian aliran proses pemesinan	Kualitatif	Menilai keteraturan aliran benda kerja dari persiapan material sampai finishing
6	Kelayakan teknis fasilitas	Kualitatif	Menilai apakah tata letak usulan dapat diterapkan tanpa mengganggu pengoperasian fasilitas

BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Bengkel Bubut Anugrah Teknik yang berlokasi di Jalan Jamaras 1 RT 05 RW 14 No. 121, Bandung. Bengkel ini merupakan usaha jasa pemesinan skala kecil yang melayani pekerjaan berbasis pesanan atau job order. Jenis pekerjaan yang dilakukan meliputi pembubutan, perbaikan komponen mesin, pembuatan komponen logam, dan pekerjaan pemesinan lain sesuai kebutuhan pelanggan.

Bengkel Bubut Anugrah Teknik memiliki area kerja dengan ukuran 6 m × 10 m atau luas 60 m². Area tersebut digunakan untuk menempatkan fasilitas produksi, area penyimpanan material, jalur perpindahan benda kerja, serta ruang kerja operator. Berdasarkan hasil observasi, area bengkel tidak hanya digunakan untuk aktivitas pemesinan, tetapi juga untuk penyimpanan peralatan kerja, bahan material, dan barang pendukung produksi. Fokus penelitian ini diarahkan pada tata letak fasilitas yang digunakan dalam proses pemesinan roda gigi. Proses tersebut dipilih karena melibatkan beberapa tahapan kerja yang dilakukan secara berurutan pada stasiun kerja yang berbeda. Stasiun kerja yang dianalisis terdiri atas meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk. Keenam stasiun kerja tersebut disusun dengan kode A, B, C, D, E, dan F.

Bengkel Bubut Anugrah Teknik juga menerapkan sistem produksi berbasis pesanan, sehingga jenis pekerjaan dan urutan operasi dapat menyesuaikan kebutuhan pelanggan. Pada pekerjaan roda gigi yang dianalisis, proses produksi melibatkan beberapa mesin perkakas dengan fungsi berbeda. Setiap mesin melakukan perubahan tertentu terhadap bentuk benda kerja, mulai dari pemotongan bahan awal, pembentukan dimensi dasar, pembentukan profil gigi, pembuatan lubang poros, hingga finishing. Oleh karena itu, penataan fasilitas perlu

memperhatikan keterkaitan teknis antaroperasi pemesinan, bukan hanya kedekatan posisi antarmesin.

4.2 Identifikasi Stasiun Kerja dan Fasilitas Produksi

Identifikasi stasiun kerja dilakukan untuk menentukan fasilitas yang terlibat secara langsung dalam proses pemesinan roda gigi di Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Identifikasi ini diperlukan agar proses analisis tata letak fasilitas dapat dilakukan secara terarah sesuai dengan urutan proses kerja yang terjadi di lapangan.

Berdasarkan hasil observasi, proses pemesinan roda gigi pada Bengkel Bubut Anugrah Teknik melibatkan enam stasiun kerja utama. Keenam stasiun kerja tersebut terdiri atas meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk. Setiap stasiun kerja memiliki fungsi teknis yang berbeda sesuai tahapan proses pemesinan.

Dalam penelitian ini, setiap stasiun kerja diberi kode A sampai F. Pemberian kode dilakukan untuk memudahkan penyusunan aliran proses, pengukuran jarak perpindahan material, penyusunan Activity Relationship Chart (ARC), penyusunan Activity Relationship Diagram (ARD), serta perancangan tata letak usulan.

Tabel 4. 1 Identifikasi Stasiun Kerja Proses pemesinan Roda Gigi

No	Kode	Stasiun Kerja	Tahapan Proses	Fungsi Teknis	Status Pemindahan
1	A	Meja penyimpanan material	Persiapan material	Menyimpan dan menyiapkan material awal sebelum proses pemesinan	Bisa dipindahkan
2	B	Mesin gergaji	Pemotongan material	Memotong material sesuai ukuran awal benda kerja	Bisa dipindahkan
3	C	Mesin bubut	Pembubutan	Membentuk dimensi dasar roda gigi,	Tidak bisa dipindahkan

				seperti diameter luar dan bidang permukaan	
4	D	Mesin frais (<i>milling machine</i>)	Pengfraisan	Membentuk profil gigi atau bagian benda kerja yang memerlukan proses frais	Bisa dipindahkan
5	E	Mesin bor duduk	Pengeboran	Membuat lubang poros atau lubang dudukan pada roda gigi	Bisa dipindahkan
6	F	Meja mesin gerinda duduk	Finishing	Merapikan permukaan dan membersihkan sisa proses pemesinan	Bisa dipindahkan

Berdasarkan Tabel 4.1, stasiun kerja A merupakan titik awal proses, yaitu tempat material disimpan dan disiapkan sebelum masuk ke proses pemesinan. Setelah itu, material dipindahkan ke stasiun B untuk proses pemotongan menggunakan mesin gergaji. Material yang telah dipotong kemudian dipindahkan ke stasiun C, yaitu mesin bubut utama, untuk proses pembentukan dimensi dasar roda gigi.

Tahapan berikutnya dilakukan pada stasiun D menggunakan mesin frais. Mesin frais digunakan untuk proses pengfraisan, terutama pada bagian benda kerja yang memerlukan pembentukan profil atau bidang tertentu. Setelah proses frais selesai, benda kerja dipindahkan ke stasiun E untuk proses pengeboran. Tahap akhir dilakukan pada stasiun F, yaitu meja mesin gerinda duduk, untuk proses finishing atau perapian permukaan benda kerja. Mesin bubut yang dianalisis dalam penelitian ini hanya satu unit, yaitu mesin bubut utama yang digunakan dalam proses pembuatan roda gigi. Mesin bubut lain yang terdapat di bengkel tidak dimasukkan

sebagai stasiun kerja utama karena lebih sering digunakan untuk pekerjaan selain roda gigi dan penggunaannya terbatas. Oleh karena itu, kode C dalam penelitian ini hanya merujuk pada mesin bubut utama yang digunakan dalam aliran proses pemesinan roda gigi.

Selain fasilitas A sampai F, terdapat alat angkat/rantai pada area bengkel. Alat angkat/rantai tidak dimasukkan sebagai stasiun kerja karena tidak melakukan proses pemesinan terhadap benda kerja. Namun, alat tersebut tetap menjadi bagian penting dalam kondisi aktual bengkel karena digunakan untuk membantu pemindahan benda kerja berat menuju mesin bubut. Berdasarkan hasil observasi, alat angkat/rantai tidak dapat dipindahkan sehingga posisinya perlu dipertimbangkan dalam perancangan tata letak usulan.

Identifikasi stasiun kerja ini menjadi dasar dalam analisis tata letak fasilitas. Setiap stasiun kerja yang terlibat dalam proses pemesinan roda gigi akan dianalisis berdasarkan urutan aliran proses, hubungan kedekatan antarstasiun kerja, jarak perpindahan material, serta kemungkinan pemindahan fasilitas. Dengan demikian, perancangan tata letak usulan dapat disusun berdasarkan kondisi aktual bengkel dan kebutuhan proses pemesinan roda gigi.

4.2.1 Karakteristik Teknis Benda Kerja Roda Gigi

Benda kerja yang dianalisis dalam penelitian ini adalah roda gigi berbahan VCN yang pernah dikerjakan di Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Berdasarkan hasil pengukuran langsung, benda kerja memiliki diameter luar 100 mm, diameter lubang tengah 30 mm, dan tebal 25 mm. Massa aktual satu benda kerja berdasarkan hasil penimbangan adalah 1,3 kg.

Tabel 4. 2 Karakteristik Teknis Benda Kerja

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Material benda kerja	VCN	-
2	Diameter luar	100	mm
3	Diameter lubang tengah	30	mm

4	Tebal benda kerja	25	mm
5	Massa aktual	1,3	kg

Data massa hasil penimbangan digunakan sebagai data utama karena menunjukkan kondisi aktual benda kerja yang dipindahkan selama proses produksi. Data dimensi digunakan untuk mendeskripsikan bentuk dan ukuran umum benda kerja, sedangkan massa aktual digunakan sebagai dasar analisis perpindahan material. Penggunaan data hasil penimbangan menghindari ketergantungan pada estimasi massa berdasarkan bentuk geometris yang belum tentu mewakili bentuk roda gigi secara keseluruhan.

Karakteristik fisik benda kerja berkaitan dengan tata letak fasilitas karena benda kerja harus dipindahkan secara berurutan dari meja penyimpanan material menuju mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk. Pada setiap tahapan, benda kerja mengalami perubahan bentuk sesuai fungsi mesin yang digunakan. Oleh karena itu, penempatan fasilitas perlu mendukung kesinambungan proses dan menyediakan jalur perpindahan yang tidak mengganggu ruang kerja operator maupun pengoperasian mesin.

4.2.2 Route Sheet Proses Pemesinan Roda Gigi

Urutan stasiun kerja A–B–C–D–E–F pada penelitian ini disusun berdasarkan proses pemesinan roda gigi yang dilakukan di Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Untuk menjelaskan hubungan teknis antarstasiun kerja, urutan tersebut disajikan dalam bentuk lembar rute proses atau route sheet. Route sheet memuat kondisi benda kerja sebelum proses, jenis operasi yang dilakukan, tujuan teknis setiap operasi, serta kondisi benda kerja setelah meninggalkan stasiun kerja.

Tabel 4. 3 Route Sheet Proses Pemesinan Roda Gigi

No	Kode	Stasiun Kerja	Tujuan Teknis	Kondisi Setelah Proses
1	A	Meja penyimpanan material		Material siap dipotong

			Menyiapkan bahan VCN sebelum pemotongan	
2	B	Mesin gergaji	Membentuk bahan awal	Blank siap dibubut
3	C	Mesin Bubut utama	Membentuk diameter luar dan bidang dasar	Geometri dasar terbentuk
4	D	Mesin frais	Membentuk profil roda gigi	Profil gigi terbentuk
5	E	Mesin bor duduk	Membuat lubang poros atau dudukan	Lubang poros terbentuk
6	F	Meja mesin gerinda duduk	Merapikan sisi dan bagian tertentu	Benda kerja selesai diproses

Berdasarkan route sheet tersebut, hasil dari satu proses menjadi benda kerja awal bagi proses berikutnya. Material yang telah dipotong pada mesin gergaji menjadi blank untuk proses pembubutan. Benda kerja hasil pembubutan selanjutnya diproses pada mesin frais untuk membentuk profil roda gigi, kemudian dilakukan pengeboran dan finishing. Hubungan C–D menjadi perhatian utama karena proses pengefraisan menggunakan benda kerja yang telah memiliki geometri dasar hasil pembubutan. Pada tata letak awal, jarak antara mesin bubut utama dan mesin frais sebesar 2,90 m dan merupakan jarak terbesar dalam aliran A–B–C–D–E–F. Oleh karena itu, kedekatan kedua mesin menjadi salah satu pertimbangan utama dalam penyusunan tata letak usulan.

Route sheet digunakan sebagai dasar teknis dalam menentukan hubungan kedekatan pada Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), dan rancangan tata letak usulan. Penentuan posisi fasilitas tetap mempertimbangkan ukuran mesin, ruang kerja operator, akses benda kerja, jalur perpindahan material, serta fasilitas yang dipertahankan pada posisi awal.

4.3 Ukuran Fasilitas dan Kebutuhan Ruang

Berdasarkan hasil pengukuran dan identifikasi fasilitas, setiap stasiun kerja pada Bengkel Bubut Anugrah Teknik memiliki ukuran yang berbeda. Data ukuran fasilitas diperlukan untuk mengetahui kebutuhan ruang aktual pada area produksi. Selain itu, data ini digunakan sebagai dasar dalam penyusunan tata letak awal dan tata letak usulan agar rancangan tata letak tetap sesuai dengan kondisi fisik bengkel.

Ukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah ukuran tapak fasilitas, yaitu panjang dan lebar fasilitas yang menempati area lantai atau area kerja. Untuk fasilitas yang diletakkan di atas meja, ukuran yang digunakan adalah ukuran meja sebagai tempat fasilitas tersebut berada. Hal ini dilakukan agar perhitungan kebutuhan ruang pada tata letak dua dimensi lebih sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Fasilitas yang dianalisis terdiri atas meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk. Data ukuran fasilitas tersebut disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 4 Ukuran Fasilitas Produksi Bengkel Anugrah Teknik

No	Kode	Fasilitas	Panjang (m)	Lebar (m)	Status Pemindahan
1	A	Meja penyimpanan material	1,270	0,750	Bisa dipindahkan
2	B	Mesin gergaji	0,875	0,330	Bisa dipindahkan
3	C	Mesin bubut	2,420	1,050	Tidak bisa dipindahkan
4	D	Mesin frais	1,400	0,900	Bisa dipindahkan
5	E	Mesin bor duduk	0,280	0,180	Bisa dipindahkan
6	F	Mesin gerinda duduk	0,680	0,440	Bisa dipindahkan

Berdasarkan Tabel 4.3, fasilitas dengan ukuran terbesar adalah mesin bubut utama dengan panjang 2,420 m dan lebar 1,050 m. Mesin ini juga menjadi fasilitas yang tidak dapat dipindahkan karena berkaitan dengan ukuran, bobot, kestabilan mesin, dan penggunaan alat angkat/rantai dalam proses pemindahan benda kerja berat. Oleh karena itu, posisi mesin bubut utama menjadi salah satu titik tetap dalam perancangan tata letak usulan.

Mesin frais memiliki ukuran 1,400 m × 0,900 m dan masih dapat dipindahkan. Meskipun demikian, penempatan mesin frais tetap perlu mempertimbangkan ruang kerja operator, akses benda kerja, dan kedekatannya dengan mesin bubut utama karena proses frais dilakukan setelah proses pembubutan. Meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk memiliki ukuran yang relatif lebih kecil sehingga lebih memungkinkan untuk disesuaikan posisinya dalam rancangan tata letak usulan.

Ditinjau dari route sheet proses pemesinan roda gigi, ukuran fasilitas tidak hanya digunakan untuk menentukan kebutuhan ruang, tetapi juga menjadi pertimbangan dalam mengatur hubungan antarproses. Mesin bubut utama merupakan fasilitas tetap dan digunakan sebagai titik acuan dalam penyusunan tata letak usulan. Mesin frais yang menerima benda kerja secara langsung dari proses pembubutan dapat disesuaikan posisinya agar lebih dekat dengan mesin bubut, dengan tetap menyediakan ruang bagi operator, pemasangan dan pelepasan benda kerja, serta pengoperasian mesin.

Luas setiap fasilitas dihitung berdasarkan ukuran panjang dan lebar. Rumus luas fasilitas adalah sebagai berikut.

$$L = p \times l$$

Keterangan :

L = luas fasilitas

P = panjang fasilitas

l = lebar fasilitas

Perhitungan luas masing-masing fasilitas adalah sebagai berikut:

$$L_A = 1,270 \times 0,750 = 0,953 \text{ m}^2$$

$$L_B = 0,875 \times 0,330 = 0,289 \text{ m}^2$$

$$L_C = 2,420 \times 1,050 = 2,541 \text{ m}^2$$

$$L_D = 1,400 \times 0,900 = 1,260 \text{ m}^2$$

$$L_E = 0,280 \times 0,180 = 0,050 \text{ m}^2$$

$$L_F = 0,680 \times 0,440 = 0,299 \text{ m}^2$$

Hasil perhitungan luas fasilitas disajikan pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 Luas Fasilitas Produksi

No	Kode	Fasilitas	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	A	Meja penyimpanan material	1,270	0,750	0,953
2	B	Mesin gergaji	0,875	0,330	0,289
3	C	Mesin bubut utama	2,420	1,050	2,541
4	D	Mesin frais	1,400	0,900	1,260
5	E	Mesin bor duduk	0,280	0,180	0,050
6	F	Mesin gerinda duduk	0,680	0,440	0,299
Total					5,392

Berdasarkan Tabel 4.5, total luas tapak fasilitas utama adalah 5,392 m². Luas area bengkel yang dianalisis adalah 6 m × 10 m atau 60 m². Dengan demikian, persentase luas tapak fasilitas terhadap luas area bengkel dapat dihitung sebagai berikut.

$$L_{bengkel} = 6 \times 10 = 60 \text{ m}^2$$

$$\text{Persentase luas fasilitas} = \frac{L_{\text{total fasilitas}}}{L_{\text{bengkel}}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase luas fasilitas} = \frac{5,392}{60} \times 100\%$$

$$\text{Persentase luas fasilitas} = 8,99 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, luas tapak fasilitas utama sebesar 5,392 m² atau sekitar 8,99% dari luas area bengkel. Nilai tersebut menunjukkan bahwa secara luas tapak, fasilitas utama hanya menempati sebagian kecil dari total area bengkel. Namun, perhitungan ini belum mencakup kebutuhan ruang kerja operator, jalur perpindahan benda kerja, area penyimpanan material, ruang aman di sekitar mesin, serta hambatan fisik seperti kamar mandi, dinding pembatas, panel listrik, dan alat angkat/rantai.

Dengan demikian, perancangan tata letak fasilitas tidak dapat hanya mempertimbangkan luas tapak mesin. Tata letak usulan juga perlu mempertimbangkan kebutuhan ruang operator, akses material masuk dan keluar, jalur perpindahan benda kerja, serta fasilitas yang tidak dapat dipindahkan. Mesin bubut utama dan alat angkat/rantai dipertahankan pada posisi awal, sedangkan fasilitas lain yang lebih fleksibel dapat disesuaikan posisinya agar aliran proses pemesinan roda gigi menjadi lebih terarah.

Tabel 4. 6 Pertimbangan Kebutuhan Ruang Fasilitas

No	Kode	Fasilitas	Pertimbangan Kebutuhan Ruang
1	A	Meja Penyimpanan Material	Membutuhkan ruang untuk penyimpanan dan pengambilan material sebelum proses pemotongan
2	B	Mesin Gergaji	Membutuhkan ruang untuk pemotongan material dan pergerakan operator saat memasukkan benda kerja.
3	C	Mesin Bubut	Membutuhkan ruang operator, akses benda kerja, kestabilan mesin, dan dukungan alat angkat/rantai

4	D	Mesin Frais / <i>Milling Machine</i>	Membutuhkan ruang operator dan akses benda kerja setelah proses pembubutan
5	E	Mesin Bor duduk	Membutuhkan ruang kerja untuk proses pengeboran dan penempatan benda kerja
6	F	Mesin Gerinda	Membutuhkan ruang untuk finishing dan pergerakan operator saat merapikan benda kerja

Berdasarkan Tabel 4.4, kebutuhan ruang setiap fasilitas tidak hanya ditentukan oleh ukuran fisik mesin, tetapi juga oleh aktivitas kerja yang dilakukan di sekitar fasilitas tersebut. Mesin bubut utama dan mesin frais membutuhkan perhatian lebih karena berhubungan langsung dengan proses utama pemesinan roda gigi.

Oleh karena itu, data ukuran fasilitas dan kebutuhan ruang menjadi dasar dalam penyusunan tata letak usulan. Tata letak usulan tidak hanya diarahkan untuk memperpendek jarak perpindahan material, tetapi juga harus mempertimbangkan ruang kerja operator, akses benda kerja, keselamatan kerja, serta batasan fisik yang terdapat di area Bengkel Bubut Anugrah Teknik.

4.3.1 Kriteria dan Perhitungan Ruang Bebas Fasilitas

Perhitungan luas tapak fasilitas pada pembahasan sebelumnya hanya menunjukkan luas fisik yang ditempati oleh masing-masing fasilitas. Dalam perancangan tata letak, luas tapak tersebut belum sepenuhnya menggambarkan kebutuhan ruang karena pengoperasian mesin memerlukan ruang bebas untuk operator, pemasangan dan pelepasan benda kerja, gerakan bagian mesin, serta akses selama proses pemesinan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pesawat Tenaga dan Produksi, Pasal 63, mesin bor, mesin frais, dan mesin bubut harus memiliki ruang bebas paling sedikit 60 cm dari mesin atau dari ujung langkah gerak maju-mundur. Ketentuan tersebut digunakan sebagai kriteria minimum dalam

mengevaluasi penempatan mesin bubut, mesin frais, dan mesin bor pada tata letak usulan.

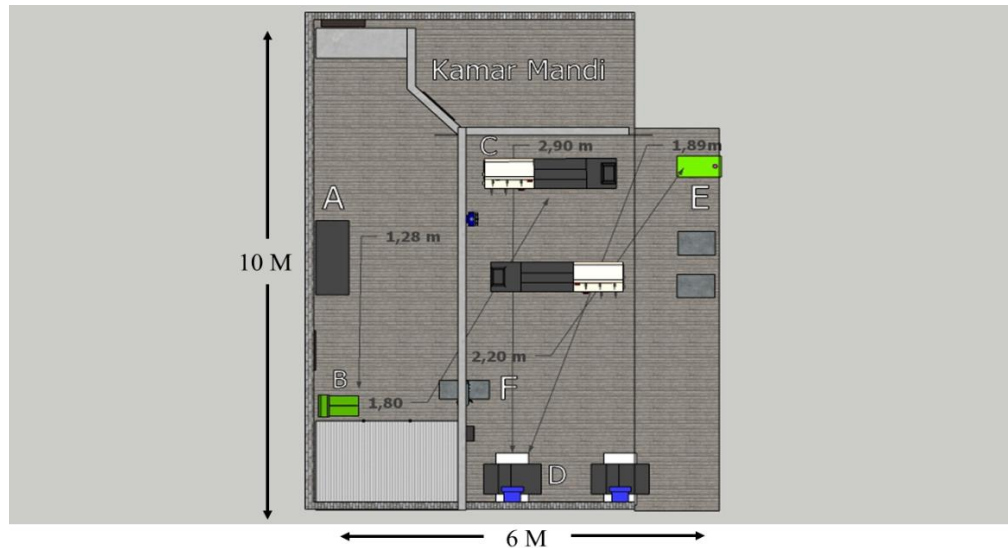
Kriteria ruang bebas tersebut tidak digunakan sebagai analisis ergonomi operator secara menyeluruh, melainkan sebagai batas ruang minimum dalam penempatan fasilitas. Pada fasilitas lain, yaitu meja penyimpanan material, mesin gergaji, dan meja mesin gerinda duduk, kebutuhan ruang dievaluasi berdasarkan aktivitas aktual operator, akses benda kerja, serta kebutuhan jalur perpindahan material.

4.4 Tata Letak Awal dan Aliran Material

Tata letak awal Bengkel Bubut Anugrah Teknik diperoleh berdasarkan hasil observasi langsung, dokumentasi lapangan, dan pengukuran posisi fasilitas pada area produksi. Tata letak awal digunakan sebagai dasar untuk mengetahui kondisi penempatan fasilitas sebelum dilakukan perancangan tata letak usulan. Fasilitas yang dianalisis dalam tata letak awal terdiri atas meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk.

Area bengkel yang dianalisis memiliki ukuran 6 m × 10 m atau luas 60 m². Pada area tersebut terdapat fasilitas produksi, jalur perpindahan benda kerja, area penyimpanan material, kamar mandi, panel listrik, serta alat angkat/rantai. Pintu masuk utama berada pada sisi depan area bengkel dengan lebar 0,79 m. Pintu ini digunakan sebagai akses masuk material awal dan juga sebagai jalur keluar benda kerja setelah selesai diproses.

Tata letak awal fasilitas Bengkel Bubut Anugrah Teknik dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4. 1 Tata Letak Awal Bengkel Anugrah Teknik

Sumber: Hasil observasi dan penggambaran ulang menggunakan Microsoft Visio dan sketchup.

Berdasarkan Gambar 4.1, aliran material pada proses pemesinan roda gigi dimulai dari pintu masuk utama menuju meja penyimpanan material. Setelah material disiapkan, benda kerja dipindahkan ke mesin gergaji untuk proses pemotongan. Material yang telah dipotong kemudian dipindahkan ke mesin bubut utama untuk proses pembentukan dimensi dasar roda gigi. Setelah proses pembubutan selesai, benda kerja dipindahkan ke mesin frais untuk proses pengefraisan. Tahap berikutnya adalah proses pengeboran menggunakan mesin bor duduk, kemudian dilanjutkan ke meja mesin gerinda duduk untuk proses finishing.

Dengan demikian, aliran proses pemesinan roda gigi pada tata letak awal adalah sebagai berikut.

Pintu Masuk → A → B → C → D → E → F → Pintu Keluar

Keterangan:

A = Meja penyimpanan material

B = Mesin gergaji

C = Mesin bubut utama

D = Mesin frais

E = Mesin bor duduk

F = Meja mesin gerinda duduk

Berdasarkan hasil observasi, tata letak awal bengkel belum sepenuhnya disusun berdasarkan pendekatan sistematis terhadap aliran proses pemesinan roda gigi. Penempatan fasilitas masih dipengaruhi oleh ketersediaan ruang, kebiasaan operasional, posisi fasilitas yang sudah ada, serta keterbatasan pemindahan mesin tertentu. Kondisi tersebut menyebabkan aliran perpindahan benda kerja perlu dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui kesesuaian tata letak awal terhadap urutan proses A-B-C-D-E-F.

4.5 Perhitungan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal

Perhitungan jarak perpindahan material pada tata letak awal dilakukan untuk mengetahui total jarak yang ditempuh benda kerja selama proses pemesinan roda gigi. Jarak yang dihitung merupakan jarak perpindahan antarstasiun kerja berdasarkan urutan aliran proses A-B-C-D-E-F. Urutan tersebut terdiri atas meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk. Perhitungan jarak pada subbab ini difokuskan pada perpindahan benda kerja antarstasiun kerja utama. Jarak dari pintu masuk menuju stasiun A dan jarak dari stasiun F menuju pintu keluar tidak dimasukkan dalam perhitungan utama karena pintu bukan merupakan stasiun kerja proses pemesinan. Namun, posisi pintu tetap dipertimbangkan dalam perancangan tata letak usulan karena menjadi akses material masuk dan benda kerja keluar.



Gambar 4. 2 Pengukuran Jarak antar stasiun kerja

Data jarak perpindahan material pada tata letak awal diperoleh dari hasil pengukuran langsung pada area Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Hasil pengukuran jarak antarstasiun kerja terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 7 Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal

No.	Perpindahan Material	Jarak (m)
1	A → B	1,28
2	B → C	1,80
3	C → D	2,90
4	D → E	1,89
5	E → F	2,20
Total		10,07 Meter

Berdasarkan Tabel 4.5, jarak perpindahan material paling besar terdapat pada perpindahan dari stasiun C ke stasiun D, yaitu dari mesin bubut utama menuju mesin frais dengan jarak 2,90 m. Kondisi ini menunjukkan bahwa hubungan antara proses pembubutan dan pengefraisan perlu menjadi perhatian dalam perancangan tata letak usulan, karena kedua proses tersebut merupakan bagian utama dalam pemesinan roda gigi.

Total jarak perpindahan material pada tata letak awal dihitung dengan menjumlahkan seluruh jarak perpindahan antarstasiun kerja yang dilalui benda kerja. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$J_{total\ awal} = J_A\ B + J_B\ C + J_C\ D + J_D\ E + J_E\ F$$

Keterangan :

$J_{total\ awal}$ = total jarak perpindahan material pada tata letak awal

$J_A\ B$ = jarak perpindahan material dari stasiun A ke stasiun B

$J_B\ C$ = jarak perpindahan material dari stasiun B ke stasiun C

$J_C\ D$ = jarak perpindahan material dari stasiun C ke stasiun D

$J_D\ E$ = jarak perpindahan material dari stasiun D ke stasiun E

$J_E\ F$ = jarak perpindahan material dari stasiun E ke stasiun F

Perhitungan total jarak perpindahan material pada awal tata letak adalah sebagai berikut :

$$J_{total\ awal} = 1,28 + 1,80 + 2,90 + 1,89 + 2,20$$

$$J_{total\ awal} = 10,07\ m$$

Berdasarkan hasil perhitungan, total jarak perpindahan material pada tata letak awal adalah 10,07 m. Nilai tersebut menunjukkan panjang lintasan yang harus dilalui benda kerja dari tahap persiapan material sampai proses finishing pada tata letak awal. Untuk mengetahui kontribusi setiap perpindahan terhadap total jarak, persentase jarak setiap pasangan stasiun kerja dihitung terhadap total jarak perpindahan material. Hasilnya disajikan pada Tabel 4.6

Tabel 4. 8 Persentase Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal

No	Perpindahan	Jarak (m)	Persentase terhadap total jarak
1	A-B	1,28	12,71%
2	B-C	1,80	17,87%
3	C-D	2,90	28,80%
4	D-E	1,89	18,77%
5	E-F	2,20	21,85%

Total	10,07	100%
-------	-------	------

Berdasarkan Tabel 4.6, perpindahan C-D memberikan kontribusi terbesar terhadap total jarak perpindahan material, yaitu sebesar 28,80%. Perpindahan ini terjadi dari mesin bubut utama menuju mesin frais. Setelah itu, perpindahan E-F memiliki kontribusi sebesar 21,85%, yaitu dari mesin bor duduk menuju meja mesin gerinda duduk.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tata letak awal masih memiliki jarak perpindahan yang perlu dievaluasi, terutama pada pasangan stasiun kerja yang memiliki hubungan proses langsung. Dalam proses pemesinan roda gigi, perpindahan dari C ke D merupakan perpindahan penting karena terjadi setelah proses pembubutan dan sebelum proses pengefraisan. Oleh karena itu, pada perancangan tata letak usulan, mesin frais perlu ditempatkan sedekat mungkin dengan mesin bubut utama tanpa mengganggu ruang kerja operator, alat angkat/rantai, dan keselamatan kerja. Selain itu, perpindahan dari E ke F juga perlu diperhatikan karena proses tersebut merupakan aliran akhir dari pengeboran menuju finishing. Penempatan meja mesin gerinda duduk sebaiknya dibuat lebih mendukung aliran akhir proses agar benda kerja tidak perlu bergerak terlalu jauh atau berbalik arah setelah proses pengeboran.

Dengan demikian, hasil perhitungan jarak perpindahan material pada tata letak awal menjadi dasar untuk menyusun perbaikan tata letak fasilitas. Data ini akan digunakan dalam penyusunan hubungan kedekatan antarstasiun kerja, perancangan tata letak usulan, serta perbandingan jarak perpindahan material antara tata letak awal dan tata letak usulan.

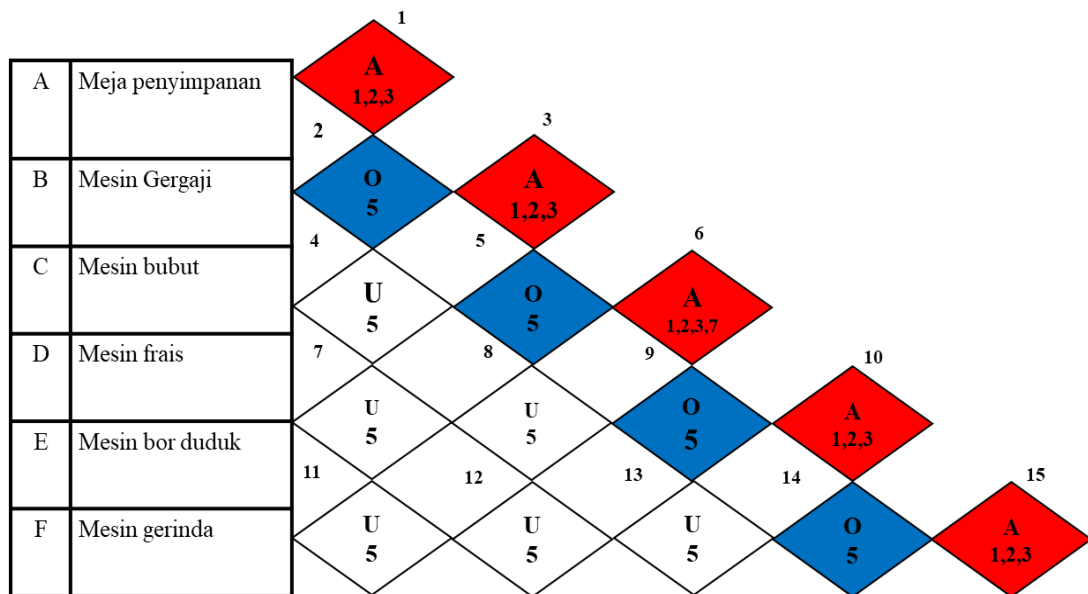
4.6 Activity Relationship Chart (ARC)

Activity Relationship Chart (ARC) disusun untuk mengetahui tingkat kepentingan hubungan kedekatan antarstasiun kerja pada proses pemesinan roda gigi. Penyusunan ARC dilakukan berdasarkan urutan aliran proses, frekuensi

perpindahan benda kerja, kemudahan pemindahan material, serta pertimbangan teknis fasilitas yang terdapat pada Bengkel Bubut Anugrah Teknik.

Stasiun kerja yang dianalisis dalam penyusunan ARC terdiri atas enam fasilitas utama, yaitu meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk. Keenam stasiun kerja tersebut diberi kode A sampai F untuk memudahkan proses analisis hubungan kedekatan antarstasiun kerja.

Penyusunan ARC dalam penelitian ini menggunakan derajat kedekatan A, E, I, O, U, dan X. Derajat kedekatan tersebut menunjukkan tingkat kepentingan hubungan antarstasiun kerja. Selain itu, digunakan pula kode alasan untuk menjelaskan dasar penentuan hubungan kedekatan. Kode alasan tersebut mencakup urutan langsung aliran proses, frekuensi perpindahan benda kerja, kemudahan pemindahan material, kebutuhan ruang kerja operator, tidak adanya hubungan proses langsung, pertimbangan keselamatan kerja, dan pertimbangan teknis fasilitas.



Gambar 4. 3 Activity Relationship Chart (ARC) Proses pemesinan Roda Gigi

Sumber : Hasil pengolahan data, 2026

Tabel 4. 9 Kode Alasan Hubungan

Kode	Keterangan
1	Urutan langsung proses pemesinan
2	Frekuensi perpindahan benda kerja
3	Kemudahan perpindahan material atau benda kerja
4	Kebutuhan ruang kerja operator
5	Tidak memiliki hubungan proses langsung
6	Pertimbangan keselamatan kerja
7	Pertimbangan Teknik fasilitas

Tabel 4. 10 Keterangan Derajat Kedekatan

<i>Derajat Kedekatan</i>	<i>Kode Warna</i>	<i>Tingkat Kepentingan</i>
<i>A</i>	<i>Merah</i>	<i>Mutlak penting</i>
<i>E</i>	<i>Oranye</i>	<i>Sangat penting</i>
<i>I</i>	<i>Hijau</i>	<i>Penting</i>
<i>O</i>	<i>Biru</i>	<i>Biasa</i>
<i>U</i>	<i>Putih</i>	<i>Tidak penting</i>
<i>X</i>	<i>Cokelat</i>	<i>Tidak diharapkan</i>

Berdasarkan Gambar 4.3, pasangan stasiun kerja yang memiliki derajat hubungan A adalah A-B, B-C, C-D, D-E, dan E-F. Derajat hubungan A menunjukkan bahwa pasangan stasiun kerja tersebut mutlak penting untuk didekatkan karena memiliki aliran proses langsung. Hubungan A-B terjadi karena material dari meja penyimpanan langsung dipindahkan ke mesin gergaji. Hubungan B-C terjadi karena material hasil pemotongan langsung menuju mesin bubut utama. Hubungan C-D terjadi karena benda kerja dari proses pembubutan dilanjutkan ke proses pengefraisan. Selanjutnya, hubungan D-E terjadi karena benda kerja dari mesin frais dipindahkan ke mesin bor duduk, sedangkan hubungan E-F terjadi karena benda kerja dari proses pengeboran dilanjutkan ke proses finishing pada meja mesin gerinda duduk.

Hubungan C-D menjadi perhatian utama karena berdasarkan hasil pengukuran tata letak awal, jarak perpindahan dari mesin bubut utama ke mesin frais merupakan jarak terbesar. Selain itu, mesin bubut utama tidak dapat dipindahkan karena berkaitan dengan ukuran mesin, kestabilan kerja, dan penggunaan alat angkat/rantai. Oleh karena itu, pada perancangan tata letak usulan, posisi mesin frais perlu diarahkan agar lebih dekat dengan mesin bubut utama tanpa mengganggu ruang kerja operator, alat angkat/rantai, dan keselamatan kerja. Pasangan stasiun kerja yang memperoleh derajat hubungan O, seperti A-C, B-D, C-E, dan D-F, menunjukkan hubungan biasa karena masih berada dalam aliran proses umum, tetapi tidak memiliki perpindahan langsung. Sementara itu, pasangan dengan derajat hubungan U tidak menjadi prioritas kedekatan karena tidak memiliki hubungan proses langsung.

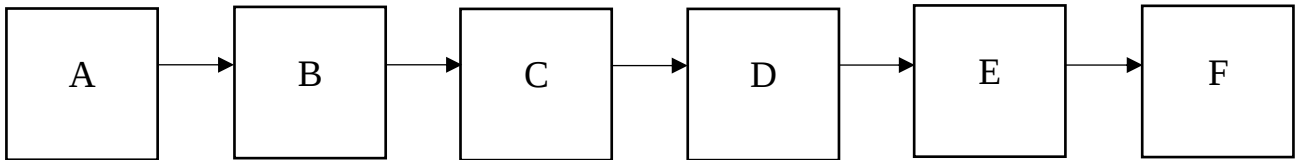
Berdasarkan hasil ARC, prioritas utama dalam perancangan tata letak usulan adalah menjaga kedekatan pasangan A-B, B-C, C-D, D-E, dan E-F. Hasil ARC ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan Activity Relationship Diagram (ARD) dan perancangan tata letak usulan.

4.7 Activity Relationship Diagram (ARD)

Activity Relationship Diagram (ARD) disusun berdasarkan hasil Activity Relationship Chart (ARC) yang telah dibuat pada subbab sebelumnya. ARD digunakan untuk menggambarkan hubungan kedekatan antarstasiun kerja secara visual sebelum rancangan tata letak fisik disusun. Berbeda dengan tata letak bengkel, ARD belum menunjukkan ukuran ruang, posisi dinding, pintu, maupun bentuk fasilitas secara detail. ARD hanya menunjukkan hubungan relatif antarstasiun kerja berdasarkan tingkat kedekatan yang telah ditentukan dalam ARC.

Pada penelitian ini, ARD disusun berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi yang terdiri atas enam stasiun kerja, yaitu A, B, C, D, E, dan F. Kode A menunjukkan meja penyimpanan material, B menunjukkan mesin gergaji, C menunjukkan mesin bubut utama, D menunjukkan mesin frais, E menunjukkan

mesin bor duduk, dan F menunjukkan meja mesin gerinda duduk. Urutan proses pemesinan roda gigi pada Bengkel Bubut Anugrah Teknik adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 4 Diagram ARD

Berdasarkan hasil ARC, pasangan stasiun kerja yang memiliki hubungan kedekatan utama adalah A-B, B-C, C-D, D-E, dan E-F. Kelima pasangan tersebut memiliki derajat hubungan A karena merupakan aliran proses langsung. Oleh karena itu, dalam penyusunan ARD, stasiun kerja dengan hubungan A ditempatkan secara berurutan agar arah perpindahan benda kerja lebih mudah dipahami dan dapat menjadi dasar dalam perancangan tata letak usulan.

Hubungan A-B menunjukkan perpindahan material dari meja penyimpanan material menuju mesin gergaji. Hubungan B-C menunjukkan perpindahan benda kerja dari mesin gergaji menuju mesin bubut utama. Hubungan C-D menunjukkan perpindahan benda kerja dari mesin bubut utama menuju mesin frais. Hubungan D-E menunjukkan perpindahan benda kerja dari mesin frais menuju mesin bor duduk. Selanjutnya, hubungan E-F menunjukkan perpindahan benda kerja dari mesin bor duduk menuju meja mesin gerinda duduk untuk proses finishing.

Dalam penyusunan ARD, stasiun C atau mesin bubut utama menjadi salah satu titik penting karena mesin tersebut tidak dapat dipindahkan. Mesin bubut utama memiliki ukuran besar, membutuhkan kestabilan saat proses pemesinan, dan berkaitan dengan penggunaan alat angkat/rantai. Oleh karena itu, posisi relatif stasiun lain dalam tata letak usulan perlu disesuaikan terhadap keberadaan mesin bubut utama tersebut. Stasiun A dan B diarahkan berada sebelum proses pembubutan, sedangkan stasiun D, E, dan F diarahkan berada setelah proses pembubutan. Hasil ARD menunjukkan bahwa pola hubungan antarstasiun kerja

yang paling sesuai dengan aliran proses pemesinan roda gigi adalah pola berurutan A-B-C-D-E-F. Pola ini digunakan sebagai dasar dalam penyusunan tata letak usulan, dengan tetap mempertimbangkan kondisi aktual bengkel seperti pintu masuk, kamar mandi, panel listrik, area penyimpanan, jalur operator, serta alat angkat/rantai yang tidak dapat dipindahkan.

4.8 Perancangan Tata letak usulan

Perancangan tata letak usulan dilakukan berdasarkan tata letak awal, route sheet proses pemesinan roda gigi, hasil Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), ukuran fasilitas, serta kondisi fisik area bengkel. Urutan proses yang digunakan tetap mengikuti aliran A-B-C-D-E-F, yaitu meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk.

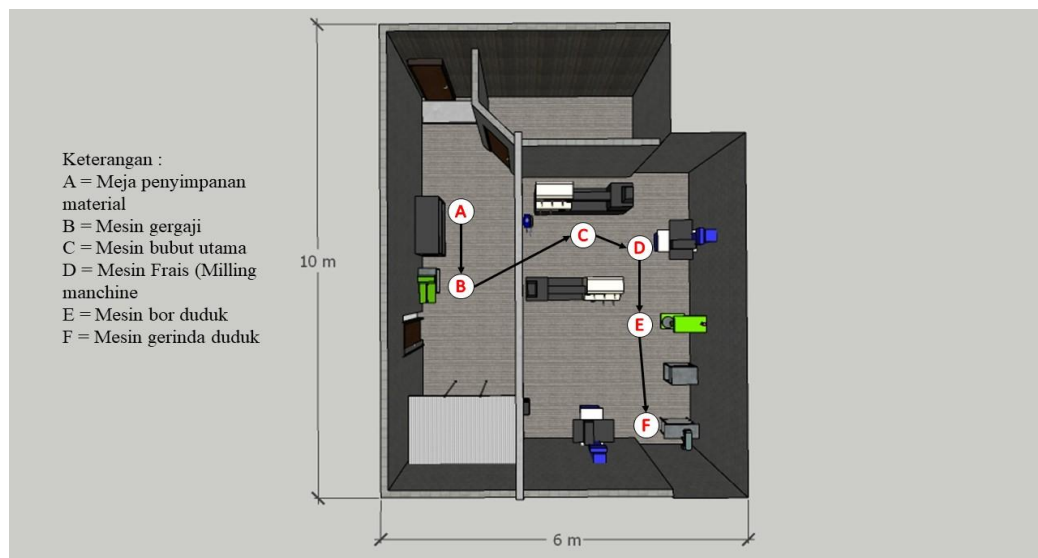
Penyusunan tata letak usulan tidak dilakukan dengan memindahkan seluruh fasilitas. Mesin bubut utama atau stasiun C dipertahankan pada posisi awal berdasarkan kondisi aktual bengkel. Mesin tersebut memiliki ukuran tapak terbesar, yaitu $2,420 \text{ m} \times 1,050 \text{ m}$, serta memerlukan ruang operator dan akses pemasangan benda kerja. Di sekitar mesin bubut juga terdapat alat angkat/rantai yang menjadi salah satu batas fisik dalam penataan area. Dalam penelitian ini, alat angkat/rantai tidak digunakan untuk memindahkan roda gigi bermassa 1,3 kg, tetapi keberadaannya tetap diperhitungkan karena fasilitas tersebut menempati ruang di sekitar mesin bubut.

Meja penyimpanan material atau stasiun A ditempatkan berdekatan dengan mesin gergaji atau stasiun B. Penempatan tersebut mengikuti tahap awal route sheet, yaitu persiapan material dan pemotongan bahan. Mesin gergaji selanjutnya ditempatkan pada jalur menuju mesin bubut utama agar blank hasil pemotongan dapat dipindahkan ke proses pembubutan tanpa melalui lintasan yang berlawanan dengan arah proses.

Mesin frais atau stasiun D ditempatkan lebih dekat dengan mesin bubut utama. Penempatan ini didasarkan pada ketergantungan teknis antara proses pembubutan dan pengefraisan. Mesin bubut membentuk diameter luar dan bidang dasar benda kerja, sedangkan mesin frais menggunakan benda kerja hasil pembubutan untuk membentuk profil roda gigi. Pada tata letak awal, jarak C–D sebesar 2,90 m merupakan jarak terbesar dalam aliran proses. Oleh karena itu, pasangan C–D menjadi prioritas utama dalam penyusunan tata letak usulan.

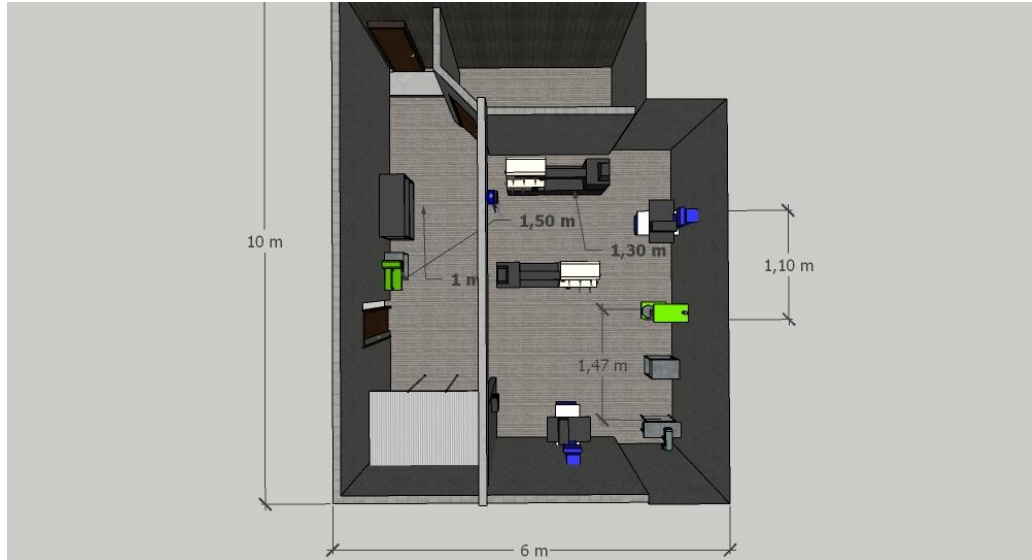
Mesin bor duduk atau stasiun E ditempatkan setelah mesin frais sesuai urutan kerja aktual di Bengkel Bubut Anugrah Teknik. Setelah profil roda gigi terbentuk, benda kerja menjalani proses pengeboran untuk membuat lubang poros atau dudukan. Meja mesin gerinda duduk atau stasiun F ditempatkan pada bagian akhir aliran karena digunakan untuk finishing dan perapian bagian tertentu setelah proses pemessinan utama selesai.

Tata letak usulan Bengkel Bubut Anugrah Teknik dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.5 Tata Letak Usulan dan Aliran Material Bengkel Bubut Anugrah Teknik

Sumber: Hasil pengolahan data menggunakan skecthup 2023



Gambar 4.6 Tata Letak usulan dan Hasil Jarak Pengukuran Bengkel Bubut Anugrah Teknik

Sumber: Hasil pengolahan data menggunakan skecthup 2023 dan Solidworks



Gambar 4.7 Tata letak usulan Bengkel Anugrah Teknik dalam Bentuk 3D

Sumber: Hasil pengolahan data menggunakan skecthup 2023 dan Solidworks

Gambar 4.4 menunjukkan susunan fasilitas pada tata letak usulan berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi. Pada gambar tersebut, stasiun kerja utama diberi kode A sampai F untuk memudahkan pembacaan aliran material. Arah aliran material dimulai dari stasiun A menuju B, kemudian dilanjutkan ke C, D, E, dan F. Selain itu, gambar juga menampilkan jarak antarstasiun kerja pada tata letak usulan, yaitu A-B sebesar 1,00 m, B-C sebesar 1,50 m, C-D sebesar 1,30 m, D-E

sebesar 1,10 m, dan E-F sebesar 1,47 m. Data jarak tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan pada subbab berikutnya.

Tabel 4.11 Pertimbangan Penempatan Fasilitas pada Tata Letak Usulan

Kode	Fasilitas	Status	Pertimbangan Penempatan
A	Meja Penyimpanan material	Dapat dipindahkan	Ditempatkan berdekatan dengan mesin gergaji agar material mudah dipindahkan ke proses pemotongan
B	Mesin gergaji	Dapat dipindahkan	Ditempatkan setelah meja penyimpanan material dan diarahkan menuju mesin bubut utama
C	Mesin bubut utama	Tidak dapat dipindahkan	Dipertahankan berdasarkan kondisi aktual, ukuran fasilitas, ruang operator, akses benda kerja, dan keberadaan alat angkat/rantai di sekitarnya
D	Mesin frais	Dapat dipindahkan	Didekatkan dengan mesin bubut utama karena proses pengefraisan dilakukan setelah proses pembubutan

E	Mesin bor duduk	Dapat dipindahkan	Ditempatkan setelah mesin frais karena proses pengeboran dilakukan setelah pengefraisan
F	Mesin gerinda duduk	Dapat dipindahkan	Ditempatkan pada akhir aliran karena digunakan untuk finishing setelah proses utama selesai

Berdasarkan Tabel 4.9, mesin bubut utama digunakan sebagai titik acuan dalam penyusunan tata letak usulan. Fasilitas lainnya disesuaikan terhadap posisi mesin tersebut berdasarkan urutan proses pemesinan. Perubahan paling penting dilakukan pada posisi mesin frais karena stasiun C dan D mempunyai hubungan proses langsung, sedangkan jarak keduanya pada tata letak awal merupakan jarak terbesar.

4.9 Perhitungan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Usulan

Setelah posisi fasilitas disusun berdasarkan route sheet proses pemesinan, hasil Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), ukuran fasilitas, dan batas fisik area bengkel, dilakukan pengukuran kembali terhadap jarak perpindahan benda kerja. Pengukuran tetap mengikuti urutan proses A sampai F agar hasil tata letak usulan dapat dibandingkan secara langsung dengan tata letak awal.

Tabel 4.12 Jarak Perpindahan Material Tata Letak Usulan

No	Perpindahan	Keterangan Perpindahan	Jarak Tata letak usulan (m)
1	A-B	Meja penyimpanan material ke mesin gergaji	1,00
2	B-C	Mesin gergaji ke mesin bubut utama	1,50

3	C-D	Mesin bubut utama ke mesin frais	1,30
4	D-E	Mesin frais ke mesin bor duduk	1,10
5	E-F	Mesin bor duduk ke meja mesin gerinda duduk	1,47
Total			6,37

Berdasarkan Tabel 4.10, jarak perpindahan material pada tata letak usulan terdiri atas lima perpindahan utama, yaitu A-B, B-C, C-D, D-E, dan E-F. Jarak A-B sebesar 1,00 m menunjukkan perpindahan material dari meja penyimpanan material menuju mesin gergaji. Jarak B-C sebesar 1,50 m menunjukkan perpindahan material dari mesin gergaji menuju mesin bubut utama. Jarak C-D sebesar 1,30 m menunjukkan perpindahan benda kerja dari mesin bubut utama menuju mesin frais. Selanjutnya, jarak D-E sebesar 1,10 m menunjukkan perpindahan dari mesin frais menuju mesin bor duduk, sedangkan jarak E-F sebesar 1,47 m menunjukkan perpindahan dari mesin bor duduk menuju meja mesin gerinda duduk.

Total jarak perpindahan material pada tata letak usulan dihitung dengan rumus:

$$J_{total\ usulan} = J_{A-B} + J_{B-C} + J_{C-D} + J_{D-E} + J_{E-F}$$

Keterangan :

$J_{total\ usulan}$ = total jarak perpindahan material pada tata letak usulan

J_{A-B} = jarak perpindahan material dari stasiun A ke stasiun B pada tata letak

usulan J_{B-C} = jarak perpindahan material dari stasiun B ke stasiun C pada tata letak usulan

J_{C-D} = jarak perpindahan material dari stasiun C ke stasiun D pada tata letak usulan

J_{D-E} = jarak perpindahan material dari stasiun D ke stasiun E pada tata letak usulan

J_{E-F} = jarak perpindahan material dari stasiun E ke stasiun F pada tata letak usulan

Berdasarkan tabel 4.10, perhitungan total jarak perpindahan material pada tata letak usulan adalah sebagai berikut.

$$J_{total\ usulan} = 1,00 + 1,50 + 1,30 + 1,10 + 1,47$$
$$J_{total\ usulan} = 6,37\ m$$

Berdasarkan hasil pengukuran, total jarak perpindahan material pada tata letak usulan adalah 6,37 m. Setiap pasangan stasiun tetap mengikuti urutan proses pemesinan roda gigi, sehingga pengurangan jarak tidak mengubah tahapan operasi yang diterapkan di bengkel.

Hasil :

- Jarak A–B sebesar 1,00 m mendukung perpindahan material dari meja penyimpanan menuju mesin gergaji. Blank hasil pemotongan selanjutnya dipindahkan menuju mesin bubut utama dengan jarak B–C sebesar 1,50 m.
- Jarak C–D sebesar 1,30 m menghubungkan proses pembubutan dan pengefraisan. Pada mesin bubut, benda kerja dibentuk menjadi geometri dasar, sedangkan pada mesin frais dilakukan pembentukan profil roda gigi. Kedekatan kedua mesin mendukung perpindahan langsung antara dua proses yang berurutan.
- Jarak D–E sebesar 1,10 m mendukung perpindahan benda kerja dari proses pengefraisan menuju pengeboran. Setelah itu, benda kerja dipindahkan dari mesin bor duduk menuju meja mesin gerinda duduk sejauh 1,47 m untuk proses finishing. Susunan tersebut mempertahankan arah aliran proses A–B–C–D–E–F.

4.10 Perbandingan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan

Setelah jarak perpindahan material pada tata letak awal dan tata letak usulan diketahui, tahap selanjutnya adalah membandingkan kedua tata letak tersebut. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya pengurangan jarak perpindahan material setelah dilakukan perancangan tata letak usulan. Perbandingan jarak dilakukan pada aliran proses yang sama, yaitu A-B-C-D-E-F,

agar hasil analisis antara tata letak awal dan tata letak usulan dapat dibandingkan secara seimbang.

Tata letak awal memiliki total jarak perpindahan material sebesar 10,07 m. Sementara itu, berdasarkan hasil pengukuran pada tata letak usulan, total jarak perpindahan material menjadi sebesar 6,37 m. Perbandingan jarak perpindahan material antara tata letak awal dan tata letak usulan dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.13 Perbandingan Jarak Perpindahan Material Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan

No	Perpindahan	Jarak Tata Letak Awal (m)	Jarak Tata Letak Usulan (m)	Pengurangan Jarak (m)
1	A-B	1,28	1,00	0,28
2	B-C	1,80	1,50	0,30
3	C-D	2,90	1,30	1,60
4	D-E	1,89	1,10	0,79
5	E-F	2,20	1,47	0,73
Total		10,07	6,37	3,70

Berdasarkan Tabel 4.11, seluruh perpindahan antarstasiun kerja mengalami pengurangan jarak pada tata letak usulan. Pengurangan jarak terbesar terjadi pada perpindahan C-D, yaitu dari mesin bubut utama menuju mesin frais. Pada tata letak awal, jarak C-D sebesar 2,90 m, sedangkan pada tata letak usulan menjadi 1,30 m. Dengan demikian, terjadi pengurangan jarak sebesar 1,60 m. Hal ini menunjukkan bahwa penempatan mesin frais lebih dekat dengan mesin bubut utama memberikan pengaruh paling besar terhadap penurunan total jarak perpindahan material.

Pengurangan jarak juga terjadi pada perpindahan D-E dan E-F. Jarak D-E berkurang dari 1,89 m menjadi 1,10 m, sedangkan jarak E-F berkurang dari 2,20 m menjadi 1,47 m. Kondisi ini menunjukkan bahwa penempatan mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk pada tata letak usulan sudah lebih

berurutan sesuai dengan tahapan akhir proses pemesinan roda gigi. Pada perpindahan awal proses, jarak A-B berkurang dari 1,28 m menjadi 1,00 m, sedangkan jarak B-C berkurang dari 1,80 m menjadi 1,50 m. Pengurangan ini menunjukkan bahwa meja penyimpanan material, mesin gergaji, dan mesin bubut utama telah disusun dengan aliran yang lebih terarah dibandingkan tata letak awal.

Pengurangan total jarak perpindahan material dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\Delta J = 10,07 - 6,37$$

$$\Delta J = 3,70 \text{ m}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tata letak usulan mampu mengurangi jarak perpindahan material sebesar 3,70 m. Nilai tersebut menunjukkan bahwa susunan fasilitas pada tata letak usulan lebih mendukung aliran proses pemesinan roda gigi dibandingkan tata letak awal.

Selanjutnya, efisiensi pengurangan jarak perpindahan material dihitung untuk mengetahui persentase penurunan jarak yang dihasilkan dari tata letak usulan. Rumus efisiensi yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Efisiensi = \frac{J_{total\ awal} - J_{total\ usulan}}{J_{total\ awal}} \times 100\%$$

Perhitungan :

$$Efisiensi = \frac{10,07 - 6,37}{10,07} \times 100\%$$

$$Efisiensi = \frac{3,70}{10,07} \times 100\%$$

$$Efisiensi = 36,74 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, tata letak usulan menghasilkan efisiensi pengurangan jarak perpindahan material sebesar 36,74%. Hal ini menunjukkan bahwa perancangan tata letak usulan mampu memperpendek jarak perpindahan material pada proses pemesinan roda gigi.

Selain perbandingan jarak, analisis juga diperkuat dengan perhitungan load-distance. Perhitungan load-distance digunakan untuk mengetahui beban perpindahan material berdasarkan frekuensi perpindahan dan jarak antarstasiun kerja. Dalam penelitian ini, frekuensi perpindahan dihitung berdasarkan jumlah roda gigi yang pernah dikerjakan, yaitu 50 buah dalam satu periode pekerjaan.

Rumus Load-Distance adalah sebagai berikut :

$$LD = \sum (f_{ij} \times d_{ij})$$

LD = total load-distance atau beban jarak perpindahan material

f_{ij} = frekuensi perpindahan material dari satu stasiun ke stasiun kerja berikutnya

d_{ij} = jarak perpindahan material antarstasiun kerja

Perbandingan load-distance antara tata letak awal dan tata letak usulan dapat dilihat pada tabel 4.12

Tabel 4. 14 Perbandingan Load-Distance Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan

No	Perpindahan	Frekuensi (unit)	LD awal (m)	LD usulan (m)	Pengurangan (m)
1	A-B	50	64,00	50,00	14,00
2	B-C	50	90,00	75,00	15,00
3	C-D	50	145,00	65,00	80,00
4	D-E	50	94,50	55,00	39,50
5	E-F	50	110,00	73,50	36,50
Total			503,50	318,50	185,00

Berdasarkan Tabel 4.12, nilai load-distance pada tata letak awal adalah sebesar 503,50 m, sedangkan pada tata letak usulan menjadi 318,50 m. Dengan demikian, terjadi pengurangan load-distance sebesar 185,00 m untuk 50 benda kerja. Pengurangan terbesar terdapat pada perpindahan C-D, yaitu sebesar 80,00 m. Hal ini sejalan dengan hasil perbandingan jarak, karena perpindahan dari mesin

bubut utama ke mesin frais mengalami pengurangan jarak paling besar pada tata letak usulan.

Secara keseluruhan, tata letak usulan menunjukkan hasil yang lebih sesuai dengan aliran proses pemesinan roda gigi dibandingkan tata letak awal. Total jarak perpindahan material berkurang dari 10,07 m menjadi 6,37 m atau sebesar 3,70 m dengan efisiensi 36,74%. Nilai load-distance untuk 50 benda kerja berkurang dari 503,50 m menjadi 318,50 m, sedangkan indikator massa-jarak berkurang dari 654,55 kg·m menjadi 414,05 kg·m. Pengurangan terbesar terjadi pada perpindahan C–D karena posisi mesin frais didekatkan dengan mesin bubut utama sesuai hubungan teknis antara proses pembubutan dan pengefraisan profil roda gigi. Dengan demikian, tata letak usulan tidak hanya memperpendek lintasan perpindahan, tetapi juga lebih sesuai dengan ketergantungan antaroperasi pada proses pemesinan roda gigi.

4.11 Analisis Indikator Massa-Jarak Benda Kerja

Perhitungan load-distance pada pembahasan sebelumnya menggunakan frekuensi perpindahan dan jarak antarstasiun kerja. Untuk memasukkan karakteristik fisik benda kerja ke dalam evaluasi tata letak, analisis dilanjutkan dengan perhitungan indikator massa-jarak. Perhitungan tersebut menggunakan massa aktual satu benda kerja roda gigi sebesar 1,3 kg, jumlah benda kerja sebanyak 50 buah, dan jarak perpindahan pada masing-masing tata letak.

Sebagai contoh, indikator massa-jarak pada perpindahan A–B untuk tata letak awal dihitung sebagai berikut:

$$IMJ_{A-B \text{ awal}} = 1,3 \times 50 \times 1,28$$

$$IMJ_{A-B \text{ awal}} = 83,20 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Perhitungan yang sama diterapkan pada seluruh pasangan stasiun kerja untuk tata letak awal dan tata letak usulan. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel Tabel 4.

Tabel 4. 15 Analisis Indikator Massa-Jarak Benda Kerja

No	Perpindahan	Massa per Benda Kerja (kg)	Frekuensi (buah)	Jarak awal (m)	IMJ Awal (kg.m)	Jarak usulan (m)	IMJ usulan (kg.m)	Pengurangan (kg.m)
1	A-B	1,3	50	1,28	83,20	1,00	65,00	18,20
2	B-C	1,3	50	1,80	117,00	1,50	97,50	19,50
3	C-D	1,3	50	2,90	188,50	1,30	84,50	104,00
4	D-E	1,3	50	1,89	122,85	1,10	71,50	51,35
5	E-F	1,3	50	2,20	143,00	1,47	95,55	47,45
Total				10,07	654,55	6,37	414,05	240,50

Berdasarkan Tabel 4.15 indikator massa-jarak pada tata letak awal adalah $654,55 \text{ kg} \cdot \text{m}$, sedangkan pada tata letak usulan menjadi $414,05 \text{ kg} \cdot \text{m}$. Dengan demikian, tata letak usulan menghasilkan pengurangan indikator massa-jarak sebesar $240,50 \text{ kg} \cdot \text{m}$. Pengurangan terbesar terjadi pada perpindahan C–D, yaitu dari mesin bubut utama menuju mesin frais, sebesar $104,00 \text{ kg} \cdot \text{m}$. Hasil tersebut berkaitan dengan berkurangnya jarak C–D dari $2,90 \text{ m}$ menjadi $1,30 \text{ m}$. Pasangan C–D juga mempunyai hubungan teknis langsung karena benda kerja hasil pembubutan digunakan sebagai masukan pada proses pengefraisan profil roda gigi.

Persentase pengurangan indikator massa-jarak dihitung sebagai berikut:

$$\eta_{IMJ} = \frac{IMJ_{awal} - IMJ_{usulan}}{IMJ_{awal}} \times 100\%$$

$$\eta_{IMJ} = \frac{654,55 - 414,05}{654,55} \times 100\%$$

$$\eta_{IMJ} = 36,74 \%$$

Persentase pengurangan indikator massa-jarak sama dengan persentase pengurangan jarak perpindahan. Kesamaan tersebut terjadi karena massa benda kerja dan frekuensi perpindahan pada tata letak awal dan tata letak usulan bernilai tetap. Perubahan nilai indikator massa-jarak hanya dipengaruhi oleh perubahan jarak antarstasiun kerja.

Indikator massa-jarak digunakan sebagai pembanding terhadap beban perpindahan kumulatif benda kerja pada kedua tata letak. Satuan $kg \cdot m$ pada perhitungan ini tidak menunjukkan energi mekanik dan tidak dapat dinyatakan sebagai joule. Penelitian ini juga tidak menggunakan hasil tersebut untuk menilai gaya angkat, kelelahan operator, atau risiko ergonomi karena variabel postur, waktu perpindahan, dan kondisi pengangkatan tidak diukur.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perancangan tata letak fasilitas Bengkel Bubut Anugrah Teknik berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP), maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Tata letak awal Bengkel Bubut Anugrah Teknik belum sepenuhnya mendukung aliran proses pemesinan roda gigi secara berurutan. Proses pemesinan melibatkan enam stasiun kerja dengan urutan A–B–C–D–E–F, yaitu meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk. Berdasarkan hasil pengukuran, total jarak perpindahan material pada tata letak awal sebesar 10,07 m. Jarak terbesar terdapat pada perpindahan C–D dari mesin bubut utama menuju mesin frais, yaitu sebesar 2,90 m.
2. Hasil penyusunan *route sheet* menunjukkan bahwa keluaran dari setiap proses menjadi benda kerja awal bagi proses berikutnya. Hubungan proses langsung terdapat pada pasangan A–B, B–C, C–D, D–E, dan E–F. Hubungan C–D menjadi salah satu prioritas utama karena mesin bubut membentuk geometri dasar benda kerja, sedangkan mesin frais menggunakan hasil pembubutan tersebut untuk membentuk profil roda gigi. Hubungan teknis tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan *Activity Relationship Chart* (ARC) dan *Activity Relationship Diagram* (ARD).
3. Tata letak usulan disusun dengan mempertahankan mesin bubut utama sebagai fasilitas tetap, sedangkan meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk disesuaikan posisinya. Penempatan fasilitas mempertimbangkan urutan proses pemesinan, hasil ARC dan ARD, ukuran fasilitas, ruang kerja operator, akses pemasangan benda kerja, jalur perpindahan material, serta keterbatasan fisik area bengkel. Mesin frais ditempatkan lebih dekat dengan

mesin bubut utama karena kedua mesin memiliki ketergantungan proses secara langsung.

4. Tata letak usulan menghasilkan total jarak perpindahan material sebesar 6,37 m, sehingga terjadi pengurangan sebesar 3,70 m dari tata letak awal dengan efisiensi jarak sebesar 36,74%. Nilai *load-distance* untuk 50 benda kerja berkurang dari 503,50 m menjadi 318,50 m atau sebesar 185,00 m. Berdasarkan massa aktual satu benda kerja sebesar 1,3 kg, indikator massa-jarak berkurang dari 654,55 kg·m menjadi 414,05 kg·m, sehingga terjadi pengurangan sebesar 240,50 kg·m atau 36,74%. Pengurangan terbesar terjadi pada perpindahan C–D karena jarak antara mesin bubut utama dan mesin frais berkurang dari 2,90 m menjadi 1,30 m.

5.2 Saran

Dalam sebuah penelitian, peneliti perlu memberikan saran yang bermanfaat bagi pihak yang berkaitan dengan objek penelitian maupun bagi pengembangan penelitian selanjutnya. Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan yang telah diperoleh, maka saran dalam penelitian ini ditujukan kepada Bengkel Bubut Anugrah Teknik dan peneliti selanjutnya. Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

5.2.1 Saran Untuk Bengkel Bubut Anugrah Teknik

1. Bengkel Bubut Anugrah Teknik sebaiknya mempertimbangkan tata letak usulan sebagai acuan dalam penataan fasilitas kerja, khususnya pada proses pemesinan roda gigi. Penataan fasilitas sebaiknya tetap memperhatikan urutan aliran proses A-B-C-D-E-F, yaitu dari meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin bubut utama, mesin frais, mesin bor duduk, hingga meja mesin gerinda duduk.
2. Mesin bubut utama dan alat angkat/rantai sebaiknya tetap dipertahankan pada posisi yang telah direncanakan karena keduanya memiliki keterkaitan langsung dengan proses pembubutan dan pemindahan benda kerja berat. Perubahan tata letak lebih baik difokuskan pada fasilitas yang masih dapat

dipindahkan, seperti meja penyimpanan material, mesin gergaji, mesin frais, mesin bor duduk, dan meja mesin gerinda duduk.

3. Dalam penerapan tata letak usulan, bengkel sebaiknya menjaga jalur perpindahan material agar tetap terbuka dan tidak terhalang oleh bahan kerja, peralatan, rak, atau barang pendukung lain yang tidak digunakan. Hal ini penting agar aliran perpindahan material dari satu stasiun kerja ke stasiun berikutnya dapat berjalan lebih terarah.
4. Penataan fasilitas kerja juga perlu memperhatikan ruang gerak operator, akses benda kerja, dan keselamatan kerja. Meskipun penelitian ini berfokus pada pengurangan jarak perpindahan material, penerapan tata letak di lapangan tetap harus mempertimbangkan kenyamanan operator dan keamanan selama proses pemesinan berlangsung.

5.2.2 Saran Untuk Peneliti Selanjutnya

1. Peneliti selanjutnya yang akan melakukan kajian serupa sebaiknya dapat mengembangkan penelitian ini dengan menambahkan analisis waktu perpindahan material. Dengan adanya data waktu, hasil penelitian tidak hanya menunjukkan pengurangan jarak perpindahan material, tetapi juga dapat menggambarkan pengaruh tata letak terhadap waktu perpindahan benda kerja.
2. Penelitian selanjutnya juga dapat menambahkan analisis biaya material handling, biaya pemindahan fasilitas, kapasitas produksi, dan produktivitas operator. Analisis tersebut dapat memberikan gambaran yang lebih luas mengenai dampak penerapan tata letak usulan terhadap kegiatan produksi di bengkel pemesinan.
3. Perhitungan load-distance pada penelitian ini masih digunakan sebagai analisis tambahan berdasarkan data historis pekerjaan roda gigi sebanyak 50 buah. Oleh karena itu, peneliti selanjutnya dapat menggunakan data produksi dalam periode yang lebih panjang atau menggunakan beberapa jenis produk yang berbeda agar analisis beban perpindahan material menjadi lebih representatif.

4. Peneliti selanjutnya sebaiknya juga memperhatikan aspek ergonomi dan keselamatan kerja secara lebih mendalam. Hal ini penting karena tata letak fasilitas tidak hanya berkaitan dengan jarak perpindahan material, tetapi juga berhubungan dengan kenyamanan operator, ruang gerak kerja, dan keamanan selama proses pemesinan berlangsung.
5. Penelitian berikutnya dapat membuat beberapa alternatif tata letak usulan untuk dibandingkan. Dengan adanya beberapa alternatif, pemilihan tata letak terbaik dapat dilakukan secara lebih objektif berdasarkan jarak perpindahan material, hubungan kedekatan antarstasiun kerja, ruang kerja operator, dan kemudahan penerapan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Putra, “PERANCANGAN TATA LETAK FASILITAS PADA BENGKEL BUBUT DAN LAS DI CV. RAIHAN TEKNIK,” *J. Ind. Teknol. SAMAWA*, vol. 3, no. 1, hlm. 1–10, Feb 2022, doi: 10.36761/jitsa.v3i1.1559.
- [2] F. Manta, C. Qalbi A.M., dan R. Abdul Basith, “Analisis Proses Pembubutan AISI 1020 Pada Kekasaran Permukaan Material Dan Keausan Pahat,” *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. ENERGY*, vol. 7, no. 1, hlm. 54–63, Mei 2023, doi: 10.31289/jmemme.v7i1.7703.
- [3] A. S. Alfauzy, “PEMBUATAN RODA GIGI DARI BAHAN SERBUK LOGAM TEMBAGA DAN ALUMUNIUM DENGAN PROSES KOMPAKSI,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 14, no. 3, hlm. 121, Des 2019, doi: 10.32497/jrm.v14i3.1641.
- [4] H. Achmad dan S. Santoso, “Redesign of Production Facility Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) Method to Improve Operational Efficiency at PT. XYZ,” *Int. J. Bus. Appl. Econ.*, vol. 4, no. 5, hlm. 2879–2892, Sep 2025, doi: 10.55927/ijbae.v4i5.419.
- [5] M. I. Rahmadani, B. N. Diansari, dan G. F. Waluyono, “Redesigning the Production Facility Layout Using the Systematic Layout Planning (SLP) Method: A Case Study at CV. Vyo Factory,” *J. Sci. Technol.*, 2025.
- [6] R. Muther dan L. Hales, “Systematic Layout Planning”.
- [7] S. Kalpakjian, S. R. Schmid, dan K. S. V. Sekar, *Manufacturing engineering and technology*, 7. ed. in SI units. dalam Always learning. Singapore: Pearson Education South Asia, 2014.
- [8] M. P. Groover, *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems*, Seventh edition, SI Version, International adaptation. Singapore: Wiley, 2021.
- [9] S. Hantoro dan T. Tiwan, “DESAIN PROFIL GIGI RODA GIGI LURUS DENGAN SISTEM KOORDINAT,” *Teknoin*, vol. 11, no. 1, Mar 2006, doi: 10.20885/teknoin.vol11.iss1.art5.
- [10] F. Febriani dan F. Wurjaningrum, “Systematic Layout Planning to Improve Facility Layout in Small and Medium Food Enterprise,” *Southeast Asian Bus. Rev.*, vol. 2, no. 2, hlm. 111–117, Agu 2024, doi: 10.20473/sabr.v2i2.60850.
- [11] B. Saputra, Z. Arifin, dan A. Merjani, “IMPROVEMENT OF FACILITY LAYOUT USING SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP) METHOD TO REDUCE MATERIAL MOVEMENT DISTANCE (CASE STUDY AT UKM KERUPUK KAROMAH),” 2020.
- [12] M. M. Arifin, M. Agustin, dan D. E. Pertiwi, “Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode Systematic Layout Planning Pada Produksi Komponen Wiring Harness,” no. 2, 2025.
- [13] “Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pesawat Tenaga dan Produksi, Berita Negara Republik Indonesia.”
- [14] I. Widia, T. G. Bhagya, dan P. Anggaliya, “Proposed Improvement of Production Facility Layout at PT XYZ Using Activity Relationship Chart (ARC) Method to Minimize Material Handling Costs,” *SAINTEKS J. Sain*

Dan Tek., vol. 7, no. 02, hlm. 394–408, Sep 2025, doi:
10.37577/sainteks.v7i02.921.

- [15] A. F. Arisandi, “OPTIMASI TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI MENGGUNAKAN ANALISIS ALIRAN MATERIAL (MAT) DAN LOAD DISTANCE (LD),” no. 10.
- [16] M. R. Fauzi, M. Muhandi, dan C. Cintyawati, “Analisis Tata Letak Fasilitas Produksi untuk Mengoptimalkan Jarak Beban dan Biaya Material,” vol. 7, no. 1, 2021.
- [17] R. Saifulloh, R. Septiari, dan S. Haryanto, “PERANCANGAN TATA LETAK FASILITAS DENGAN METODE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP) DAN USULAN PENAMBAHAN FASILITAS PADA UD. AMINO KOTA BATU,” *J. Valtech*, vol. 7, no. 2, hlm. 418–427, Okt 2024, doi: 10.36040/valtech.v7i2.11142.
- [18] M. Astuti, “Facility Layout Design Using Activity Relationship Chart and Simulation (Case Study in UKM Bambu Karya Manunggal),” *Conf. SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, vol. 4, Nov 2018, doi: 10.28989/senatik.v4i0.248.
- [19] I. Kholidasari, Y. S. Syahri, dan S. Sundari, “PENERAPAN METODE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING UNTUK MEMINIMASI JARAK PERPINDAHAN MATERIAL PADA UKM X”.
- [20] A. P. R. Lubis, A. Suyatno, M. F. H. Rahman, S. A. Isnanto, dan V. Dwiyantri, “Factory Layout Planning Using Activity Relationship Chart (ARC) and Activity Relationship Diagram (ARD) Method”.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Observasi Lapangan

Objek Observasi : Bengkel Bubut Anugrah Teknik

Lokasi : Jalan Jamaras 1 RT 05 RW 14 No 121, Bandung

Waktu Observasi : 20 Maret, 2 Juni 2026

No	Aspek Yang Diamati	Hasil Observasi	Bukti Keterangan
1	Kondisi Umum Bengkel	Bengkel merupakan usaha pemesinan skala kecil yang melakukan pekerjaan pembubutan, perbaikan spare part, fabrikasi komponen logam, dan pembuatan roda gigi.	
2	Meja Penyimpanan Material	Digunakan sebagai tempat penyimpanan material awal sebelum diproses.	
3	Ukuran Area Bengkel	Area bengkel memiliki ukuran sekitar 10 m × 6 m.	-
4	Mesin Gergaji	Digunakan untuk memotong material awal sesuai ukuran benda kerja.	

No	Aspek Yang Diamati	Hasil Observasi	Bukti Keterangan
5	Mesin Bubut	Digunakan untuk membentuk dimensi dasar benda kerja, terutama bentuk silindris.	
6	Mesin Frais	Digunakan untuk proses pembentukan profil roda gigi.	
7	Mesin Bor Duduk	Digunakan untuk membuat lubang poros atau dudukan pada benda kerja.	

No	Aspek Yang Diamati	Hasil Observasi	Bukti Keterangan
8	Mesin Gerinda	Digunakan untuk proses finishing atau penghalusan akhir.	

Lampiran 2 Pedoman Wawancara

A. Identitas Penelitian

Judul Penelitian : Perancangan tata letak fasilitas bengkel bubut anugrah teknik berdasarkan aliran proses pemesinan roda gigi menggunakan metode systematic layout planning (slp)

Nama Peneliti : Rafid Anugrah Ramadhan

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Objek Penelitian : Bengkel Bubut Anugrah Teknik

Lokasi Penelitian : Jalan Jamaras 01 RT 05 RW 14 No. 121 Bandung

B. Tujuan Wawancara

Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi aktual Bengkel Bubut Anugrah Teknik, urutan proses pemesinan roda gigi, fasilitas yang digunakan, aliran perpindahan benda kerja, batasan pemindahan fasilitas, serta data pendukung yang diperlukan dalam perancangan tata letak fasilitas menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP).

C. Identitas Narasumber

Nama Narasumber : Yatno Purnomo

Jabatan/Peran : Operator sekaligus pemilik bengkel

Tanggal wawancara : 2 Juni 2026

Tempat Wawancara : Bengkel Bubut Anugrah Teknik

Metode : Wawancara langsung

D. Daftar Pertanyaan dan Hasil Jawaban

PEDOMAN WAWANCARA		No
		Date
Nama Narasumber :	Bapak Yarno Purnomo	
Jabatan / Peran :	Operator sekaligus pemilik bengkel	
Tanggal wawancara :	2 Juni 2026	
Tempat wawancara :	Bengkel Bubut Anugrah Teknik	
DAFTAR PERTANYAAN :		
1. Bapak, biasanya pekerjaan apa saja yang sering dikerjakan di Bengkel bubut Anugrah Teknik ?	Jawab : " Biasanya kalau disini tergantung, kan gimana kebutuhan konsumen, bikin Gear Nylon Sring, memperbaiki barang sring. Tali yang sering bikin Roda Gigi "	
2. Untuk pekerjaan yang paling susah dikerjakan, menurut bapak pekerjaan apa ?	Jawab : " Kerjaan yang sulit sebenarnya jarang ada. Soalnya sebelum nrima Orderan kerjaan, pasti diamati sama di Pakani dulu, apa kemauan konsumen, dan jenis kerjanya kalau gimana, kalau ditanya yang susah, pernah waktu itu bikin Plat Stuker. Soalnya bahannya lumayan Keras sama mahal "	
3. Kalau buat roda gigi, urutan pengerjaannya dari proses apa dulu Pak ?	Jawab : " Biasanya mulai dari mesin Sengaji, dipotong sesuai ukuran kebutuhan Konsumen, habis itu dibubut buat proses ngubentuk ukurannya, terus lanjut ke mesin milling, mesin borduk, dan terakhir ke mesin Grinda "	
4. Menurut Bapak, Apakah Posisi mesin - mesin di bengkel sebanyak sudah cukup memudahkan proses kerja atau aliran kerja bapak dan operator lainnya	Jawab : " Ya bisa dilihat sendiri, gimana kondisi, keadaan dari bengkel bapak. Sedikit acak - acak, dan kalau dilihat kurang enak sama konsumen, bapak juga nempatin mesin - mesin awalnya sekutupnya nempatin ruang, yang penting ada Jarak buat gerak kerano - kerano "	
5. Kalau nantinya, foto taken dari bengkel bapak ini, Saya bisa ulang kembali Pakai metode dari Perancangan Jarak Storisasi Saya, kemungkinan bapak bisa Sedia ?	" Nyatakan dengan senang hati bapak, Soalnya belum kepikiran juga buat foto ulang kondisi bengkel bapak, Saya tahu nanti hasil penelitiannya efektif dan juga kepatok sama bapak "	

Sumber : Hasil wawancara dengan pemilik bengkel Anugrah Teknik

No. _____
Date _____

6. Apakah mesin bubut utama yang sering dipakai pengerjaan Roda gigi bisa dipindahkan, atau lebih baik di posisi sekarang?
Jawab " Kalau bisa sih tetap aja disini buat mesin bubut. Soalnya kalau kalau harus dipindah-pindah, mesin bubut Soalnya berat, ini juga ada kontrol rantai diatas mesin bubut, biar memudahkan angkat benda kecil ke mesin bubut. Jadi menurut bapak, posisinya udah efektif "

7. Kalau pengerjaan Roda gigi, bengkel ini pernah mengerjakan sekitar berapa banyak dalam satu periode pengerjaan?
Jawab : " Perken Waktu itu sampai ada 50 buah pengerjaan. kebutuhan dari pabrik Jawa yang diarah di Daerah Sapan : itu sering pengerjaan barang roda gigi disini. Hampir tiap bulan suka ada order masuk "

Tanda Tangan Peneliti : _____ Tanda Tangan Narasumber : _____

Rafie Anugrah P. _____

 ANUGRAH TEKNIK

Diambil dengan CamScanner

Sumber : Hasil wawancara dengan pemilik bengkel Anugrah Teknik

Dokumentasi saat wawancara :



Sumber : Hasil wawancara berupa dokumentasi di bengkel Anugrah Teknik

Lampiran 3 Tata Letak Awal Bengkel Anugrah Teknik

No	Posisi Tata Letak Awal	Keterangan
1	Tampak atas	 This diagram shows a top-down view of the workshop layout. It features a central area with two workstations, each equipped with a blue chair and a black desk. To the left, there is a green storage unit. To the right, there is a green storage unit and a black desk. The layout is enclosed within a rectangular boundary with a grey background.
2	Sudut Kanan	 This diagram shows a right-angle view of the workshop layout. It features a central area with two workstations, each equipped with a blue chair and a black desk. To the left, there is a green storage unit. To the right, there is a green storage unit and a black desk. The layout is enclosed within a rectangular boundary with a grey background.
3	Sudut Kiri	

		
4	Tengah	

Lampiran 4 Tata Letak Usulan Dalam Bentuk 3D

1. Tampak Sudut Kiri Atas



Sumber : Hasil Pengolahan data menggunakan software Sketchup dan Solidworks

2. Tampak Sudut Kanan Atas

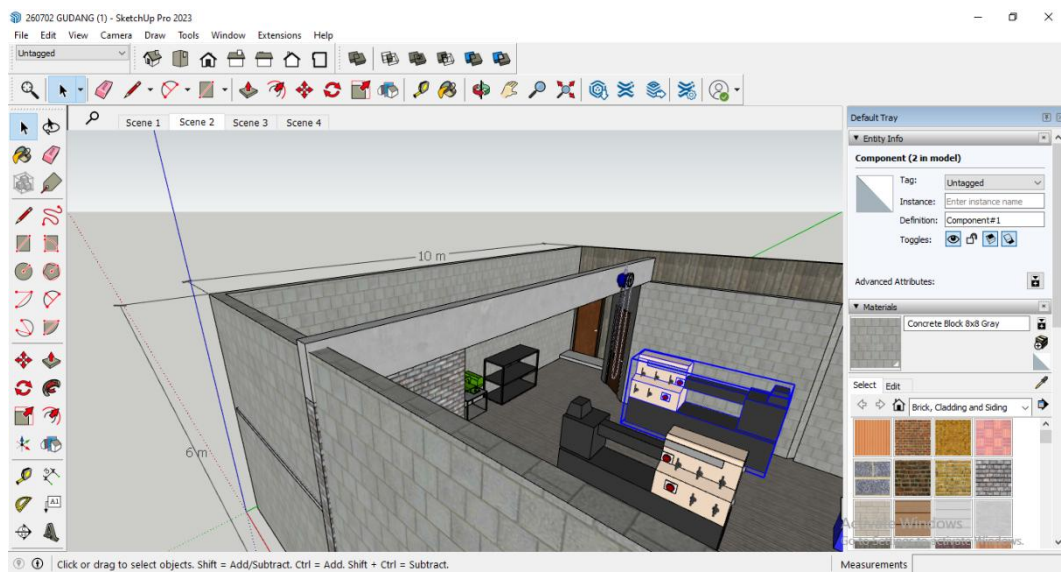


Sumber : Hasil Pengolahan data menggunakan software Sketchup dan Solidworks

3. Tampak Tengah



Sumber : Hasil Pengolahan data menggunakan software Sketchup dan Solidworks





PUSTAKALAYA

UNIVERSITAS SANGGA BUANA

YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN

Jl. P.H. Mustofa No.68, Kel. Cikutra, Kec. Cibeunying Kidul, Kota Bandung

Website: pustakalaya.usbykp.ac.id Email: library@usbykp.ac.id

Surat Keterangan Cek Plagiarisme

Nomor: 234/VII/SKCP/USB-YPKP/2026

Sehubungan dengan kewajiban Cek Plagiarisme dengan *similarity check maximal 25%* sebagai salah satu kelengkapan persyaratan administrasi bagi mahasiswa tingkat akhir, dengan ini Pustakalaya Universitas Sangga Buana menerangkan bahwa:

Nama : Rafid Anugrah Ramadhan

NPM : 2115221021

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Judul Karya Tulis Ilmiah : PERANCANGAN TATA LETAK FASILITAS BENGKEL BUBUT ANUGRAH TEKNIK BERDASARKAN ALIRAN PROSES PEMESINAN RODA GIGI MENGGUNAKAN METODE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)

Tanggal Cek Turnitin : 03 September 2026

Status : Lulus dengan 23% *Similaraty Check*

Adalah benar telah dilakukan *similarity check* sebagaimana data tersebut diatas, dan surat ini dibuat berdasarkan keadaan yang sebenar benarnya, untuk bisa dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 09 July 2026

Kepala Pustakalaya

Widayapuri Prasastiningtyas, S.Sos., M.I.kom.

NIP. 432.200.173



UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SI TEKNIK MESIN

LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NPM	2115221021
NAMA	Rafid Anugrah Ramadhani
PEMBIMBING	Prof. Yonandri Purusuri - S.P.d T. S.T. M.Eng. Ph.D.
JUDUL TUGAS AKHIR	Penerapan Teknik Kiri Kiri Ekstir Program Teknik Mesin dan Teknik Mesin Proses Produksi pada Gaji dengan Sistem Synchronic Layout Planning (SLP)



NO	TANGGAL BIMBINGAN	POKOK BAHASAN	PARAF PEMBIMBING
1	16 April 2024	Menyusun dan Pembahasan Judul Skripsi	
2	20 April 2024	Kaji Pembahasan Judul dan lanjut pengerjaan bab 1.2	
3	14 Mei 2024	Konsultasi Pembahasan pengerjaan bab 1.2 dan hasil	
4	22 Mei 2024	Acc pengerjaan bab 1.2 dan lanjut pengerjaan bab 3	
5	1 Juni 2024	Konsultasi pengerjaan bab 3 dan revisi ulang	
6	10 Juni 2024	Lanjutkan pengerjaan bab 4 dan 5	
7	23 Juni 2024	Pembahasan bab 4 dan 5, sekaligus revisi	
8	29 Juni 2024	Acc pembahasan bab 4 dan 5	
9	7 Juli 2024	Acc Tugas Akhir	

Dimulai pada tanggal	16 April 2024	Disetujui Oleh : Dosen Pembimbing 
Berakhir pada tanggal	7 Juli 2024	
Jumlah Konsultasi	9	
Diusulkan sidang tanggal		