

**PERANCANGAN MOTORCYCLE LIFT SEBAGAI ALAT
BANTU MEKANIK PADA Pengerjaan Servis Motor
(Studi Kasus: Bengkel Loh Jinawi Motor, Jaten)**

Skripsi

Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



**GAMMA WISNU NURCAHYO
I 1308515**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2010**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi:

**PERANCANGAN MOTORCYCLE LIFT SEBAGAI ALAT
BANTU MEKANIK PADA Pengerjaan servis motor
(Studi Kasus: Bengkel Loh Jinawi Motor, Jaten)**

Ditulis oleh:

GAMMA WISNU NURCAHYO

I 1308515

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ilham Priadythama, ST, MT
NIP. 19801124 200812 1 002

Rahmaniyah Dwi Astuti, ST, MT
NIP. 19700122 199903 2 001

Ketua Program S-1 Non Reguler
Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknik UNS

Taufiq Rochman, STP, MT
NIP. 19701030 199802 1 001

Pembantu Dekan I
Fakultas Teknik UNS

Ketua Jurusan
Teknik Industri

Ir. Noegroho Djarwanti, MT
NIP. 19561112 198403 2 007

Ir. Lobes Herdiman, MT
NIP. 19641007 199702 1 001

LEMBAR VALIDASI

Judul Skripsi:

**PERANCANGAN MOTORCYCLE LIFT SEBAGAI ALAT
BANTU MEKANIK PADA Pengerjaan servis motor
(Studi Kasus: Bengkel Loh Jinawi Motor, Jaten)**

Ditulis oleh:

GAMMA WISNU NURCAHYO

I 1308515

Telah disidangkan pada hari Rabu tanggal 13 Oktober 2010

Di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,
dengan

Dosen Penguji :

1. Retno Wulan Damayanti, ST, MT
NIP. 19800306 200501 2 002

2. Ir. Munifah, MSIE, MT
NIP. 19561215 198701 2 001

Dosen Pembimbing :

1. Ilham Priadythama, ST, MT
NIP. 19801124 200812 1 002

2. Rahmaniyah Dwi Astuti, ST, MT
NIP. 19700122 199903 2 001

SURAT PERNYATAAN
ORISINALITAS KARYA ILMIAH

Saya mahasiswa Jurusan Teknik Industri UNS yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Gamma Wisnu Nurcahyo

Nim : I 1308515

Judul tugas akhir : Perancangan Motorcycle Lift Sebagai Alat Bantu
Mekanik Pada Pengerjaan Servis Motor (Studi Kasus:
Bengkel Loh Jinawi Motor, Jaten)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir (TA) atau Skripsi yang saya susun tidak mencontoh atau melakukan plagiat dari karya tulis orang lain. Jika terbukti bahwa Tugas Akhir yang saya susun mencontoh atau melakukan plagiat dapat dinyatakan batal atau gelar Sarjana yang saya peroleh dengan sendirinya dibatalkan atau dicabut.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila dikemudian hari terbukti melakukan kebohongan maka saya sanggup menanggung segala konsekuensinya.

Surakarta, 25 Oktober 2010

Gamma Wisnu Nurcahyo
I 1308515

SURAT PERNYATAAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya mahasiswa Jurusan Teknik Industri UNS yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Gamma Wisnu Nurcahyo
Nim : I 1308515
Judul tugas akhir : Perancangan Motorcycle Lift Sebagai Alat Bantu Mekanik Pada Pengerjaan Servis Motor (Studi Kasus: Bengkel Loh Jinawi Motor, Jaten)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir (TA) atau Skripsi yang saya susun sebagai syarat lulus Sarjana S1 disusun secara bersama-sama dengan Pembimbing I dan Pembimbing II. Bersamaan dengan syarat pernyataan ini bahwa hasil penelitian dari Tugas Akhir (TA) atau Skripsi yang saya susun bersedia digunakan untuk publikasi dari proceeding, jurnal, atau media penerbit lainnya baik di tingkat nasional maupun internasional sebagaimana mestinya yang merupakan bagian dari publikasi karya ilmiah

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surakarta, 25 Oktober 2010

Gamma Wisnu Nurcahyo
I 1308515

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dalam pelaksanaan maupun penyusunan laporan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan yang sangat baik ini, dengan segenap kerendahan hati dan rasa yang setulus-tulusnya, ucapan terima kasih penulis haturkan kepada:

1. Orang tua dan saudara-saudariku yang telah memberikan doa, kasih sayang dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Ir. Noegroho Djarwanti, M.T. selaku Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Ir. Lobes Herdiman, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Taufiq Rochman, STP, MT, selaku Ketua Program S-1 Non Reguler Jurusan Teknik Industri Universitas Sebelas Maret Surakarta.
5. Ilham Priadythama, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Rahmanyah Dwi Astuti, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya, dan sabar dalam memberikan pengarahan dan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
6. Retno Wulan Damayanti, ST, MT, selaku dosen penguji skripsi I dan Ir. Munifah, MSIE, MT, selaku dosen penguji skripsi II yang telah memberikan masukan dan perbaikan terhadap skripsi ini.
7. Para staf dan karyawan Jurusan Teknik Industri, atas segala kesabaran dan pengertiannya dalam memberikan bantuan dan fasilitas demi kelancaran penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman Transfer Teknik Industri angkatan '08, terima kasih atas semangat, kekompakan serta bantuan kalian selama ini. Semoga persahabatan kita akan terus terjaga.
9. Keluarga besar bengkel Loh Jinawi Motor, terima kasih atas tempat dan waktu, serta masukan yang bermanfaat bagi penelitian.

10. Seseorang yang senantiasa ada untuk mendampingi, memberikan dukungan dan doanya. Terima kasih untuk kesabarannya selama ini.
11. Seluruh pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas segala bimbingan, bantuan, kritik, dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa maupun siapa saja yang membutuhkannya. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati dan terbuka sangat mengharapkan berbagai masukan maupun kritikan dari pembaca.

Surakarta, 25 Oktober 2010

Penulis

ABSTRAK

Gamma Wisnu Nurcahyo, NIM: I 1308515. PERANCANGAN MOTORCYCLE LIFT SEBAGAI ALAT BANTU MEKANIK PADA Pengerjaan Servis Motor (Studi Kasus: Bengkel Loh Jinawi Motor, Jaten). Skripsi. Surakarta : Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Oktober 2010.

Servis motor merupakan kegiatan utama pada bengkel Loh Jinawi Motor. Dalam kegiatan tersebut, mekanik harus menyesuaikan postur mereka dengan posisi sepeda motor, sehingga mekanik sering merasakan ketidaknyamanan. Dalam kondisi tertentu, sikap yang memaksakan ini berpotensi menyebabkan nyeri pada beberapa bagian tubuh. Pada studi pendahuluan, kuisinoner Nordic Body Map (NBM) digunakan untuk mengidentifikasi lebih spesifik masalah pada bagian-bagian tubuh dan menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) untuk mengetahui tingkat resiko postur kerja. Studi pendahuluan ini menunjukkan bahwa mekanik memiliki banyak keluhan terhadap bagian tubuh mereka dengan level resiko postur kerja yang tinggi.

Jika dibandingkan dengan bengkel motor resmi, kondisi pengerjaan servis motor di bengkel Loh Jinawi Motor sangat berbeda. Bengkel motor resmi sudah memiliki standar kerja, diantaranya adalah penggunaan alat bantu *adjustable* berupa *motorcycle lift*, yang berfungsi untuk memposisikan motor ketika diservis. Alat ini dapat mengurangi resiko postur kerja mekanik secara signifikan. Bengkel Loh Jinawi Motor atau bengkel kecil lainnya tidak menggunakan *motorcycle lift* yang ada saat ini dikarenakan masalah bobot, harga, dan portabilitas.

Tujuan penelitian ini adalah merancang *motorcycle lift* yang dilengkapi dengan beberapa fitur untuk mengakomodasi kebutuhan dan kondisi bengkel Loh Jinawi Motor. Langkah pertama penelitian ini adalah menyusun harapan dari fitur *motorcycle lift* yang kemudian informasi tersebut dituangkan kedalam suatu desain konsep. Selanjutnya, konsep ini diwujudkan dalam desain yang lebih spesifik dengan mempertimbangkan dimensi antropometri mekanik. Pembuatan prototipe produk dan perhitungan biaya produksi dilakukan untuk melakukan analisis kelayakan pada penelitian ini.

Hasil dari penelitian ini adalah *motorcycle lift* yang portable, dengan dongkrak hidrolis sebagai penggerak. Alat ini juga dilengkapi dengan penjepit roda. Berdasarkan identifikasi REBA, postur kerja mekanik mengalami perbaikan dari level resiko tinggi ke level resiko rendah. Desain ini juga menunjukkan biaya produksi yang sesuai dengan kondisi finansial bengkel Loh Jinawi Motor.

Kata kunci : servis motor, antropometri, REBA, *motorcycle lift*
xix + 117 halaman; 95 gambar; 17 tabel; 22 lampiran
Daftar Pustaka: 28 (1991-2010)

ABSTRACT

Gamma Wisnu Nurcahyo, NIM: I 1308515. DESIGN OF MOTORCYCLE LIFT AS MECHANICS TOOL AT MOTORCYCLE SERVICE (CASE STUDY: LOH JINAWI MOTOR WORKSHOP, JATEN). Final Assignment. Surakarta: Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Sebelas Maret, October 2010

Motorcycle service is the main activity at Loh Jinawi Motor workshop. During the activity, the mechanics have to adjust their posture with the motorcycle position which is oftenly uncomfortable. In some condition, this forced posture potentially caused painful at some part of the body. At the preliminary study, Nordic Body Map (NBM) questionnaire was used to specifically the problems at identify the body parts and Rapid Entire Body Assessment (REBA) was also implemented to find the risk level of working posture. Both of the studies showed many mechanics complains toward their body parts and high risk level of posture risk.

Compare to official motorcycle workshop, the motorcycle service in Loh Jinawi Motor workshop is totally done at different condition. Official motorcycle workshop has a standard working which uses adjustable tool, a motorcycle lift, for motorcycle positioning. This equipment can significantly reduce the posture risk of the mechanics. The Loh Jinawi Motor workshop or other small workshop did not use the tool because of weight, price, and portability issues.

The research concern is designing a motorcycle lift which is enriched with several feature to accomodate the needs and condition of Loh Jinawi Motor workshop. Initially, the research structurized the expectation of the motorcycle lift and then, those information was transformed in to a design concept. Finally, the concept is formalized in detail design by considering mechanics anthropometry. For feasibility analysis, this research also develop a product prototype and calculate the cost.

The result of the research is portable, adjustable motorcycle lift with a hidraulic jack as a prime mover. This tools is also equipped with a wheel clamp. Paralelly based on REBA assessment, the posture risk was improved from high level to low level. This design also showed production cost is accordance with the Loh Jinawi Motor workshop financial.

Keywords : motorcycle service, anthropometry, REBA, motorcycle lifts
xvii + 117 pages; 95 drawings; 17 tables; 22 appendix
References: 28 (1991-2010)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Penelitian	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Manfaat Penelitian	I-3
1.5 Batasan Masalah	I-3
1.6 Asumsi Penelitian	I-4
1.7 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Gambaran Umum Perusahaan	II-1
2.1.1 Loh Jinawi Motor	II-1
2.1.2 Suzuki Indo Motor	II-1
2.2 Ergonomi	II-2
2.3 Desain yang Ergonomi	II-3
2.4 Anthropometri	II-9
2.4.1 Dimensi Antropometri	II-9
2.4.2 Aplikasi Data Antropometri Dalam Perancangan	II-11
2.5 Postur Kerja	II-13
2.5.1 REBA	II-13

2.6 Nordic Body Map (NBM)	II-15
2.7 Mekanika Fluida (Hidrolik)	II-16
2.8 Mekanika Konstruksi	II-18
2.8.1 Statika	II-18
2.8.2 Gaya	II-19
2.8.3 Kekuatan Material	II-22
2.8.4 Tegangan yang Diijinkan	II-23
2.8.5 Lenturan Murni Balok	II-23
2.8.6 Tegangan	II-24
2.8.7 Poros Penyangga	II-26
2.8.8 Tekanan Bidang	II-27
2.9 Contoh Spesifikasi Motorcycle Lift	II-27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Tahap Identifikasi Masalah	III-2
3.1.1 Studi Literatur	III-2
3.1.2 Studi Lapangan	III-2
3.1.3 Perumusan Masalah	III-3
3.1.4 Penetapan Tujuan	III-3
3.1.5 Manfaat Penelitian	III-3
3.2 Tahap Pengumpuln dan Pengolahan Data	III-4
3.2.1 Identifikasi Keluhan, Harapan, Kebutuhan	III-4
3.3 Perancangan Produk	III-5
3.3.1 Desain konsep	III-5
3.3.2 Perhitungan Teknik	III-5
3.3.3 Desain Akhir	III-5
3.3.4 Estimasi Biaya Rancangan	III-6

3.4 Tahap Analisis	III-6
3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran	III-6
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	IV-1
4.1 Pengumpulan Data	IV-1
4.1.1 Dokumentasi Postur Kerja Awal	IV-1
4.1.2 Rekap Hasil Kuisisioner Nordic Body Map	IV-3
4.1.3 Identifikasi Keluhan, Harapan, dan Kebutuhan Perancangan	IV-5
4.1.4 Penentuan dan Pengumpulan Data Dimensi Anthropometri	IV-10
4.1.5 Penentuan Jangkauan Tinggi Maksimal	IV-11
4.2 Penyusunan Konsep Perancangan	IV-11
4.2.1 Desain Konsep	IV-11
4.2.2 Pemetaan Komponen Utama Rancangan <i>Motorcycle Lift</i>	IV-15
4.3 Perhitungan Teknik dan Penentuan Komponen	IV-18
4.4 Sistem Penggerak	IV-61
4.5 Estimasi Biaya	IV-62
BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL	V-1
5.1 Analisis Hasil Penelitian	V-1
5.1.1 Analisis Rancangan	V-1
5.1.2 Analisis Jangkauan Tinggi Maksimal dengan Pendekatan Anthropometri	V-4
5.1.3 Analisis Rangka	V-4
5.1.4 Analisis Sistem Gerak	V-6
5.2 Analisis Perbandingan Postur Kerja	V-7
5.2 Analisis Biaya	V-10

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	VI-1
6.1 Kesimpulan	VI-1
6.2 Saran	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Level Tindakan REBA	II-15
Tabel 2.2	Rumus Perhitungan Kekuatan Material	II-22
Tabel 4.1	Prosentase tingkat keluhan mekanik di setiap bagian tubuh	IV-3
Tabel 4.2	Keluhan mekanik pada aktivitas servis motor	IV-6
Tabel 4.3	Harapan mekanik pada aktivitas servis motor	IV-6
Tabel 4.4	Penjabaran keluhan, kebutuhan dan desain alat	IV-7
Tabel 4.5	Pernyataan harapan fitur perancangan dari Loh Jinawi	IV-8
Tabel 4.6	Pernyataan harapan fitur perancangan dari Suzuki Indo Motor	IV-8
Tabel 4.7	Penjabaran harapan fitur perancangan	IV-9
Tabel 4.8	Tinggi siku berdiri mekanik	IV-10
Tabel 4.9	Penjabaran fitur desain konsep <i>motorcycle lift</i>	IV-12
Tabel 4.10	Bill Of Material	IV-63
Tabel 4.11	Estimasi biaya material	IV-65
Tabel 4.12	Estimasi biaya non material	IV-66
Tabel 4.13	Total biaya perancangan	IV-66
Tabel 5.1	Contoh pengerjaan servis motor sebelum dan sesudah memakai hasil rancangan	V-8
Tabel 5.2	Hasil REBA sebelum dan setelah perancangan	V-10

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Langkah-langkah untuk melakukan pendekatan ergonomic	II-5
Gambar 2.2	Anthropometri untuk perancangan produk atau fasilitas	II-9
Gambar 2.3	Sistem penilaian REBA	II-14
Gambar 2.4	Nordic Body Map	II-15
Gambar 2.5	Dongkrak hidrolik dan skemanya	II-17
Gambar 2.6	Tumpuan Rol	II-18
Gambar 2.7	Tumpuan Sendi	II-18
Gambar 2.8.	Tumpuan Jepit	II-19
Gambar 2.9	Sketsa Prinsip Statika Kesetimbangan	II-20
Gambar 2.10	Sketsa <i>Shearing Force Diagram</i>	II-20
Gambar 2.11	Sketsa <i>Normal Force</i>	II-20
Gambar 2.12	Sketsa <i>Moment Bending (+)</i> .	II-21
Gambar 2.13	Landasan Sketsa <i>Moment Bending (-)</i>	II-21
Gambar 2.14	Landasan Arah Kanan	II-21
Gambar 2.15	Landasan Arah Kiri	II-21
Gambar 2.16	Tegangan Tarik	II-25
Gambar 2.17	Tegangan Tekan	II-25
Gambar 2.18	Tegangan Geser	II-25
Gambar 2.19	Tegangan Lengkung	II-25
Gambar 2.20	Tegangan Puntir	II-26
Gambar 2.21	<i>Motorcycle lift MS-300</i>	II-27
Gambar 2.22	<i>Motorcycle lift KW19-361</i>	II-28
Gambar 2.23	<i>Motorcycle lift One single post</i>	II-29
Gambar 2.24	<i>Motorcycle lift twin bar</i>	II-30
Gambar 3.1	Metodologi penelitian	III-1
Gambar 4.1	Contoh pengerjaan servis motor dengan posisi berdiri	IV-2
Gambar 4.2	Contoh pengerjaan servis motor dengan posisi duduk	IV-2
Gambar 4.3	Contoh pengerjaan servis motor dengan posisi jongkok	IV-3
Gambar 4.4	Prosentase keluhan mekanik berdasarkan NBM	IV-5

Gambar 4.5	Gambar 3D rancangan <i>motorcycle lift</i> .	IV-14
Gambar 4.6	Gambar 3D rancangan <i>motorcycle lift</i> tampak samping posisi terendah	IV-14
Gambar 4.7	Gambar 2D rancangan <i>motorcycle lift</i> tampak atas	IV-14
Gambar 4.8	Gambar 2D rancangan <i>motorcycle lift</i> tampak samping posisi tertinggi	IV-15
Gambar 4.9	Pemetaan komponen utama rancangan <i>motorcycle lift</i>	IV-15
Gambar 4.10	Gambar 3D komponen rangka atas	IV-16
Gambar 4.11	Gambar 3D komponen rangka tengah	IV-16
Gambar 4.12	Gambar 3D komponen rangka bawah	IV-17
Gambar 4.13	Gambar 3D komponen sistem penggerak	IV-18
Gambar 4.14	Diagram benda bebas rancangan	IV-19
Gambar 4.15	Gambar 3D rangka atas	IV-20
Gambar 4.16	Gambar 2D rangka atas	IV-20
Gambar 4.17	Diagram benda bebas rangka atas	IV-21
Gambar 4.18	Diagram momen lentur rangka atas	IV-22
Gambar 4.19	Diagram gaya geser rangka atas	IV-22
Gambar 4.20	Penampang melintang profil rangka atas	IV-24
Gambar 4.21	Gambar 3D rangka tengah	IV-25
Gambar 4.22	Gambar 3D rangka tengah luar	IV-25
Gambar 4.23	Gambar 2D rangka tengah luar	IV-25
Gambar 4.24	Diagram benda bebas rangka tengah luar 45^0	IV-26
Gambar 4.25	Diagram benda bebas rangka tengah luar 90^0	IV-26
Gambar 4.26	Diagram momen lentur rangka tengah luar 90^0	IV-27
Gambar 4.27	Diagram Gaya Geser Rangka tengah Luar 90^0	IV-27
Gambar 4.28	Gambar 3D rangka tengah dalam	IV-28
Gambar 4.29	Gambar 2D rangka tengah dalam	IV-28
Gambar 4.30	Diagram benda bebas rangka tengah dalam 45^0	IV-28
Gambar 4.31	Diagram benda bebas rangka tengah dalam 90^0	IV-29
Gambar 4.32	Diagram momen lentur rangka tengah luar 90^0	IV-30
Gambar 4.33	Diagram gaya geser rangka tengah luar 90^0	IV-31
Gambar 4.34	Penampang melintang profil rangka tengah	IV-32
Gambar 4.35	Gambar 3D rangka bawah	IV-33

Gambar 4.36	Gambar 2D rangka bawah	IV-33
Gambar 4.37	Diagram benda bebas rangka bawah	IV-34
Gambar 4.38	Diagram momen lentur rangka bawah	IV-35
Gambar 4.39	Diagram gaya geser rangka bawah	IV-35
Gambar 4.40	Penampang melintang profil rangka bawah	IV-36
Gambar 4.41	Penampang rel	IV-37
Gambar 4.42	Bearing 6203	IV-38
Gambar 4.43	Penampang bearing	IV-38
Gambar 4.44	Gambar 3D poros bearing atas	IV-39
Gambar 4.45	Pembebanan pada poros bearing atas	IV-39
Gambar 4.46	Gambar 3D poros bearing bawah	IV-41
Gambar 4.47	Diagram benda bebas poros bearing bawah	IV-41
Gambar 4.48	Gambar 3D poros engsel atas	IV-44
Gambar 4.49	Poros engsel atas	IV-44
Gambar 4.50	Gambar 3D poros engsel bawah	IV-46
Gambar 4.51	Diagram benda bebas poros engsel bawah	IV-46
Gambar 4.52	Gambar 3D poros engsel hidrolik	IV-48
Gambar 4.53	Diagram benda bebas poros engsel hidrolik	IV-49
Gambar 4.54	Gambar 3D flens engsel hidrolik	IV-50
Gambar 4.55	Diagram benda bebas flens penumpu hidrolik	IV-50
Gambar 4.56	Gambar 3D profil U atas hidrolik	IV-52
Gambar 4.57	Gambar 3D profil U bawah hidrolik	IV-52
Gambar 4.58	Diagram benda bebas profil U Atas dan bawah hidrolik	IV-52
Gambar 4.59	Gambar 3D batang penumpu hidrolik atas	IV-53
Gambar 4.60	Diagram benda bebas batang penguat hidrolik atas	IV-53
Gambar 4.61	Penampang melintang profil batang penumpu hidrolik atas	IV-54
Gambar 4.62	Gambar 3D batang penumpu hidrolik bawah	IV-54
Gambar 4.63	Diagram benda bebas poros penumpu engsel hidrolik bawah	IV-55
Gambar 4.64	Penampang melintang profil batang penguat hidrolik atas	IV-55
Gambar 4.65	Gambar 3D plat alas	IV-56
Gambar 4.66	Penampang atas plat alas	IV-56
Gambar 4.67	Gambar 3D poros engsel rangka tengah	IV-58

Gambar 4.68	Digram benda bebas poros engsel rangka tengah	IV-58
Gambar 4.69	Gambar 3D poros pengaman	IV-59
Gambar 4.70	Poros pengaman	IV-59

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

L 1.1 Kuesioner Nordic Body Map	L1-1
L 1.2 Hasil Kuesioner Nordic Body Map	L1-2
L 1.3 Pertanyaan terbuka	L1-3

LAMPIRAN 2

L 2.1 REBA employee assessment worksheet	L2-1
L 2.2 <i>Assessment</i> Postur Kerja Awal Dengan Metode REBA	L2-8
L 2.3 <i>Assessment</i> Postur Kerja Mekanik Suzuki Indo Motor Dengan Metode REBA	L2 -11
L 2.4 <i>Assessment</i> Postur Kerja Mekanik Loh Jinawi Motor Setelah Pemakaian <i>Motorcycle Lift</i> Dengan Metode REBA	L2-12

LAMPIRAN 3

L 3.1 Sifat Fisis Tertentu Dari dan Tegangan Ijin Untuk BeberapTeknik	L3-1
L 3.2 Profil Baja Light Lip Channels	L3- 2
L 3.3 Profil Baja Hollow Structural Tubing Pipe	L3- 4
L3.4 Profil Baja Hollow Structural Tubing Square	L3-5
L3.5 Profil Baja Hollow Structural Tubing Rectangular	L3- 6
L3.6 Bantalan Gelinding yang Sering Dipakai	L3- 7

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah yang diangkat, tujuan dan manfaat dari tugas akhir yang dilakukan. Berikut ini diuraikan mengenai batasan masalah, asumsi yang digunakan dalam permasalahan dan sistematika penulisan untuk menyelesaikan penelitian

1.1 LATAR BELAKANG

Bengkel Loh Jinawi Motor, Jaten merupakan sebuah bengkel motor umum, yang menyediakan jasa servis motor, penjualan *spare part*, oli, cuci, dan jasa pajak kendaraan. Bangunan utama lebih berfungsi sebagai toko, tempat penjualan *spare part*, oli, serta perlengkapan motor, sedangkan area kerja mekanik berada di depan toko (teras bangunan utama). Seperti pada umumnya bengkel motor, sebagian besar pekerjaan pada bengkel ini adalah pengerjaan servis motor. Aktivitas servis motor secara garis besar meliputi, pelepasan dan pemasangan *cover/body* motor, ganti oli, pembersihan saringan udara, *setting* karburator, memeriksa kekencangan rantai, ban depan maupun belakang, rem, pengapian, dan lampu, yang membutuhkan perawatan berkala. Pada hari biasa, dalam satu hari kerja, bengkel ini melayani pengerjaan servis berkisar 8 sampai 10 motor, dan akan meningkat pada akhir pekan. Pada akhir pekan pengerjaan servis bisa mencapai hingga 20 motor. Dengan pembagian kerja yang merata, diharapkan masing-masing mekanik akan mengerjakan jumlah pengerjaan servis motor yang sama dalam satu minggu jam kerja.

Berdasarkan wawancara terhadap empat mekanik yang melakukan pengerjaan servis motor, didapatkan bahwa mereka mengalami nyeri atau kaku otot saat berpindah dari posisi jongkok atau duduk pada jangka waktu yang relatif lama ke posisi berdiri. Dampak dari posisi jongkok dan duduk itu memang tidak secara langsung terasa, tetapi lambat laun akan terasa pada bagian punggung, pinggang, lutut, dan betis mekanik. Sedangkan posisi pengerjaan berdiri sambil membungkuk menyebabkan kelelahan pada leher, pinggang, lutut dan betis.

Hasil wawancara tersebut diperkuat kembali dengan hasil kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) yang diberikan kepada keempat mekanik Loh Jinawi Motor. Berdasarkan hasil pengisian kuesioner oleh mekanik dapat diketahui bahwa terdapat keluhan dengan prosentase yang tinggi terjadi pada leher, lengan, lutut, betis, dan pinggang (100%), pinggul dan pergelangan kaki (75%), bahu (50%), punggung, paha, dan telapak kaki (25%).

Berdasarkan hasil pengamatan, secara garis besar terdapat 3 jenis postur kerja saat melakukan servis motor, yaitu berdiri sambil membungkuk, duduk, dan jongkok. Ketiga postur kerja tersebut berpotensi menimbulkan nyeri atau cedera otot baik pada tubuh bagian atas maupun bawah. Oleh karena itu, dilakukan identifikasi postur kerja saat pengerjaan servis motor menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Setelah diidentifikasi menggunakan REBA didapatkan hasil bahwa untuk posisi berdiri dan duduk menunjukkan nilai 9 (level resiko tinggi) dengan kata lain perlu dilakukan tindakan perbaikan segera. Pengerjaan dengan posisi jongkok menunjukkan nilai 10 (level resiko tinggi) dengan tindakan perlu dilakukan perbaikan.

Dari permasalahan di atas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi mengenai tindakan atau hal apa yang dapat memperbaiki postur kerja beresiko tinggi tersebut. Untuk studi perbandingan telah dilakukan pengamatan postur kerja di bengkel Suzuki Indo Motor, Jebres sebagai bengkel resmi yang telah memiliki prosedur kerja standar dari agen tunggal pemegang merk Suzuki. Jika dibandingkan dengan identifikasi REBA mekanik Loh Jinawi Motor, hasil identifikasi REBA menunjukkan bahwa mekanik Suzuki Indo Motor memiliki postur kerja jauh lebih baik, yaitu nilai 3 (level resiko rendah).

Dari pengamatan yang dilakukan, ternyata hal tersebut disebabkan oleh adanya standarisasi kerja yang lebih baik, yang didalamnya meliputi standar perlengkapan. Perbedaan mendasar dari segi perlengkapan antara bengkel resmi dengan Loh Jinawi Motor adalah digunakannya *motorcycle lift* yang berfungsi untuk membantu memposisikan motor ketika diservis. Alat bantu servis motor berupa *motorcycle lift* ini sudah menjadi kewajiban untuk digunakan pada bengkel-bengkel resmi, namun belum menjadi perhatian bagi bengkel-bengkel umum seperti Loh Jinawi Motor. Kendala utama yang mereka hadapi adalah keterbatasan karena *motorcycle lift* yang ada saat ini bersifat permanen, berat, serta harganya yang sangat mahal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai bagaimana merancang *motorcycle lift* yang sesuai dengan kondisi bengkel Loh Jinawi sebagai upaya untuk mengurangi keluhan-keluhan yang dirasakan oleh mekanik dalam aktivitas servis motor.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan pokok permasalahan dari penelitian ini, yaitu bagaimana merancang *motorcycle lift* sebagai alat bantu mekanik pada pengerjaan servis motor, yang sesuai dengan kondisi bengkel Loh Jinawi sebagai upaya memperbaiki postur kerja.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, yaitu menghasilkan rancangan *motorcycle lift* sebagai alat bantu mekanik pada pengerjaan servis motor, yang

sesuai dengan kondisi bengkel Loh Jinawi sebagai upaya memperbaiki postur kerja.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Suatu permasalahan akan diteliti apabila di dalamnya mengandung unsur manfaat. Agar memenuhi suatu unsur manfaat maka perlu ditentukan terlebih dahulu manfaat yang akan didapatkan dari suatu penelitian. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan perancangan alat bantu bagi mekanik sehingga menimbulkan rasa aman, nyaman sehingga diharapkan mampu meningkatkan produktivitas kerja.
2. Dapat mengurangi tingkat keluhan nyeri dan kaku otot bagi mekanik pada pengerjaan servis motor.

1.5 BATASAN MASALAH

Pembatasan masalah dilakukan agar penelitian tidak terlalu luas dan memperjelas obyek penelitian yang akan dilakukan. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Wilayah kajian adalah bengkel Loh Jinawi Motor dan Suzuki Indo Motor.
2. Subjek penelitian adalah pemilik beserta 4 mekanik bengkel Loh Jinawi Motor dan 6 mekanik Suzuki Indo motor.
3. Perancangan menggunakan pendekatan antropometri hanya pada penentuan jangkauan tinggi maksimal, penentuan dimensi lain yang diperlukan pada perancangan menggunakan pendekatan dari spesifikasi motor dan perhitungan teknik.
4. Metode analisa postur kerja yang digunakan adalah metode REBA.
5. Spesifikasi dimensi motor (diambil dari beberapa merk dan jenis motor) yang digunakan dalam penentuan dimensi perancangan *motorcycle lift* :
 - a. Berat total motor maksimal = 150 Kg
 - b. Jarak sumbu roda maksimal = 1330 mm
 - c. Lebar bagian motor paling luar (stang kemudi) = 670 mm
 - d. Jarak terendah bagian motor terbawah dengan tanah = 130 mm

6. Pada perhitungan teknik menggunakan sampel motor Honda Tiger Revo (2009), dengan spesifikasi motor yang dibutuhkan untuk perhitungan teknik sebagai berikut :
 - a. Berat maksimal = 150 Kg
 - b. Jarak antara sumbu depan motor dengan standart tengah = 850 mm

1.6 ASUMSI

Asumsi digunakan untuk menyederhanakan kompleksitas permasalahan yang diteliti. Asumsi yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Motor dalam keadaan standar atau tanpa modifikasi.
2. Beban dari pencekam ban depan, plat alas dan plat penghubung yang merupakan beban merata dan nilainya dianggap kecil, sehingga tidak mempengaruhi kesetimbangan, tidak masuk dalam perhitungan mekanik.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memberikan kemudahan dan pemahaman mengenai hasil penelitian tugas akhir bagi pembaca, adapun sistematika yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, asumsi yang digunakan, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II : STUDI PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai landasan teori yang mendukung dan terkait langsung dengan penelitian yang akan dilakukan dari buku, jurnal penelitian, sumber literatur lain, dan studi terhadap penelitian terdahulu.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan mengenai tahapan pelaksanaan penelitian dan penyelesaian masalah secara umum secara terstruktur dan sistematis yang digambarkan dalam *flow chart* yang disertai dengan penjelasan

singkat dalam melakukan penelitian dari awal sampai penelitian selesai.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini diuraikan mengenai proses pengumpulan data yang diperlukan untuk menganalisis dan penyelesaian masalah yang ada serta proses pengolahan data dengan menggunakan metode yang telah ditentukan.

BAB V : ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Pada bab ini diuraikan mengenai analisis hasil perhitungan dan interpretasi hasil pengolahan data yang dilakukan untuk memperoleh ringkasan singkat atau kesimpulan.

BAB VI : PENUTUP

Pada bab ini diuraikan mengenai kesimpulan yang diperoleh dari pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan serta rekomendasi yang diberikan untuk perbaikan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai konsep dan teori yang digunakan dalam penelitian, sebagai landasan dan dasar pemikiran untuk membahas serta menganalisa permasalahan yang ada.

2.1 GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1.1 Loh Jinawi Motor

Bengkel Loh Jinawi Motor merupakan bengkel motor umum atau bengkel tidak resmi pabrikan motor yang menyediakan jasa servis motor, penjualan spare part, oli, cuci motor, dan jasa pajak kendaraan. Bengkel ini beralamatkan di jalan Langendriyo No. 1A Benowo, Ngringo, Jaten, Karanganyar. Didirikan pada bulan Maret 2004 oleh bapak Wahyu, seorang dosen UNS FKIP. Dalam keseharian beliau berprofesi sebagai dosen, maka beliau tidak dapat memantau atau menjalankan aktivitasnya sebagai pemilik bengkel setiap hari. Karena kendala waktu tersebut, untuk membantu menjalankan usaha bengkel tersebut, beliau mempekerjakan lima orang pegawai, satu orang yang bekerja sebagai bagian administrasi, dan empat orang sebagai mekanik motor. Bengkel ini buka setiap hari, dari hari Senin sampai Minggu dengan jam kerja mulai pukul 08.00 – 16.00 WIB. Bangunan utama lebih berfungsi sebagai toko, tempat penjualan spare part, oli, serta perlengkapan motor. Sedangkan area kerja mekanik berada di depan toko (teras bangunan utama). Dengan area kerja bengkel memanjang yang cukup luas, yaitu 2,5x6 m, maka masih tersedia tempat untuk area servis sekaligus tempat parkir motor ketika banyak antrian, khususnya pada akhir pekan. Belum ada standar kerja dan standar perlengkapan yang diberlakukan pada bengkel ini. Untuk pengerjaan servis motor, para mekanik di bengkel ini masih menggunakan cara kerja konvensional tanpa adanya alat bantu mekanik yang dapat menunjang postur kerja yang ideal.

2.1.2 Suzuki Indo Motor

Suzuki Indo Motor merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang *dealer* motor Suzuki sekaligus bengkel motor resmi pabrikan Suzuki. Suzuki Indo Motor beralamatkan di Jl. Kol.Sutarto 105, Petoran, Jebres, Solo. Kepala bengkel

adalah bapak Kusriyanto, yang langsung membawahi 5 mekanik, serta beberapa siswa sekolah kejuruan yang melakukan kerja praktek dan sebagai manager bengkel adalah bapak Agus Widiyanto.

Sebagai *dealer* sekaligus bengkel motor resmi pabrikan Suzuki, Suzuki Indo Motor melayani penjualan motor pabrikan Suzuki. Khusus pada bagian bengkel melayani pelayanan KSG (Kupon Servis Gratis), pelayanan *claim* dalam masa garansi, jadwal perawatan berkala, jaringan pelayanan Suzuki (bengkel resmi Suzuki) yang meliputi perbaikan dan servis motor. Selayaknya bengkel berskala resmi pabrikan, bengkel ini sudah menerapkan standar kerja dan standar perlengkapan bagi para mekaniknya untuk menjamin tingkat kepuasan pelanggan. Standar kerja ini meliputi standar waktu, pelayanan, dan kualitas hasil pengerjaan *servis* motor. Dengan adanya penerapan standar perlengkapan, diharapkan dengan perlengkapan yang lengkap akan lebih dapat mendukung kerja mekanik. Pihak bengkel melengkapi tiap satu area kerja mekanik dengan 1 set lengkap peralatan kerja masing-masing, termasuk diantaranya adalah *motorcycle lift* untuk membantu mekanik mencapai postur kerja yang ideal pada pengerjaan *servis* motor.

2.2 ERGONOMI

Ergonomi ialah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana dkk, 1999). Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi (Tarwaka dkk, 2004), yaitu:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.

3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi

Suatu pengertian yang lebih komprehensif tentang ergonomi pada pusat perhatian ergonomi adalah terletak pada manusia dalam rancangan desain kerja ataupun perancangan alat kerja. Berbagai fasilitas dan lingkungan yang dipakai manusia dalam berbagai aspek kehidupannya. Tujuannya adalah merancang benda-benda fasilitas dan lingkungan tersebut, sehingga efektivitas fungsionalnya meningkat dan segi-segi kemanusiaan seperti kesehatan, keamanan, dan kepuasan dapat terpelihara. Terlihat disini bahwa ergonomi memiliki 2 aspek sebagai contohnya yaitu efektivitas sistem manusia di dalamnya dan sifat memperlakukan manusia secara manusia. Mencapai tujuan-tujuan tersebut, pendekatan ergonomi merupakan penerapan pengetahuan-pengetahuan terpilih tentang manusia secara sistematis dalam perancangan sistem-sistem manusia benda, manusia-fasilitas dan manusia lingkungan. Dengan lain perkataan ergonomi adalah suatu ilmu yang mempelajari manusia dalam berinteraksi dengan obyek-obyek fisik dalam berbagai kegiatan sehari-hari (Sutalaksana dkk, 1979).

Di pandang dari sistem, maka sistem yang lebih baik hanya dapat bekerja bila sistem tersebut terdiri dari, yaitu:

1. Elemen sistem yang telah dirancang sesuai dengan apa yang dibutuhkan.
2. Elemen sistem yang saling berinteraksi secara terpadu dalam usaha menuju tujuan bersama.

Sebagai contoh, sejumlah elemen mesin dirancang baik, belum tentu menghasilkan suatu mesin yang baik pula, bila mana sebelumnya tidak dirancang untuk berinteraksi antara satu sama lainnya. Demikian manusia sebagai operator dalam manusia mesin. Bila pekerja tidak berfungsi secara efektif hal ini akan mempengaruhi sistem secara keseluruhan.

2.3 DESAIN YANG ERGONOMIS

Baik disadari atau tidak, dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak terlepas dari faktor ergonomi. Pendekatan dan evaluasi ergonomi banyak diaplikasikan dalam banyak hal, diantaranya adalah perancangan produk, fasilitas kerja dan

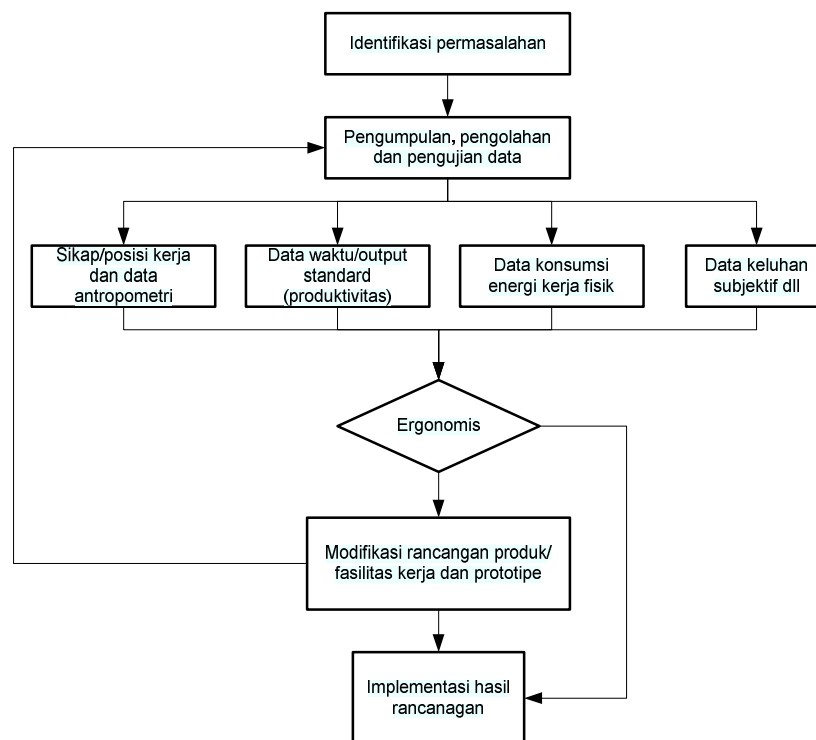
tempat kerja dengan tujuan utama untuk lebih efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien (ENASE). Manusia selalu dijadikan objek dalam pengembangan design produk. Produk-produk yang dihasilkan diharapkan dapat memuaskan dan memenuhi kebutuhan manusia. Tetapi banyak produk yang dijual dan beredar di pasar dinilai tidak ergonomis, dan manusia sebagai pengguna tidak menyadari akan hal tersebut karena tidak ada pilihan lain. Produk tersebut dibuat dan dirancang untuk memenuhi kebutuhan manusia, tetapi produk tersebut dinilai tidak ergonomis, sehingga sedemikian rupa produk tersebut sedikit manfaat yang akan dirasakan oleh manusia sebagai konsumen bahkan akan memberikan efek negatif bagi penggunaannya. Dengan demikian akan menguatkan hipotesis bahwa produk yang dirancang tidak menggunakan konsep ergonomis, tidak akan memberikan manfaat yang besar bagi pemakainya sehingga tidak akan diminati dan dibeli oleh manusia sebagai konsumen, dimana produk tersebut tidak akan memberikan nilai jual yang tinggi dan tidak memiliki keunggulan bersaing.

Konsep desain produk untuk mendukung efisiensi dan keselamatan dalam pemakaian produk adalah desain untuk reliabilitas, kenyamanan, lamanya waktu pemakaian, kemudahan dalam pemakaian, dan efisien dalam pemakaian (Pulat,1992). Selanjutnya agar setiap desain produk dapat memenuhi keinginan pemakainya maka harus dilakukan melalui beberapa pendekatan sebagai berikut :

1. Mengetahui kebutuhan pemakai. Kebutuhan pemakai dapat didefinisikan berdasarkan kebutuhan dan orientasi pasar, wawancara langsung dengan pemakai produk yang potensial dan menggunakan pengalaman pribadi.
2. Fungsi produk secara detail. Fungsi spesifik produk yang dapat memuaskan pemakai harus dapat dijelaskan secara detail melalui daftar item masing-masing fungsi produk.
3. Melakukan analisis pada tugas-tugas desain produk.
4. Mengembangkan produk.
5. Melakukan uji terhadap pemakai produk.

Lebih lanjut, suatu desain produk disebut ergonomis apabila secara anthropometris, faal, biomekanik dan psikologis, *compatible* dengan manusia pemakainya. Di dalam mendesain suatu produk maka harus berorientasi pada proses produksi, distribusi, instalasi dan pemakaian yang memudahkan manusia.

Di samping hal-hal tersebut diatas, di dalam mendisain suatu produk yang sangat penting untuk diperhatikan adalah suatu desain yang berpusat pada manusia pemakainya atau *human centered design* (Sutalaksana, 1999). Hal tersebut dimaksudkan agar setiap desain produk baik secara fungsi, teknis-teknologis, ekonomis, estetis maupun secara ergonomis sesuai dengan kebutuhan pemakainya. Langkah-langkah untuk melakukan pendekatan ergonomi (*ergonomic methods*) dalam hal perancangan produk maupun fasilitas kerja secara umum dapat ditunjukkan dalam gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Langkah-langkah untuk melakukan pendekatan ergonomi
 Sumber : Wignjosoebroto, 2005

Langkah-langkah pendekatan ini diawali dengan identifikasi permasalahan dengan melihat dan sekaligus melakukan evaluasi terhadap beberapa atribut “ketidak-ergonomisan” dari rancangan produk, fasilitas maupun kondisi kerja yang ada. Atribut-atribut tersebut bisa berupa sikap/posisi kerja orang, kesesuaian-tidaknya dimensi/ukuran produk ataupun fasilitas kerja dengan anthropometri, tingkat produktivitas kerja (diukur dari waktu maupun standar keluaran), kenyamanan, pengaruh beban kerja terhadap fisik maupun mental manusia, dan lain-lain. Langkah awal dilakukan dengan mengumpulkan, mengolah, menguji

dan melakukan analisa data terhadap atribut-atribut ergonomi yang dipilih serta relevan dengan rancangan yang ingin diperbaiki. Selanjutnya mengembangkan konsep rancangan produk, fasilitas maupun kondisi kerja yang bisa diharapkan bisa memperbaiki memperbaiki kinerja (*performance*) dengan mengacu pada atribut-atribut ergonomis yang telah ditetapkan. Pertimbangan aspek ergonomi didalam rancangan diharapkan akan mampu memperbaiki kinerja produk maupun fasilitas kerja seperti mengurangi waktu interaksi (*interaction time*), menekan tingkat kesalahan dalam pengoperasian (*human errors*), memperbaiki tingkat kepuasan pengguna (*user satisfaction*), dan mempermudah pemakaiannya (*device usability*) (Stanton and Young, 1999). Modifikasi terhadap rancangan yang berdasarkan pertimbangan ergonomi kemudian direalisasikan dengan langkah pembuatan prototipe. Selanjutnya dilakukan langkah pengujian terhadap prototipe tersebut untuk melihat seberapa jauh dan signifikan kinerja rancangan produk/fasilitas kerja yang baru tersebut mampu memenuhi tolok ukur kelayakan ergonomis seperti aplikasi data antropometri yang sesuai, waktu/output standard, penggunaan energi kerja fisik dan keluhan subyektif.

2.4 ANTHROPOMETRI

Disiplin ergonomi, khususnya yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (anthropometri) telah menganalisa, mengevaluasi dan membakukan jarak jangkauan yang memungkinkan rata-rata manusia untuk melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan dengan gerakan-gerakan yang sederhana. Istilah antropometri berasal dari kata *anthro* yang berarti “manusia” dan *metri* yang berarti “ukuran”. Anthropometri adalah studi tentang dimensi tubuh manusia (Pullat, 1992). Anthropometri merupakan suatu ilmu yang secara khusus mempelajari tentang pengukuran tubuh manusia guna merumuskan perbedaan-perbedaan ukuran pada tiap individu ataupun kelompok dan lain sebagainya (Panero dan Zelnik, 1979). Data antropometri yang ada dibedakan menjadi dua kategori, antara lain (Pullat, 1992):

1. Dimensi struktural (statis),

Dimensi struktural ini mencakup pengukuran dimensi tubuh pada posisi tetap dan standar. Dimensi tubuh yang diukur dengan posisi tetap meliputi berat badan, tinggi tubuh dalam posisi berdiri, maupun duduk, ukuran kepala,

tinggi atau panjang lutut berdiri maupun duduk, panjang lengan dan sebagainya.

2. Dimensi fungsional (dinamis),

Dimensi fungsional mencakup pengukuran dimensi tubuh pada berbagai posisi atau sikap. Hal pokok yang ditekankan pada pengukuran dimensi fungsional tubuh ini adalah mendapatkan ukuran tubuh yang berkaitan dengan gerakan-gerakan nyata yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan tertentu.

Data anthropometri dapat diaplikasikan dalam beberapa hal, antara lain (Wignjosoebroto, 1995):

1. Perancangan areal kerja
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, perkakas dan sebagainya
3. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi/meja komputer, dan lain-lain
4. Perancangan lingkungan kerja fisik

Perbedaan antara satu populasi dengan populasi yang lain adalah dikarenakan oleh faktor-faktor sebagai berikut (Nurmianto, 2004):

1. Keacakan/random,

Walaupun telah terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku/bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, namun masih akan ada perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat.

2. Jenis kelamin,

Ada perbedaan signifikan antara dimensi tubuh pria dan wanita. Untuk kebanyakan dimensi pria dan wanita ada perbedaan signifikan di antara *mean* dan nilai perbedaan ini tidak dapat diabaikan. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badannya daripada wanita sehingga data anthropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah.

3. Suku bangsa,

Variasi di antara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara ke negara lain. Suatu contoh sederhana bahwa yaitu dengan meningkatnya jumlah penduduk yang migrasi dari negara Vietnam ke Australia, untuk

mengisi jumlah satuan angkatan kerja (*industrial workforce*), maka akan mempengaruhi anthropometri secara nasional.

4. Usia, digolongkan atas berbagai kelompok usia yaitu:

- a. Balita
- b. Anak-anak
- c. Remaja
- d. Dewasa
- e. Lanjut usia

Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk anthropometri anak-anak. Anthropometrinya cenderung terus meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan menurun yang disebabkan oleh berkurangnya elastisitas tulang belakang (*intervertebral discs*) dan berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

5. Jenis pekerjaan,

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawannya, misalnya: buruh dermaga/pelabuhan harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran pada umumnya. Apalagi jika dibandingkan dengan jenis pekerjaan militer.

6. Pakaian,

Hal ini juga merupakan sumber keragaman karena disebabkan oleh bervariasinya iklim/musim yang berbeda dari satu tempat ke tempat yang lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu musim dingin manusia akan memakai pakaian yang relatif lebih tebal dan ukuran yang relatif lebih besar. Ataupun untuk para pekerja di pertambangan, pengeboran lepas pantai, pengecoran logam. Bahkan para penerbang dan astronaut pun harus mempunyai pakaian khusus.

7. Faktor kehamilan pada wanita,

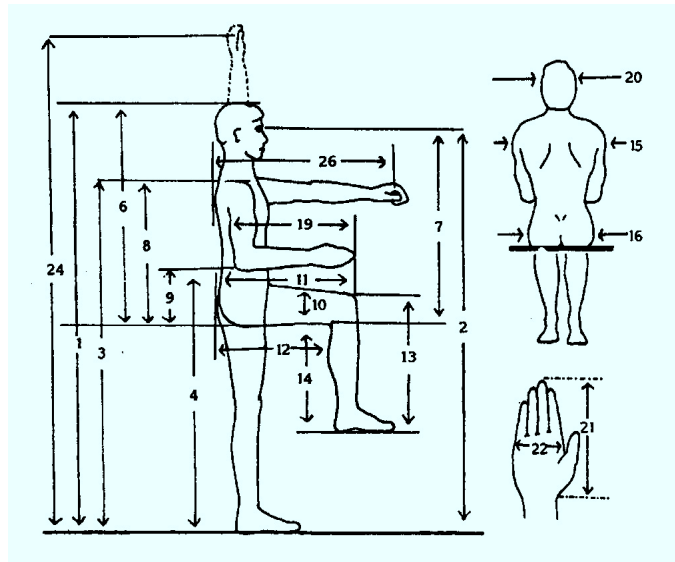
Faktor ini sudah jelas mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti kalau dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil, terutama yang berkaitan dengan analisis perancangan produk dan analisis perancangan kerja.

8. Cacat tubuh secara fisik,

Suatu perkembangan yang menggembirakan pada dekade terakhir yaitu dengan diberikannya skala prioritas pada rancang bangun fasilitas akomodasi untuk para penderita cacat tubuh secara fisik sehingga mereka dapat ikut serta merasakan “kesamaan” dalam penggunaan jasa dari hasil ilmu ergonomi di dalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul misalnya: keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (*knee space*) untuk desain meja kerja, lorong/jalur khusus untuk kursi roda, ruang khusus di dalam lavatory, jalur khusus untuk keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, supermarket dan lain-lain.

2.4.1 Dimensi Anthropometri

Data anthropometri dapat dimanfaatkan untuk menetapkan dimensi ukuran produk yang akan dirancang dan disesuaikan dengan dimensi tubuh manusia yang akan menggunakannya. Pengukuran dimensi struktur tubuh yang biasa diambil dalam perancangan produk maupun fasilitas dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Anthropometri untuk perancangan produk atau fasilitas

Sumber : Wignjosoebroto S, 2000

Keterangan gambar 2.2 di atas, yaitu:

- 1 : Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai sampai dengan ujung kepala).

- 2 : Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
- 3 : Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
- 4 : Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus).
- 5 : Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan).
- 6 : Tinggi tubuh dalam posisi duduk (di ukur dari alas tempat duduk pantat sampai dengan kepala).
- 7 : Tinggi mata dalam posisi duduk.
- 8 : Tinggi bahu dalam posisi duduk.
- 9 : Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus).
- 10 : Tebal atau lebar paha.
- 11 : Panjang paha yang di ukur dari pantat sampai dengan. ujung lutut.
- 12 : Panjang paha yang di ukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut betis.
- 13 : Tinggi lutut yang bisa di ukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
- 14 : Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang di ukur dari lantai sampai dengan paha.
- 15 : Lebar dari bahu (bisa di ukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk).
- 16 : Lebar pinggul ataupun pantat.
- 17 : Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar).
- 18 : Lebar perut.
- 19 : Panjang siku yang di ukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
- 20 : Lebar kepala.
- 21 : Panjang tangan di ukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
- 22 : Lebar telapak tangan.
- 23 : Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar kesamping kiri kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
- 24 : Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak.
- 25 : Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak.

26 : Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan di ukur dari bahu sampai dengan ujung jari tangan.

Selanjutnya untuk memperjelas mengenai data anthropometri yang tepat diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja, diperlukan pengambilan ukuran dimensi anggota tubuh.

2.4.2 Aplikasi Data Anthropometri dalam Perancangan Produk

Penggunaan data anthropometri dalam penentuan ukuran produk harus mempertimbangkan prinsip-prinsip di bawah ini agar produk yang dirancang bisa sesuai dengan ukuran tubuh pengguna (Wignjosoebroto, 2003) yaitu :

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim

Rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 sasaran produk yaitu :

- a. Sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim.
- b. Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada)

Agar dapat memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran diaplikasikan yaitu

- a. Dimensi *minimum* yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai *percentile* terbesar misalnya *90-th*, *95-th*, atau *99-th percentile*.
- b. Dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan *percentile* terkecil misalnya *1-th*, *5-th*, atau *10-th percentile*

2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu (*adjustable*).

Produk dirancang dengan ukuran yang dapat diubah-ubah sehingga cukup fleksible untuk dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Mendapatkan rancangan yang fleksibel semacam ini maka data anthropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai *5-th* sampai dengan *95-th*.

3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata

Produk dirancang berdasarkan pada ukuran rata-rata tubuh manusia atau dalam rentang *50-th percentile*.

Berkaitan dengan aplikasi data anthropometri yang diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, beberapa rekomendasi yang bisa diberikan sesuai dengan langkah-langkah, sebagai berikut:

1. Pertama kali terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh yang mana yang nantinya difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut,
2. Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut, dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data *structural body dimension* ataukah *functional body dimension*,
3. Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai rancangan produk tersebut,
4. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel atau ukuran rata-rata,
5. Pilih persentil populasi yang harus diikuti; ke-5, ke-50, ke-95 atau nilai persentil yang lain yang dikehendaki,
6. Setiap dimensi tubuh yang diidentifikasi selanjutnya pilih atau tetapkan nilai ukurannya dari tabel data anthropometri yang sesuai. Aplikasikan data tersebut dan tambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan seperti halnya tambahan ukuran akibat faktor tebalnya pakaian yang harus dikenakan oleh operator, pemakaian sarung tangan (*gloves*), dan lain-lain.

2.5 POSTUR KERJA

Postur kerja merupakan pengaturan sikap tubuh saat bekerja. Sikap kerja yang berbeda akan menghasilkan kekuatan yang berbeda pula. Pada saat bekerja sebaiknya postur dilakukan secara alamiah sehingga dapat meminimalisasi timbulnya cedera *musculoskeletal*. Kenyamanan tercipta bila pekerja telah melakukan postur kerja yang baik dan aman.

Postur kerja yang baik sangat ditentukan oleh pergerakan organ tubuh saat bekerja. Pergerakan yang dilakukan saat bekerja meliputi: *flexion*, *extension*, *abduction*, *rotation*, *pronation*, dan *supination*. *Flexion* adalah gerakan dimana sudut antara dua tulang terjadi pengurangan. *Extension* adalah gerakan merentangkan (*stretching*) dimana terjadi peningkatan sudut antara dua tulang.

Abduction adalah pergerakan menyamping menjauhi sumbu tengah tubuh (*the median plane*). *Adduction* pergerakan ke arah sumbu tengah tubuh (*the median plane*). *Rotation* adalah gerakan perputaran bagian atas tengah (menuju ke dalam) dari anggota tubuh. *Supination* adalah perputaran ke arah samping (menuju keluar) dari anggota tubuh.

2.5.1 REBA (Rapid Entire Body Assessment)

REBA atau *Rapid Entire Body Assessment* dikembangkan oleh Dr.Sue Hignett dan Dr.Lynn McAtamney yang merupakan ergonom dari universitas di Nottingham (University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomics). Pertama kali dijelaskan dalam bentuk jurnal aplikasi ergonomic pada tahun 2002.

Rapid Entire Body Assessment adalah sebuah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomic dan dapat digunakan secara cepat untuk menilai postur kerja atau postur leher,punggung,lengan,pergelangan tangan dan kaki seorang operator.Selain itu metode ini juga dipengaruhi oleh factor coupling, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktivitas pekerja.Penilaian dengan menggunakan REBA tidak membutuhkan waktu lama untuk melengkapi dan melakukan scoring general pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan resiko yang diakibatkan postur kerja operator (McAtamney, 2000).

REBA dikembangkan untuk mendeteksi postur kerja yang beresiko dan melakukan perbaikan sesegera mungkin. Pemeriksaan REBA dapat dilakukan di tempat yang terbatas tanpa mengganggu pekerja. Pengembangan REBA terjadi dalam empat tahap.

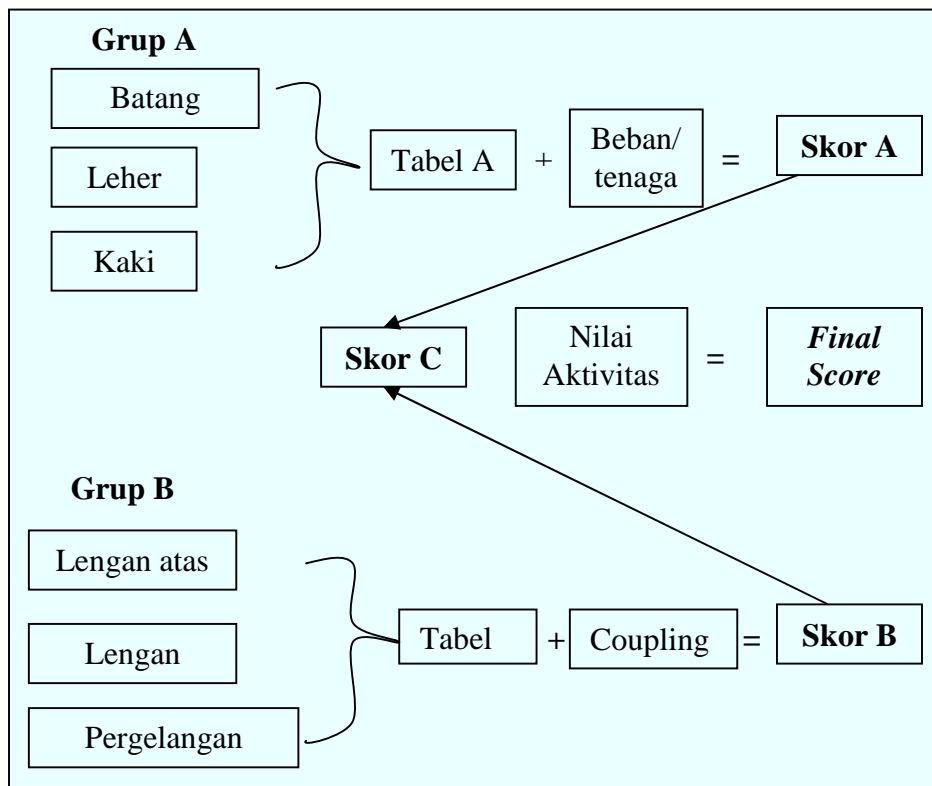
1. Tahap pertama adalah pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto
2. Tahap kedua adalah penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja
3. Tahap ketiga adalah penentuan berat benda yang diangkat, penentuan *coupling*, dan penentuan aktivitas pekerja.
4. Tahap keempat adalah perhitungan nilai REBA untuk postur yang bersangkutan.

REBA merupakan suatu metode penilaian postur untuk menilai faktor resiko gangguan tubuh keseluruhan (McAtamney dan Hignett, 1997). Untuk

masing-masing tugas (*task*), menilai faktor postur tubuh dengan penilaian pada masing-masing grup yang terdiri atas 2 grup, yaitu:

1. Grup A terdiri atas postur tubuh atas dan bawah batang tubuh (*trunk*), Leher (*neck*), dan kaki (*legs*)
2. Grup B terdiri atas postur tubuh kanan dan kiri dari lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), dan pergelangan tangan (*wrist*).

Pada masing-masing grup, diberikan suatu skala skor postur tubuh dan suatu pernyataan tambahan. Diberikan juga faktor beban/ kekuatan dan kopling (*coupling*). Dengan melihat pada tabel penilaian untuk masing-masing postur, tabel A untuk grup A, dan tabel B untuk grup B. skor A adalah jumlah dari hasil pada tabel A dan skor beban/ kekuatan. Skor B adalah jumlah skor dari tabel B dan skor kopling untuk masing-masing tangan. Skor C dibaca dari tabel C dengan memasukkan skor A dan skor B, sehingga diperoleh skor REBA dengan jumlah dari skor C dan skor tindakan. Akhirnya diperoleh suatu hasil berupa tingkatan level resiko.



Gambar 2.3 Sistem penilaian REBA

Sumber : McAtamney, 1993

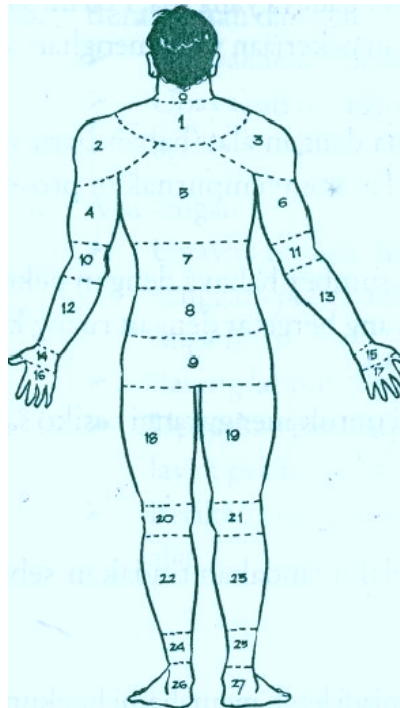
Tabel 2.1 Nilai level tindakan REBA

Nilai REBA	Level Resiko	Level Tindakan	Tindakan
1	Dapat diabaikan	0	Tidak diperlukan perbaikan
2-3	Kecil	1	Mungkin memerlukan perbaikan
4-7	Sedang	2	Perlu dilakukan perbaikan
8-10	Tinggi	3	Segera dilakukan perbaikan
11-15	Sangat tinggi	4	Dilakukan perbaikan sekarang juga

Sumber : McAtamney, 1993

2.6 NORDIC BODY MAP (NBM)

Salah satu alat ukur ergonomik sederhana yang dapat digunakan untuk mengenali sumber penyebab keluhan *musculoskeletal* adalah *nordic body map*. Nordic Body Map ini dipakai untuk mengetahui keluhan-keluhan yang dirasakan oleh para pekerja. Kuesioner ini diberikan sebelum dan setelah melakukan pekerjaan. Kuesioner *nordic body map* terhadap segmen-segmen tubuh dapat dilihat dalam gambar 2.12.



Gambar 2.4 Nordic Body Map

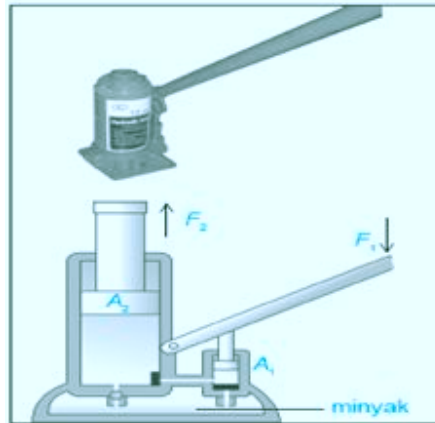
Sumber : Corlett, 1992

Keterangan gambar 2.12

- 0 : Leher atas
- 1 : Leher bawah
- 2 : Pundak kiri
- 3 : Pundak kanan
- 4 : Lengan atas kiri
- 5 : Punggung
- 6 : Lengan atas kanan
- 7 : Pinggang
- 8 : Pinggul
- 9 : Pantat
- 10 : Siku kiri
- 11 : Siku kanan
- 12 : Lengan bawah kiri
- 13 : Lengan bawah kanan
- 14 : Pergelangan tangan kiri
- 15 : Pergelangan tangan kanan
- 16 : Jari jari kiri
- 17 : Jari kanan
- 18 : Paha kiri
- 19 : paha kanan
- 20 : Lutut kiri
- 21 : Lutut kanan
- 22 : Betis kiri
- 23 : Betis kanan
- 24 : Engkel kiri
- 25 : Engkel kanan
- 26 : Telapak kaki kiri
- 27 : Telapak kaki kanan

2.7 MEKANIKA FLUIDA (HIDROLIK)

Penerapan prinsip Pascal salah satunya adalah pada dongkrak (lift hidrolik). Mekanisme sistem kerja dongkrak botol hidrolik dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Dongkrak hidrolik dan skemanya
 Sumber : Praktis Belajar Fisika, 2000

ketika sebuah gaya F_1 diberikan melalui tuas dongkrak untuk menekan penghisap kecil A_1 , tekanan ini akan diteruskan oleh minyak ke segala arah. Oleh karena dinding bejana terbuat dari bahan yang kuat, gaya ini tidak cukup untuk mengubah bentuk bejana. Satu-satunya jalan, tekanan ini diteruskan oleh minyak ke penghisap besar A_2 .

Keterangan:

F_1 = gaya pada penghisap kecil (N)

F_2 = gaya pada penghisap besar (N)

A_1 = luas penampang penghisap kecil (m^2)

A_2 = luas penampang penghisap besar (m^2)

2.8 MEKANIKA KONSTRUKSI

Mekanika (Bahasa Latin *mechanicus*, dari Bahasa Yunani *mechanikos*, "seseorang yang ahli di bidang mesin") adalah jenis ilmu khusus yang mempelajari fungsi dan cara kerja mesin, alat atau benda yang seperti mesin. Mekanika merupakan bagian yang sangat penting dalam ilmu fisika terutama untuk ahli sains dan ahli teknik. Mekanika (*Mechanics*) juga berarti ilmu pengetahuan yang mempelajari gerakan suatu benda serta efek gaya dalam gerakan itu. Cabang ilmu Mekanika terbagi dua : Mekanika Statik dan Mekanika Dinamik (tidak dibahas dalam penelitian ini). Mekanika teknik dikenal juga sebagai mekanika rekayasa atau analisa struktur. Pokok utama dari ilmu tersebut adalah mempelajari perilaku struktur terhadap beban yang bekerja padanya.

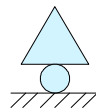
Perilaku struktur tersebut umumnya adalah lendutan dan gaya-gaya (gaya reaksi dan gaya internal).

2.8.1 Statika

Statika adalah ilmu yang mempelajari tentang statik dari suatu beban terhadap gaya-gaya dan beban yang mungkin ada pada bahan tersebut, atau juga dapat dikatakan sebagai perubahan terhadap panjang benda awal karena gaya atau beban. Terdapat 3 jenis tumpuan dalam ilmu statika untuk menentukan jenis peletakan yang digunakan dalam menahan beban yang ada dalam struktur, beban yang ditahan oleh peletakan masing-masing adalah:

1. Tumpuan Rol,

Yaitu tumpuan yang dapat meneruskan gaya desak yang tegak lurus bidang peletakannya.

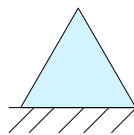


Gambar 2.6 Tumpuan rol

Sumber : Popov, 1991

2. Tumpuan Sendi,

Tumpuan yang dapat meneruskan gaya tarik dan desak tetapi arahnya selalu menurut sumbu batang sehingga batang tumpuan hanya memiliki satu gaya.

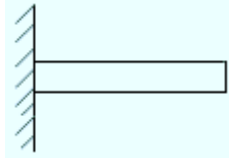


Gambar 2.7 Tumpuan sendi

Sumber : Popov, 1991

3. Tumpuan Jepitan,

Jepitan adalah tumpuan yang dapat meneruskan segala gaya dan momen sehingga dapat mendukung H, V dan M yang berarti mempunyai tiga gaya. Dari kesetimbangan kita memenuhi bahwa agar susunan gaya dalam keadaan setimbang haruslah dipenuhi tiga syarat yaitu $\sum F_{\text{Horizontal}} = 0$, $\sum F_{\text{Vertikal}} = 0$, $\sum M = 0$



Gambar 2.8 Tumpuan jepit
Sumber : Popov, 1991

2.8.2 Gaya

Suatu konstruksi bertugas mendukung gaya-gaya luar yang bekerja padanya yang kita sebut sebagai beban. Konstruksi harus ditumpu dan diletakkan pada peletakan-peletakan tertentu agar dapat memenuhi tugasnya yaitu menjaga keadaan konstruksi yang seimbang. Suatu konstruksi dikatakan seimbang bila resultan gaya yang bekerja pada konstruksi tersebut sama dengan nol atau dengan kata lain $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$, $\sum F_z = 0$, $\sum M = 0$.

Gaya adalah sesuatu yang menyebabkan suatu benda dari keadaan diam menjadi bergerak atau sebaliknya. Dalam ilmu statika berlaku hukum (Aksi = Reaksi), gaya dalam statika kemudian dikenal dibedakan menjadi :

1. Gaya Luar,

Gaya luar adalah gaya yang diakibatkan oleh beban yang berasal dari luar sistem yang pada umumnya menciptakan kestabilan konstruksi. Sedangkan beban adalah beratnya beban atau barang yang didukung oleh suatu konstruksi atau bangunan beban dan dapat dibedakan menjadi beberapa macam yaitu :

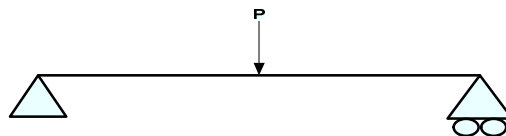
- a. Beban mati yaitu beban yang sudah tidak bisa dipindah-pindah, seperti dinding, penutup lantai dll.
- b. Beban sementara yaitu beban yang masih bisa dipindah-pindahkan, ataupun beban yang dapat berjalan seperti beban orang, mobil (kendaraan), kereta dll.
- c. Beban terbagi rata yaitu beban yang secara merata membebani struktur. Beban dapat dibedakan menjadi beban segi empat dan beban segitiga.
- d. Beban titik terpusat adalah beban yang membebani pada suatu titik.
- e. Beban berjalan adalah beban yang bisa berjalan atau dipindah-pindahkan baik itu beban merata, titik, atau kombinasi antar keduanya.

2. Gaya dalam,

Akibat adanya gaya luar yang bekerja, maka bahan memberikan perlawanan sehingga timbul gaya dalam yang menyebabkan terjadinya deformasi atau perubahan bentuk. Agar suatu struktur tidak hancur atau runtuh maka besarnya gaya akan bergantung pada struktur gaya luar, yaitu:

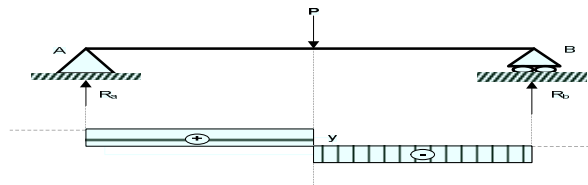
3. Gaya geser (*Shearing Force Diagram*),

Gaya geser merupakan gaya dalam yang terjadi akibat adanya beban yang arah garis kerjanya tegak lurus (\perp) pada sumbu batang yang ditinjau seperti tampak pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Sketsa prinsip statika kesetimbangan
Sumber : Popov, 1991

Gaya bidang lintang ditunjukkan dengan SFD (*shearing force diagram*), dimana penentuan tanda pada SFD berupa tanda negatif (-) atau positif (+) bergantung dari arah gaya.



Gambar 2.10 Sketsa *shearing force diagram*
Sumber : Popov, 1991

4. Gaya Normal (*Normal Force*),

Gaya normal merupakan gaya dalam yang terjadi akibat adanya beban yang arah garis kerjanya searah ($//$) sumbu batang yang ditinjau

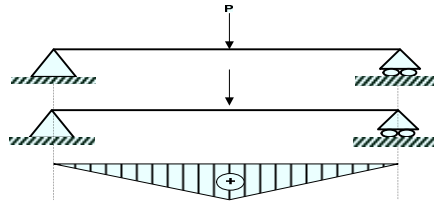


Gambar 2.11 Sketsa *normal force*
Sumber : Popov, 1991

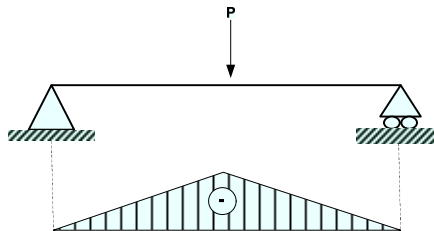
Agar batang tetap utuh, maka gaya dalam sama dengan gaya luar. Pada gambar diatas nampak bahwa tanda (-) negative yaitu batang tertekan, sedang bertanda (+) batang tertarik.

5. Momen,

Momen adalah gaya yang bekerja dikalikan dengan panjang lengan yang terjadi akibat adanya beban yang terjadi pada struktur tersebut



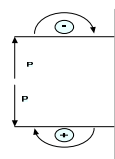
Gambar 2.12 Sketsa *moment bending (+)*
Sumber : Popov, 1991



Gambar 2.13 Landasan sketsa *moment bending (-)*
Sumber : Popov, 1991

Dalam sebuah perhitungan gaya dalam momen memiliki kesepakatan yang senantiasa dipenuhi yaitu pada arah tinjauan, diantaranya:

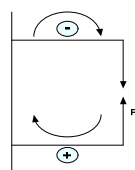
- Ditinjau dari arah kanan



Bila searah jarum jam (+)
Bila berlawanan jarum jam (-)

Gambar 2.14 Landasan arah kanan
Sumber : Popov, 1991

- Ditinjau dari arah kiri




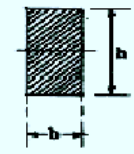

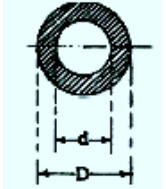
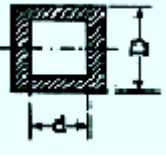
Bila searah jarum jam (+)
Bila berlawanan jarum jam (-)

Gambar 2.15 Landasan arah kiri
Sumber : Popov, 1991

2.8.3 Kekuatan Material

Kekuatan material dapat didefinisikan sebagai kesanggupan suatu material terhadap gaya. Kekuatan material (σ atau τ) dipengaruhi oleh besarnya momen tahanan (W), tegangan ijin material (σ_{ijin} atau τ_{ijin}), dan panjang material (l). Modulus irisan elastis setiap material berbeda-beda, tergantung dari dimensi dan geometri penampang melintangnya. Tabel 2.15 menunjukkan beberapa contoh rumus perhitungan momen inersia (I) dan momen tahanan (W) untuk beberapa geometri melintang material.

Tabel 2.2 Rumus perhitungan kekuatan material

Profil	I (mm ⁴)	W (mm ³)
	$\frac{\pi}{64} D^4 \approx \frac{D^4}{20}$	$\frac{\pi}{32} D^3 \approx \frac{D^3}{10}$
	$\frac{bh^2}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$
	$\frac{h^3}{12}$	$\frac{h^3}{6}$
	$\frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) \approx \frac{D^4 - d^4}{20}$	$\frac{\pi}{32} \frac{(D^4 - d^4)}{D} \approx \frac{D^4 - d^4}{10D}$
	$\frac{D^4 - d^4}{12}$	$\frac{D^4 - d^4}{6h}$

Sumber : Strength of Material, 1991

2.8.4 Tegangan yang Diizinkan (σ atau τ)

Tegangan yang diizinkan adalah tegangan maksimum yang boleh terjadi pada suatu bahan agar bahan tersebut tidak mengalami kepatahan atau deformasi plastis. Hal ini dapat dimengerti, karena didalam perencanaan-perencanaan kita harus dapat menentukan ukuran-ukuran atau beban sedemikian rupa, sehingga konstruksi yang direncanakan tidak mengalami kegagalan.

Besarnya tegangan yang diizinkan dari suatu bahan biasanya ditentukan berdasarkan percobaan dan pengalaman, dan harga-harga ini sangat tergantung dari :

1. Jenis bahan yang digunakan.
2. Jenis pembebanan.

Adapun pembebanan ini dibedakan antara lain :

1. Pembebanan statis

Dalam hal ini pembebanan tetap terhadap waktu

2. Pembebanan berulang

Dalam hal ini pembebanan bervariasi dari 0- max ; min- 0 dst.

3. Pembebanan berganti

Dalam hal ini pembebanan berganti-ganti, misalnya tarik-tekan-tarik, dst.

4. Pembebanan kejut

Untuk menentukan tegangan yang diizinkan dapat pula kita memperhitungkan terhadap tegangan maksimum dengan suatu faktor yang dinamakan dengan faktor keamanan.

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma}{S_f} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.1}$$

Keterangan :

σ_{ijin} = Tegangan ijin

σ = Tegangan luluh

S_f = Angka keamanan

2.8.5 Lenturan Murni Balok

Sistem gaya yang mungkin terdapat pada suatu irisan sebuah balok terdiri dari gaya aksial, gaya geser, dan momen lentur. Karena dalam beberapa hal suatu

segmen balok mungkin berada dalam suatu kesetimbangan hanya dalam pengaruh momen saja disebut lenturan murni.

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{I} c = \frac{M}{W} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.2}$$

$$W = \frac{I}{c} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.3}$$

Keterangan :

σ = Tegangan lentur maksimum (N/mm²)

M = Momen lentur (Nmm)

W = Momen tahanan (mm³)

2.8.6 Tegangan

Tegangan adalah gaya-gaya dalam yang bekerja pada tiap satuan luas penampang. Ada 2 macam tegangan yaitu :

- a. Tegangan aksial/normal, yaitu tegangan yang gaya-nya bekerja searah dengan luas penampang benda.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.4}$$

- b. Tegangan Tangensial, yaitu yaitu tegangan yang gaya-nya bekerja tegak lurus dengan luas penampang benda.

$$\tau = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.5}$$

Keterangan :

σ atau τ = Tegangan (N/mm²)

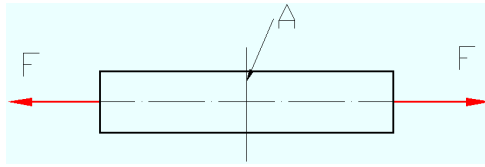
F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm²)

Macam – macam tegangan dasar :

- 1. Tegangan tarik

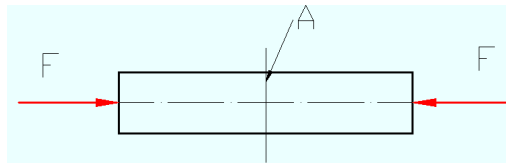
$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.6}$$



Gambar 2.16 Tegangan tarik
 Sumber : Strength of Material, 1991

2. Tegangan tekan

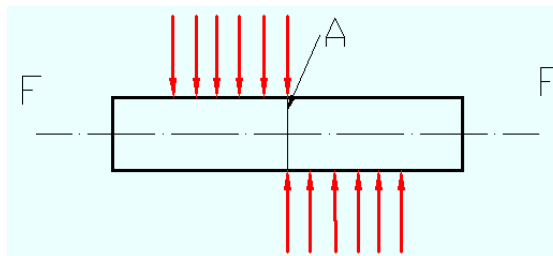
$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.7}$$



Gambar 2.17 Tegangan tekan
 Sumber : Strength of Material, 1991

3. Tegangan geser

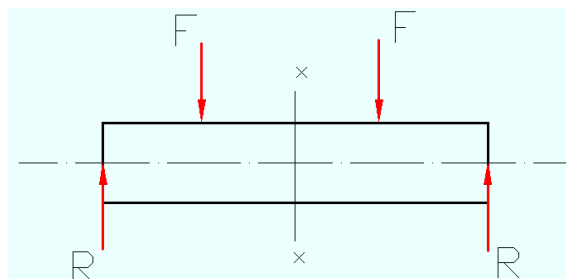
$$\tau = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.8}$$



Gambar 2.18 Tegangan geser
 Sumber : Strength of Material, 1991

4. Tegangan lengkung

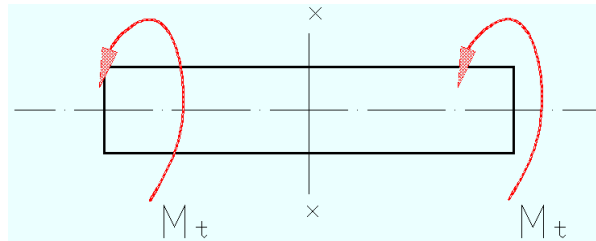
$$\sigma = \frac{M}{W} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.9}$$



Gambar 2.19 Tegangan lengkung
 Sumber : Strength of Material, 1991

5. Tegangan puntir

$$\tau = \frac{Mt}{W} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.10}$$



Gambar 2.20 Tegangan puntir
 Sumber : Strength of Material, 1991

2.8.7 Poros Penyangga

Adalah salah satu jenis elemen konstruksi yang berfungsi menyangga elemen konstruksi lain yang berputar. Pembebanan pada poros penyangga terutama berupa tekuk/lentur dan geser dan jarang sekali berupa pembebanan tarik atau tekan.

Akibat beban lentur :

$$\sigma = \frac{M}{W} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.11}$$

Keterangan :

σ = Tegangan lentur maksimum (N/mm²)

M = Momen lentur (Nmm)

W = Momen tahanan (mm³)

1. Untuk poros pejal

$$W = \frac{\pi}{32} d^3 \approx 0,1 \cdot d^3 \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.12}$$

2. Untuk poros berlubang

$$W = \frac{\pi}{32} x \frac{D^4 - d^4}{D} \approx 0,1 \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.13}$$

2.8.8 Tekanan Bidang

Bila pada dua permukaan yang bersinggungan bekerja suatu gaya, maka pada kedua permukaan tersebut akan bekerja tekanan-tekanan yang arahnya selalu tegak lurus permukaan tersebut.

Syarat : $P \leq \bar{P}$

$$P = \frac{F_n}{A} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.14}$$

Keterangan :

\bar{P} = Tekanan bidang ijin (N/mm^2)

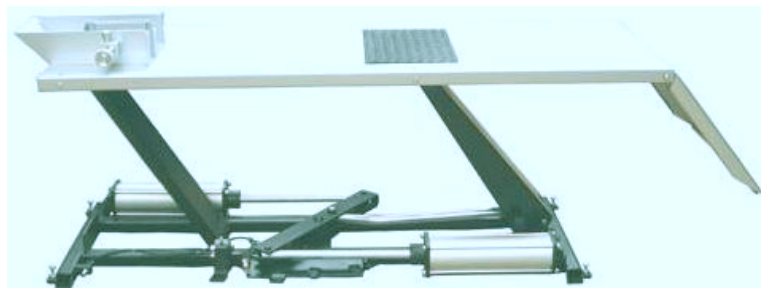
P = Tekanan bidang (N/mm^2)

F_n = Gaya normal (N)

A = Luas penampang (mm^2)

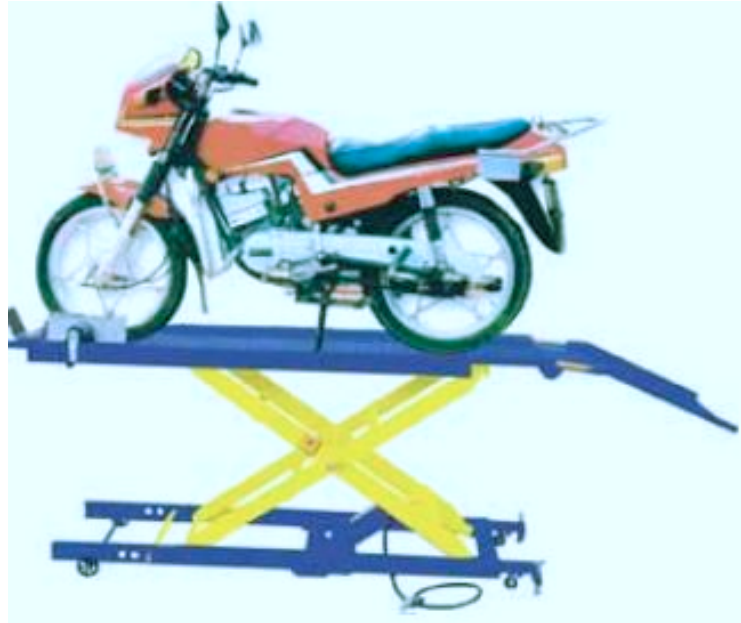
2.9 Contoh Spesifikasi Motorcycle Lift

Berikut ini merupakan beberapa contoh produk *motorcycle lift* yang sudah beredar di pasaran.



Gambar 2.21 *Motorcycle lift MS-300*
Sumber : Katalog produk Satolift

- Model : MS-300
- Size : Panjang 1800 mm – Lebar 600 mm
- Tinggi : Maksimum 665 mm – Minimum 195 mm
- Sistem gerak : Pneumatic
- Tekanan : 3-6 bar
- Kapasitas maksimum : 300 Kg
- Berat : 120 Kg
- Harga : Rp 7.500.000,-



Gambar 2.22 Motorcycle lift KW19-361

Sumber : Katalog automotive equipment Krisbow

Model	: KW19-361
Size	: Panjang 1500 mm – Lebar 690 mm
Tinggi	: Maksimum 780 mm – Minimum 205 mm
Sistem gerak	: Pneumatic hidrolik
Tekanan	: 3-6 bar
Kapasitas maksimum	: 363 Kg
Berat	: 113 Kg
Harga	: Rp.4.737.334



Gambar 2.24 *Motorcycle lift One single post*
Sumber : Katalog produk Indonetnetwork

Model	: One single post
Size	: Panjang 1800 mm – Lebar 400 mm
Tinggi	: Maksimum 950 mm
Sistem gerak	: Hidrolik
Tekanan	: 6 bar
Kapasitas maksimum	: 400 Kg
Berat	: - Kg
Harga	: Rp 9.500.000,-

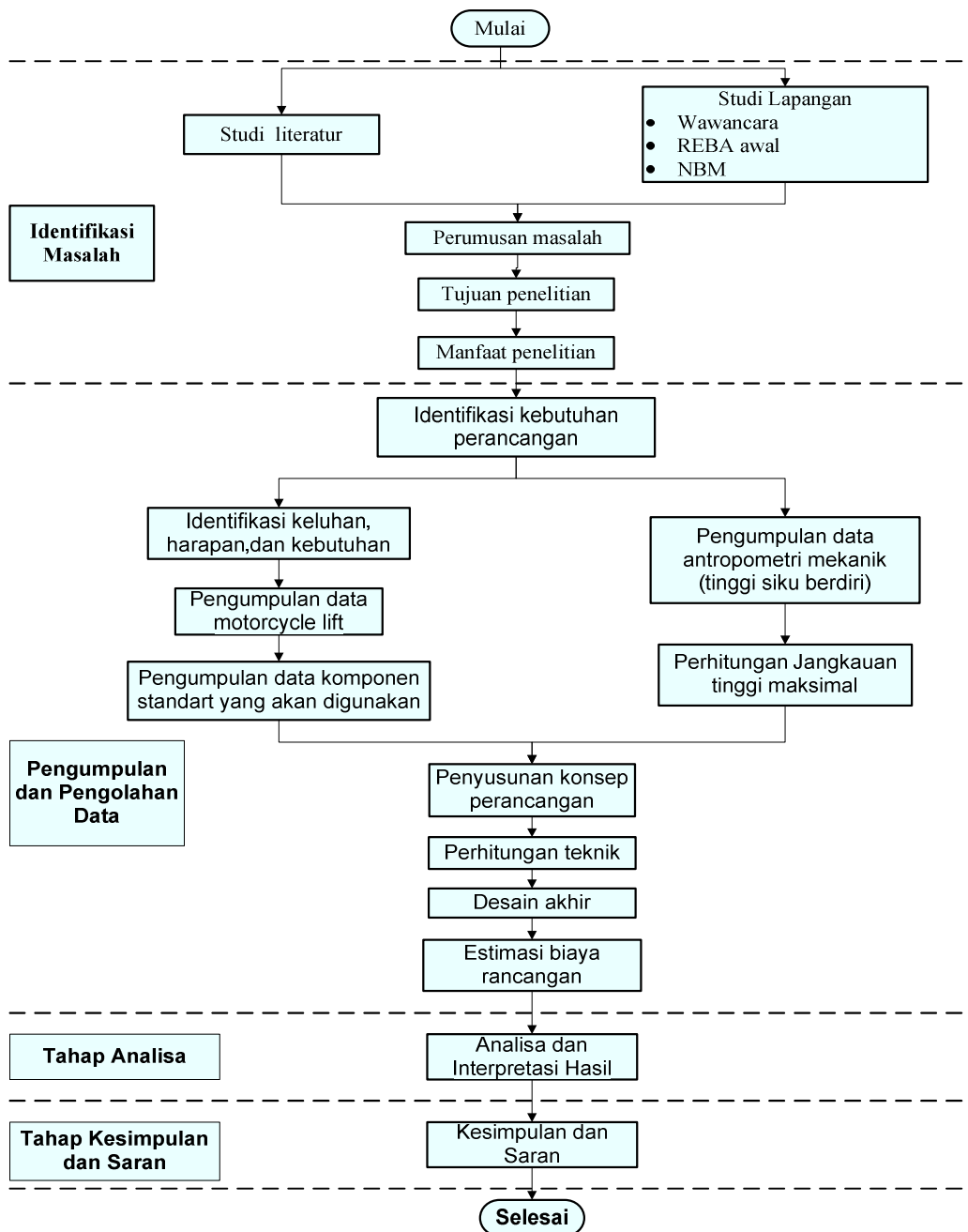


Gambar 2.25 *Motorcycle lift twin bar*
Sumber : Katalog produk Propa

Model	: Twin bar
Size	: Panjang 2100 mm – Lebar 620 mm
Tinggi	: Maksimum 800 mm – Minimum 200 mm
Sistem gerak	: Hidrolik
Tekanan	: -
Kapasitas maksimum	: 400 Kg
Berat	: - Kg
Harga	: Rp 3.950.000,-

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan secara sistematis mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan *motorcycle lift* sebagai alat bantu mekanik pada pengerjaan servis motor. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ditujukan pada gambar. 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Metodologi penelitian

Langkah-langkah penyelesaian masalah pada gambar 3.1, diuraikan dalam sub bab di bawah ini.

3.1 TAHAP IDENTIFIKASI MASALAH

Tahap ini diawali dengan studi literatur, studi Lapangan, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian dan menentukan manfaat penelitian. Langkah-langkah yang ada pada tahap identifikasi masalah tersebut dijelaskan pada sub bab berikut ini.

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendukung proses identifikasi masalah pada penelitian ini, yaitu merupakan perancangan fasilitas kerja yang berupa *motorcycle lift* sebagai alat bantu mekanik pada pengerjaan servis motor. Studi literatur dilakukan dengan mencari informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas dalam perancangan ini. Pencarian informasi ini dilakukan dengan melalui internet, perpustakaan, sehingga diperoleh referensi yang dapat digunakan untuk mendukung pembahasan perancangan ini.

3.1.2 Studi Lapangan

Penelitian dilakukan mulai dari bulan Maret – Juli 2010. Penelitian awal dilakukan pada bengkel motor umum Loh Jinawi Motor digunakan untuk mengetahui dan mempelajari keadaan proses pengerjaan servis motor di tempat penelitian dengan maksud untuk mendapatkan informasi awal yang lengkap serta menentukan detail masalah yang diangkat dalam penelitian. Metode untuk mendapatkan data awal dilakukan dengan pengamatan langsung, wawancara kepada para mekanik dengan tujuan untuk mengetahui masalah yang timbul dari proses pengerjaan servis motor, dan keluhan atau rasa tidak nyaman yang dirasakan mekanik ketika melakukan pekerjaannya, penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* kepada para mekanik untuk mendukung hasil dari wawancara. Lalu dilakukan pula perhitungan REBA awal berdasarkan foto-foto postur kerja mekanik ketika pengerjaan servis motor. Setelah penelitian awal tersebut, dilakukan pula pengamatan lanjutan sebagai perbandingan antara bengkel resmi Suzuki Indo Motor dengan Loh Jinawi Motor. Sehingga diharapkan dapat

menerapkan beberapa hal yang dapat diaplikasikan guna tujuan perbaikan dari masalah postur kerja mekanik bengkel Loh Jinawi Motor.

3.1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dilakukan, kemudian disusun sebuah rumusan masalah. Perumusan masalah dilakukan dengan menetapkan sasaran-sasaran yang akan dibahas untuk kemudian dicari solusi pemecahan masalahnya. Perumusan masalah juga dilakukan agar dapat fokus dalam membahas permasalahan yang dihadapi. Adapun permasalahan yang akan dibahas lebih lanjut adalah bagaimana merancang *motorcycle lift* sebagai alat bantu mekanik pada pengerjaan servis motor, yang sesuai dengan kondisi bengkel Loh Jinawi sebagai upaya mencapai postur kerja yang ideal.

3.1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditetapkan agar penelitian yang dilakukan dapat menjawab dan menyelesaikan rumusan masalah yang dihadapi. Adapun tujuan penelitian yang ditetapkan dari hasil perumusan masalah adalah menghasilkan rancangan *motorcycle lift* sebagai alat bantu mekanik pada pengerjaan servis motor, yang sesuai dengan kondisi bengkel Loh Jinawi sebagai upaya mencapai postur kerja yang ideal.

3.1.5 Manfaat Penelitian

Suatu permasalahan akan diteliti apabila di dalamnya mengandung unsur manfaat. Agar memenuhi suatu unsur manfaat maka perlu ditentukan terlebih dahulu manfaat yang akan didapatkan dari suatu penelitian. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

3. Menghasilkan perancangan alat bantu bagi mekanik sehingga menimbulkan rasa aman, nyaman sehingga diharapkan mampu meningkatkan produktivitas kerja.
4. Dapat mengurangi tingkat keluhan nyeri dan kaku otot bagi mekanik pada pengerjaan servis motor.

3.2 TAHAP PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan untuk perancangan *motorcycle lift* sebagai alat bantu mekanik pada pengerjaan *servis* motor yang dijelaskan pada sub bab berikut ini.

3.2.1 Identifikasi Kebutuhan Perancangan

1. Identifikasi Keluhan, Harapan, Kebutuhan.

Pada tahapan ini akan dilakukan interpretasi keluhan, harapan dan kebutuhan mekanik akan produk yang bersangkutan, hal yang nantinya akan digunakan sebagai dasar perancangan *motorcycle lift*. Hasil rancangan *motorcycle lift* diharapkan mampu memenuhi kebutuhan-kebutuhan mekanik tersebut.

2. Pengumpulan Data Produk.

Tahap pengumpulan data produk diperlukan sebagai pendukung terbentuknya suatu perancangan *motorcycle lift* sebagai alat bantu mekanik. Data utama yang menyangkut perancangan ini seperti mekanisme kerja dan konstruksi, dimensi, beban maksimal yang dapat diangkat, gambar produk, dan harga produk dipasaran.

3. Pengumpulan Data komponen Standard.

Komponen standard akan banyak digunakan pada perancangan konstruksi. Komponen standard dipakai dengan alasan lebih mudah dicari dipasaran dan harganya lebih murah daripada jika kita membuat sendiri. Hal ini akan sangat berguna pada saat perhitungan teknik dan penentuan komponen yang akan digunakan.

4. Pengolahan Data Anthropometri.

Dalam perancangan ini diperlukan data anthropometri yang digunakan untuk menetapkan ukuran rancangan yaitu tinggi maksimal yang dapat dicapai oleh *motorcycle lift*. Hal ini dimaksudkan agar rancangan yang dihasilkan dapat digunakan dengan baik dan disesuaikan atau paling tidak mendekati karakteristik penggunaannya. Pengambilan data diperoleh dari hasil pengukuran antropometri 4 orang mekanik di bengkel Loh Jinawi Motor. Adapun data antropometri yang diambil sesuai dengan variabel yang dibutuhkan yaitu tinggi siku berdiri.

5. Perhitungan Jangkauan Tinggi Maksimal.

Jangkauan tinggi maksimal dari *motorcycle lift* berpengaruh terhadap posisi motor ketika diservis oleh mekanik. Jadi posisi motor yang akan menyesuaikan posisi dari mekanik supaya mekanik mendapat postur kerja yang dia anggap ideal. Diharapkan dari jangkauan tinggi maksimal ini dapat mengakomodasi keperluan keempat mekanik dalam memposisikan motor yang akan diservisnya.

3.3 PERANCANGAN PRODUK

Langkah selanjutnya adalah melakukan perancangan dari produk berdasarkan identifikasi keluhan, harapan, kebutuhan dan data-data yang ada.

3.3.1 Penyusunan Konsep Perancangan

Perencanaan awal adalah tahapan paling dasar mengenai proyek penelitian yang dilakukan, dalam hal ini adalah pembuatan rancangan dan rancangan awal dari produk *motorcycle lift* dengan acuan data-data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Hasil rancangan awal ini nantinya akan digunakan sebagai acuan pada tahap perhitungan teknik.

3.3.2 Perhitungan Teknik

Setelah mendapatkan desain awal selanjutnya dilakukan perhitungan teknik. Perhitungan teknik diperlukan untuk mengetahui kelayakan rancangan apabila rancangan tersebut digunakan. Perhitungan teknik meliputi penentuan beban, dan perhitungan momen pada titik kritis, material, kekuatan rangka untuk mengetahui kekuatan hasil rancangan terhadap beban maksimal yang diterima.

3.3.3 Desain Akhir

Dari hasil perhitungan teknik yang telah dilakukan kemudian diaplikasikan pada hasil rancangan awal, untuk didapatkan hasil rancangan dengan perhitungan yang aplikatif sehingga hasil rancangan benar-benar bisa digunakan sesuai fungsinya.

3.3.4 Estimasi Biaya Rancangan

Estimasi biaya dilakukan untuk memperkirakan besarnya biaya produksi yang dikeluarkan untuk merealisasikan hasil rancangan tersebut. Setelah menentukan dimensi, menentukan material apa yang akan dipakai, serta proses pengerjaan apa saja yang diperlukan, dapat diperkirakan besarnya biaya yang dikeluarkan untuk membuat produk yang dirancang. Biaya yang dihitung meliputi biaya material, dan biaya non material.

3.4 TAHAP ANALISIS

Pada tahap ini dilakukan analisis dan interpretasi hasil terhadap pengumpulan dan pengolahan data sebelumnya. Meliputi analisis biaya, cara kerja/tingkat fungsional produk secara keseluruhan.

3.5 TAHAP KESIMPULAN DAN SARAN

Pada tahap ini akan membahas kesimpulan dari hasil pengolahan data dengan memperhatikan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian dan kemudian memberikan saran perbaikan yang mungkin dilakukan untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi tentang keseluruhan tahapan pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan dan diolah meliputi data gambar postur kerja sebelum menggunkan alat bantu, data anthropometri dan data mengenai rancangan produk yang akan dibuat.

4.1 PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data bertujuan untuk memperoleh informasi awal di tempat penelitian untuk mendapatkan informasi tentang pengerjaan servis motor, data keluhan, kebutuhan dan harapan dari mekanik, serta ukuran dimensi tubuh manusia yang akan digunakan dalam perancangan. Pada tahap-tahap pengumpulan data lebih lengkap dapat dilihat pada sub bab selanjutnya.

4.1.1. Dokumentasi Postur Kerja Awal

Postur kerja yang ideal menurut mekanik jika mekanik telah merasa aman dan nyaman pada saat bekerja. Hal ini dapat dicapai jika posisi benda kerja yang menyesuaikan mekanik, sehingga mekanik mendapatkan postur kerja yang aman dan nyaman. Tetapi pada kenyataannya, tanpa adanya alat bantu berupa *motorcycle lift* maka justru postur kerja mekaniklah yang menyesuaikan posisi motor. Postur kerja yang digunakan para mekanik pada pengerjaan servis motor disesuaikan dengan kebutuhan pengerjaan. Secara garis besar dapat digolongkan menjadi 3 posisi, yaitu berdiri (sedikit membungkuk), duduk, dan jongkok.

1. Posisi berdiri,

Posisi pengerjaan servis motor dengan berdiri dilakukan seperti pada gambar 4.1. Biasanya mekanik menggunakan posisi ini ketika melakukan pengerjaan servis bagian atas motor seperti lampu, tuas rem depan dan kopling, handel gas, tangki bahan bakar, *cover body* depan, dan panel kelistrikan yang ada dibawah jok. Posisi seperti ini menyebabkan keluhan nyeri pada leher, punggung, pinggang, lutut, bahu, lengan atas, telapak kaki.



Gambar 4.1 Contoh pengerjaan servis motor dengan posisi berdiri

2. Posisi duduk,

Posisi pengerjaan servis motor dengan duduk dilakukan seperti pada gambar 4.2. Biasanya mekanik menggunakan posisi ini ketika melakukan pengerjaan servis bagian tengah dan bawah motor seperti blok mesin, karburator, filter saringan udara, aki, ganti oli, *cover body* samping, roda depan dan belakang, rantai, rem depan dan belakang, tuas rem belakang, pedal pemindah gigi transmisi. Posisi seperti ini menyebabkan keluhan nyeri pada leher, punggung, pinggang, pinggul, lutut.



Gambar 4.2 Contoh pengerjaan servis motor dengan posisi duduk

3. Posisi Jongkok,

Posisi pengerjaan servis motor dengan jongkok dilakukan seperti pada gambar 4.3. Posisi jongkok digunakan tidak jauh berbeda dengan posisi duduk, hanya dibedakan oleh media bantu berupa bangku kecil sebagai alat bantu mekanik. Posisi jongkok cenderung tidak stabil dan tidak seimbang. Posisi seperti ini menyebabkan keluhan nyeri pada leher, pinggang, pinggul, punggung, lutut, paha, betis, pergelangan kaki dan telapak kaki.



Gambar 4.3 Contoh pengerjaan servis motor dengan posisi jongkok

4.1.2 Rekap Hasil Kuesioner Nordic Body Map

Kuesioner *Nordic Body Map* diberikan kepada empat mekanik di bengkel Loh Jinawi Motor yang bertujuan untuk mengetahui keluhan di setiap bagian tubuh yang dialami pekerja selama atau setelah melakukan pengerjaan servis motor. Kuesioner ini ditunjukkan dalam lampiran 1 (L.1.1), dengan hasil kuesioner dapat dilihat pada Tabel 4.1.

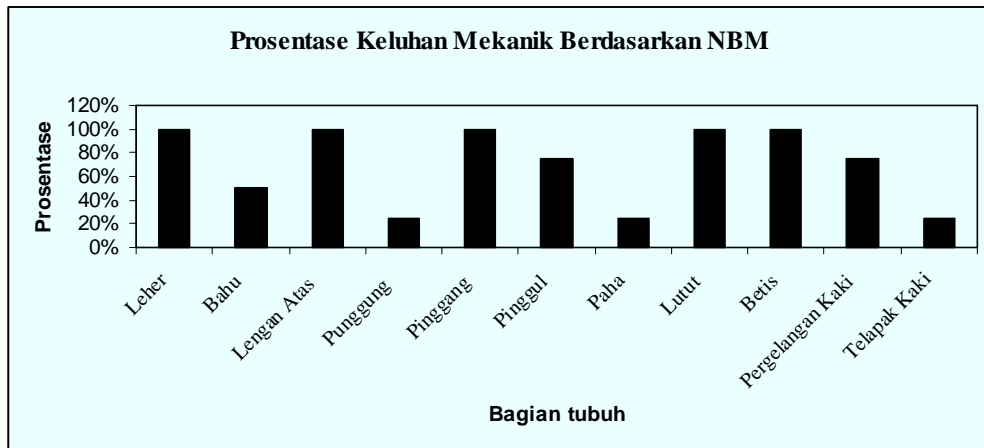
Tabel 4.1 Prosentase tingkat keluhan mekanik di setiap bagian tubuh

No	Bagian Tubuh	Responden				Jml	Prosentase (%)
		1	2	3	4		
0	Leher Bagian Atas	✓	✓	✓	✓	4	100%
1	Leher Bagian Bawah	✓	✓			2	50%
2	Bahu Kiri		✓		✓	2	50%

Tabel 4.1 Prosentase tingkat keluhan mekanik di setiap bagian tubuh (lanjutan)

No	Bagian Tubuh	Responden				Jml	Prosentase (%)
		1	2	3	4		
3	Bahu Kanan		✓		✓	2	50%
4	Lengan Atas Kiri	✓	✓	✓	✓	4	100%
5	Punggung		✓		✓	2	50%
6	Lengan Atas Kanan	✓	✓	✓	✓	4	100%
7	Pinggang	✓	✓	✓	✓	4	100%
8	Pinggul	✓	✓	✓		3	75%
9	Pantat					0	0%
10	Siku Kiri					0	0%
11	Siku Kanan					0	0%
12	Lengan Bawah Kiri					0	0%
13	Lengan Bawah Kanan					0	0%
14	Pergelangan Tangan Kiri					0	0%
15	Pergelangan Tangan Kanan					0	0%
16	Telapak Tangan Kiri					0	0%
17	Telapak Tangan Kanan					0	0%
18	Paha Kiri	✓				1	25%
19	Paha Kanan	✓				1	25%
20	Lutut Kiri	✓	✓	✓	✓	4	100%
21	Lutut Kanan	✓	✓	✓	✓	4	100%
22	Betis Kiri	✓	✓	✓	✓	4	100%
23	Betis Kanan	✓	✓	✓	✓	4	100%
24	Pergelangan Kaki Kiri		✓	✓	✓	3	75%
25	Pergelangan Kaki Kanan		✓	✓	✓	3	75%
26	Telapak Kaki Kiri		✓	✓		2	50%
27	Telapak Kaki Kanan		✓	✓		2	50%

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa empat mekanik mengalami keluhan yang berbeda-beda di setiap bagian tubuhnya. Tanda *checklist* (✓) menunjukkan bahwa bagian tubuh pekerja mengalami keluhan. Prosentase keluhan pada tiap bagian tubuh empat mekanik dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Prosentase keluhan mekanik berdasarkan NBM

Gambar 4.4 merupakan grafik yang memperlihatkan lima tingkat keluhan dominan yang dialami oleh keempat mekanik bengkel yaitu keluhan di bagian leher, lengan, lutut, betis, dan pinggang.

4.1.3 Identifikasi Keluhan, Harapan dan Kebutuhan Perancangan

Identifikasi dilakukan dengan wawancara, memberikan pertanyaan langsung kepada 4 mekanik di bengkel Loh Jinawi Motor untuk mendapatkan informasi secara langsung dari para mekanik mengenai kesulitan atau keluhan yang dialami pada waktu pengerjaan servis motor. Berikut merupakan pertanyaan yang digunakan untuk mengidentifikasi keluhan pada waktu pengerjaan servis motor, yaitu:

- Keluhan atau ketidaknyamanan apa yang anda alami ketika sedang melakukan aktivitas servis motor? Jika ada, apa saja keluhan yang anda alami?
- Kesulitan apa yang anda alami ketika sedang melakukan aktivitas servis motor?

Hasil wawancara terhadap mekanik mengenai keluhan ketidaknyamanan dan kesulitan pada aktivitas servis motor dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Keluhan mekanik pada aktivitas servis motor

No	Keluhan Mekanik Loh Jinawi Motor	Jumlah Jawaban
1	Kelelahan dan nyeri otot pada bagian tubuh tertentu terutama pada leher, punggung, pinggang, pinggul, lengan atas, lutut, betis, dan telapak kaki.	4 orang
2	Kesulitan dalam menjangkau bagian –bagian motor yang berada di bagian bawah dan kolong motor.	4 orang
3	Area kerja yang tidak rata dan tidak tertata.	2 orang

Selain itu wawancara juga dilakukan untuk mengetahui harapan mekanik yang selanjutnya dijadikan pertimbangan. Tabel 4.3 menunjukkan beberapa pernyataan harapan mekanik bengkel Loh Jinawi Motor.

Tabel 4.3 Harapan mekanik pada aktivitas servis motor

No	Harapan Mekanik Loh Jinawi Motor	Jumlah Jawaban
1	Mekanik tidak lagi melakukan pekerjaan servis motor dengan postur kerja yang mengakibatkan kelelahan dan nyeri otot pada bagian tubuh tertentu	4 orang
2	Mekanik tidak perlu menyesuaikan posisi tubuhnya dengan posisi motor dalam menjangkau bagian – bagian motor yang berada di bagian bawah dan kolong motor	4 orang
3	Mekanik akan merasa lebih nyaman dan terbantu pada pengerjaan servis motor dengan adanya area kerja yang rata dan tertata tanpa harus merubah tatanan area kerja bengkel.	2 orang

Sebagai langkah awal, maka keluhan dan harapan diatas kemudian dijabarkan lebih lanjut kedalam suatu kebutuhan desain alat bantu yang nantinya akan digunakan. Penjabaran mengenai keluhan, harapan, kebutuhan dan desain produk yang akan dibuat dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Penjabaran keluhan, harapan, kebutuhan dan desain alat

No	Keluhan	Harapan	Kebutuhan	Desain Alat
1	Kelelahan dan nyeri otot pada bagian tubuh tertentu terutama pada leher, punggung, pinggang, lengan atas, betis, dan telapak kaki.	Mekanik tidak lagi melakukan pekerjaan servis motor dengan postur kerja yang mengakibatkan kelelahan dan nyeri otot pada bagian tubuh tertentu	Alat yang bisa membantu pekerjaan servis motor sehingga dapat mengurangi kelelahan dan nyeri otot.	Desain alat bisa memenuhi kebutuhan mekanik dalam menyesuaikan kebutuhan postur kerjanya sesuai dengan jenis dan posisi pengerjaan.
2	Kesulitan dalam menjangkau bagian –bagian motor yang berada di bagian bawah dan kolong motor.	Mekanik tidak perlu menyesuaikan posisi tubuhnya dengan posisi motor dalam menjangkau bagian –bagian motor yang berada di bagian bawah dan kolong motor	Alat yang dapat memposisikan ketinggian motor sesuai dengan kebutuhan mekanik, sehingga mekanik tidak perlu menyesuaikan posisi tubuhnya dengan posisi motor.	Desain alat dibuat bisa menyesuaikan kebutuhan mekanik dalam memposisikan tinggi motor sesuai jenis dan posisi pengerjaan servis motor (<i>adjustable</i>).
3	Area kerja yang tidak rata dan tidak tertata.	Mekanik akan merasa lebih nyaman dan terbantu pada pengerjaan servis motor dengan adanya area kerja yang rata dan tertata tanpa harus merubah tatanan area kerja bengkel.	Pengerjaan tertentu membutuhkan area kerja yang rata untuk memberikan kestabilan pada motor. Area kerja yang tertata akan membantu dan mempermudah pekerjaan mekanik.	Alat dibuat dengan alas yang rata permukaannya. Dengan adanya alat yang berfungsi sebagai area kerja diletakan teratur maka area kerja juga akan teratur.

Berdasarkan pengamatan di bengkel Suzuki Indo Motor sebagai perbandingan, maka disimpulkan untuk mengatasi permasalahan yang dialami oleh mekanik bengkel Loh Jinawi Motor adalah penggunaan alat bantu servis motor berupa *motorcycle lift*. Selanjutnya dilakukan wawancara untuk mengetahui harapan dari pemilik dan empat mekanik bengkel Loh Jinawi Motor mengenai *motorcycle lift* seperti apa yang sesuai dengan kebutuhan di bengkel Loh Jinawi

Motor, dan dilakukan pula wawancara kepada enam mekanik di bengkel Suzuki Indo Motor sebagai subjek yang sudah menggunakan *motorcycle lift*, untuk mengetahui harapan terhadap rancangan *motorcycle lift* yang sudah ada sebagai bahan pertimbangan dan harapan perbaikan dalam perancangan ini. Tabel 4.5 dan tabel 4.6 menunjukkan pernyataan harapan mengenai fitur perancangan *motorcycle lift*.

Tabel 4.5 Pernyataan harapan fitur perancangan dari Loh Jinawi Motor

No.	Pernyataan Harapan	Subjek	
		Pemilik	Mekanik
1	Harga yang terjangkau.	✓	2 orang
2	Perawatan sederhana.	-	4 orang
3	Dapat dipindah-pindahkan.	✓	3 orang
4	Kualitas baik, kuat dan tahan lama	✓	3 orang

Tabel 4.6 Pernyataan harapan fitur perancangan dari Suzuki Indo Motor

No.	Pernyataan Harapan	Jumlah Jawaban
1	Alas <i>motorcycle lift</i> yang tidak licin.	4 orang
2	Menjamin kestabilan motor ketika di atas <i>motorcycle lift</i> .	5 orang
3	Perawatan sederhana.	4 orang
4	Kualitas baik, kuat dan tahan lama	5 orang
5	Harga yang terjangkau.	2 orang
6	Tidak terlalu makan tempat	3 orang

Hasil wawancara harapan tersebut, kemudian dijabarkan untuk dapat menentukan konsep dari perancangan produk yang akan dibuat. Tabel 4.6 menyatakan penjabaran fitur perancangan ke dalam desain alat bantu yang akan dibuat.

Tabel 4.7 Penjabaran harapan fitur perancangan.

No	Harapan Pekerja	Penjabaran Harapan	Desain Alat
1	Harga yang terjangkau.	Harga <i>motorcycle lift</i> diharapkan tidak terlalu mahal, disesuaikan dengan omset pemasukan bengkel	Desain difokuskan terutama pada pemilihan jenis dan profil material, serta sistem penggerak yang dapat menekan ongkos produksi.
2	Perawatan sederhana.	Intensitas pemakaian <i>Motorcycle lift</i> yang digunakan setiap hari membutuhkan perawatan berkala untuk tetap menjaga performa, tetapi juga tidak sampai mengganggu/mengurangi jam kerja mekanik	Desain alat menggunakan komponen yang sederhana untuk mengurangi perawatan berkala.
3	Dapat dipindah-pindahkan.	Latar belakang tempat yang tidak memungkinkan untuk meletakkan <i>motorcycle lift</i> permanen di area kerja yang terpisah dengan bangunan utama.	Alat dibuat dengan bobot yang ringan dan ditambahkan roda sehingga memungkinkan untuk dipindah-pindahkan.
4	Kualitas baik, kuat dan tahan lama (tidak mudah rusak)	<i>Motorcycle lift</i> harus mampu mengangkat beban maksimal yang berat dan pemakaian yang cukup sering, sehingga konstruksi yang dibutuhkan harus berkualitas, kuat dan tahan lama.	Pemilihan material, perhitungan teknik yang tepat diharapkan akan menjamin rancangan produk yang berkualitas, kuat dan tahan lama.
5	Alas <i>motorcycle lift</i> yang tidak licin	Agar motor tidak tergelincir dikarenakan ban depan atau belakang selip akibat permukaan alas yang licin.	Bagian alas yang besinggungan langsung dengan ban dibuat dengan menggunakan bahan yang permukaannya tidak licin/memiliki profil.

Tabel 4.7 Penjabaran harapan fitur perancangan (lanjutan)

No	Harapan Pekerja	Penjabaran Harapan	Desain Alat
6	Dapat memberikan jaminan kestabilan jika motor berada di atas <i>motorcycle lift</i> .	Pada pengerjaan tertentu membutuhkan tingkat kestabilan ketika motor berada diatas untuk mengurangi resiko motor tejatuh dengan begitu juga dapat menjamin keamanan mekanik.	Desain akan dilengkapi dengan bagian yang dapat menjamin kestabilan dengan cara menjepit bagian motor tertentu.
7	Tidak terlalu makan tempat	Dengan area kerja yang terbatas, diharapkan peletakan dari <i>motorcycle lift</i> bisa memaksimalkan area kerja yang ada dan tidak mengganggu mekanik dalam pekerjaannya.	Dimensi utama <i>Motorcycle lift</i> dan sistem gerak yang berhubungan dengan luas tempat dibuat sebisa mungkin tidak terlalu membutuhkan banyak tempat.

4.1.4 Penentuan dan Pengumpulan Data Dimensi Anthropolometri

Berdasarkan pengamatan postur kerja mekanik Suzuki Indo Motor yang telah menggunakan *motorcycle lift*, penentuan data anthropometri yang akan dipakai adalah tinggi siku berdiri sebagai acuan tinggi alas *motorcycle lift* pada posisi maksimal dari perancangan *motorcycle lift*. Pengumpulan data anthropometri dilakukan pada empat mekanik bengkel Loh Jinawi Motor. Data selengkapnya terdapat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Tinggi siku berdiri mekanik

No	Mekanik	tsb (cm)
1	Waluyo	98,5
2	Leman	98
3	Agus	96,5
4	Basuki	95

Pengukuran dimensi anthropometri ini dimaksudkan agar rancangan yang dihasilkan dapat digunakan dengan baik dan disesuaikan atau paling tidak mendekati karakteristik dan kebutuhan penggunaannya.

4.1.5 Penentuan Jangkauan Tinggi Maksimal

Spesifikasi utama dalam perancangan ini adalah tinggi maksimal yang dapat dicapai oleh *motorcycle lift* untuk mendukung pengerjaan servis motor. Tinggi maksimal tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan mekanik untuk memposisikan motor yang akan diservis. Tinggi maksimal *motorcycle lift* didapatkan dari nilai tinggi siku berdiri mekanik paling tinggi dikurangi jarak terendah bagian motor ke tanah (dikarenakan bagian motor terbawah yang paling sering menjadi bagian dari pengerjaan servis adalah blok mesin).

Tinggi maksimal = tinggi siku berdiri maksimal - jarak terendah ke tanah

$$= 98,5 \text{ cm} - 13 \text{ cm}$$

$$= 85,5 \text{ cm}$$

$$= 855 \text{ mm}$$

4.2 PENYUSUNAN KONSEP PERANCANGAN

Desain konsep diperlukan dalam sebuah perancangan. Desain konsep meliputi bentuk dasar, dimensi utama yang fungsional, dan mekanisme kerja. Konsep perancangan ini memberikan gambaran awal mengenai alat yang akan dibuat dan bagaimana mekanisme kerja dengan mempertimbangkan kesesuaian operator atau mekanik yang akan menggunakannya.

4.2.1 Desain Konsep

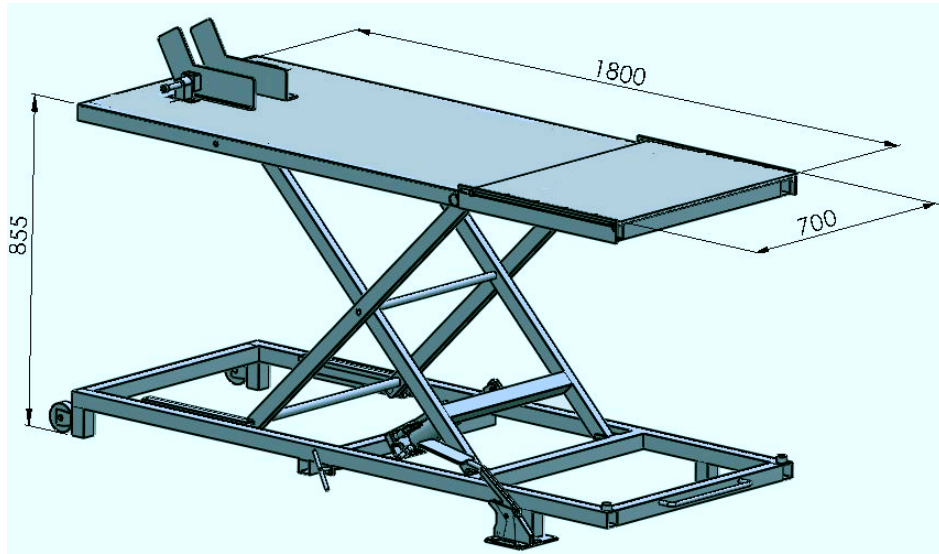
Desain konsep dari rancangan *motorcycle lift* ini adalah gambaran secara garis besar mengenai *motorcycle lift* yang akan dibuat, mempermudah dalam perhitungan teknik seperti penentuan dimensi minimum dari komponen, peletakan komponen yang mempengaruhi kesetimbangan, dan memberikan bentuk awal dari *motorcycle lift* itu sendiri. Untuk selanjutnya penjabaran desain konsep lebih jelas lagi disajikan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Penjabaran fitur desain konsep *motorcycle lift*

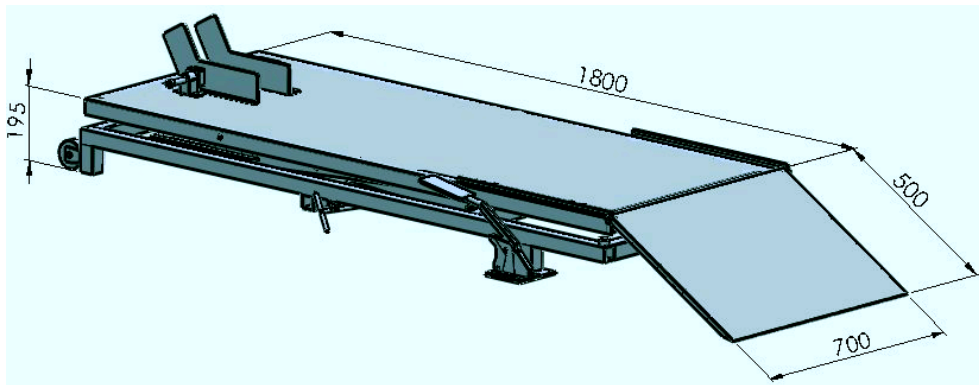
No	Fitur	Penjabaran
1	Panjang : 1800 mm	Dimensi panjang <i>motorcycle lift</i> berdasarkan pendekatan jarak sumbu roda motor paling panjang, yaitu 1330 mm. Diambil dimensi panjang 1800 mm dengan pertimbangan keamanan motor, supaya sebagian besar badan motor berada didalam area kerja <i>motorcycle lift</i> .
2	Lebar : 700 mm	Dimensi panjang <i>motorcycle lift</i> berdasarkan pendekatan bagian motor yang paling lebar, yaitu 670 mm. Diambil dimensi lebar 700 mm dengan pertimbangan keamanan motor, supaya sebagian besar badan motor berada didalam area kerja <i>motorcycle lift</i> .
3	Jangkauan tinggi maksimal : 855 mm	Jangkauan tinggi maksimal digunakan untuk memenuhi kebutuhan mekanik untuk memposisikan motor yang akan diservis, ketika melakukan proses pengerjaan yang menyangkut bagian bawah motor disesuaikan dengan pendekatan antropometri tinggi siku berdiri mekanik yang paling tinggi.
4	Sistem gerak : X-bar (<i>scissors</i>)	Penggunaan sistem penggerak X-bar atau <i>scissors</i> ini bertujuan agar ketika <i>motorcycle lift</i> bergerak keatas akan dapat bergerak langsung keatas secara vertikal, sehingga akan menghemat pemakaian tempat. Jika menggunakan <i>twin bar</i> maka akan membutuhkan manuver gerak diagonal, sehingga membutuhkan lebih banyak tempat. Sedangkan jika menggunakan <i>single one post</i> akan membutuhkan biaya yang lebih tinggi.
5	Penggerak : dongkrak hidrolik	Sistem hidrolik dapat menjawab kebutuhan akan sistem kerja yang <i>adjustable</i> , karena mampu mempertahankan posisi dalam keadaan mengunci sendiri. Dengan gaya <i>input</i> kecil dapat menghasilkan gaya <i>output</i> besar.
6	Pencekam ban depan	Ketika motor berada diatas untuk menjamin kestabilan motor dan mengurangi resiko motor tejatuh, maka dibutuhkan fitur yang dapat menjamin kestabilan dengan cara menjepit bagian motor tertentu.

Tabel 4.9 Penjabaran fitur desain konsep *motorcycle lift* (lanjutan)

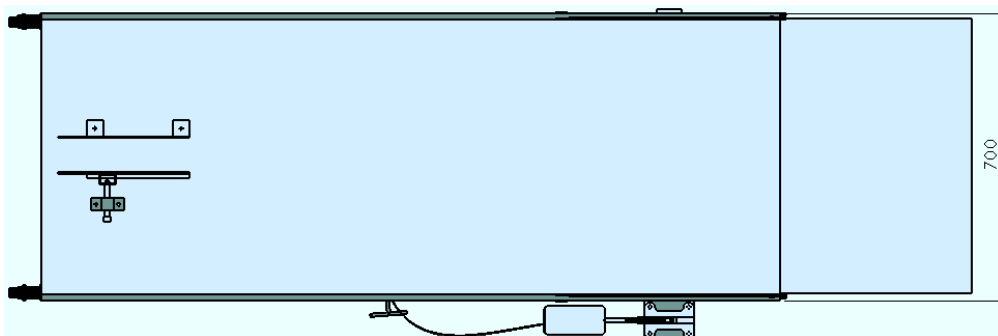
No	Fitur	Penjabaran
7	Plat alas (<i>board dies</i> berprofil)	Bagian alas yang besinggungan langsung dengan ban dibuat dengan menggunakan bahan yang permukaannya tidak licin/memiliki profil untuk menghindari agar motor tidak tergelincir dikarenakan ban depan atau belakang selip akibat permukaan alas yang licin.
8	Plat penghubung	Plat penghubung berupa bidang miring diperlukan sebagai media untuk mempermudah ketika motor dinaikan keatas <i>motorcycle lift</i> .
9	Material rangka berprofil <i>tube</i>	Material dengan profil <i>tube</i> jika dibandingkan dengan profil pejal memiliki keunggulan berat yang jauh lebih ringan, tetapi dari segi nilai kekuatan hanya sedikit dibawah profil pejal, sehingga akan menghasilkan bobot <i>motorcycle lift</i> yang lebih ringan. Karena menggunakan material standar dan banyak dijual dipasaran maka harganya lebih murah jika dibandingkan harus membuat sendiri.
10	Roda dan <i>handle</i>	Supaya mempermudah mekanik ketika memindahkan <i>motorcycle lift</i> dari atau ke tempat penyimpanan maka dibutuhkan komponen pendukung berupa roda. Mekanik hanya perlu menarik atau mendorong seorang diri saja, tidak perlu mengangkat dengan bantuan orang lain.
11	Tuas untuk menaikkan posisi <i>motorcycle lift</i>	Sehubungan dengan pemakaian dongkrak hidrolik sebagai sistem penggerak yang masih manual, maka dibutuhkan sistem kerja untuk menggerakkan silinder pendorong dongkrak untuk menaikkan posisi <i>motorcycle lift</i> . Mempertimbangan tenaga dari kaki lebih besar daripada tangan, maka tuas diletakan dibawah dan bekerja seperti halnya pompa kaki. Kawat seling akan menghubungkan tuas penggerak dengan tuas yang ada pada dongkrak hidrolik.
12	Tuas untuk menurunkan posisi <i>motorcycle lift</i>	Untuk menurunkan posisi posisi <i>motorcycle lift</i> maka dibutuhkan tuas yang jika diputar berlawanan arah jarum jam akan berfungsi untuk mengurangi tekanan fluida yang ada dalam dongkrak. Dengan mempertimbangan keamanan mekanik maka dibutuhkan tuas sebagai media perpanjangan tangan, jadi tangan mekanik tidak perlu menjangkau masuk kebawah <i>motorcycle lift</i> .



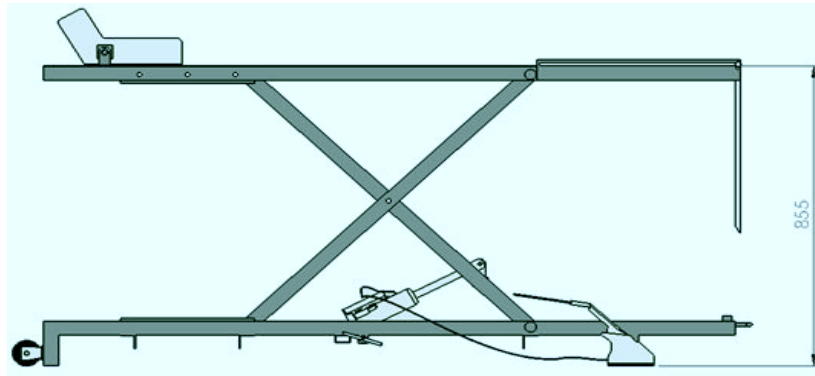
Gambar 4.5 Gambar 3D rancangan *motorcycle lift*



Gambar 4.6 Gambar 3D rancangan *motorcycle lift* tampak samping posisi terendah



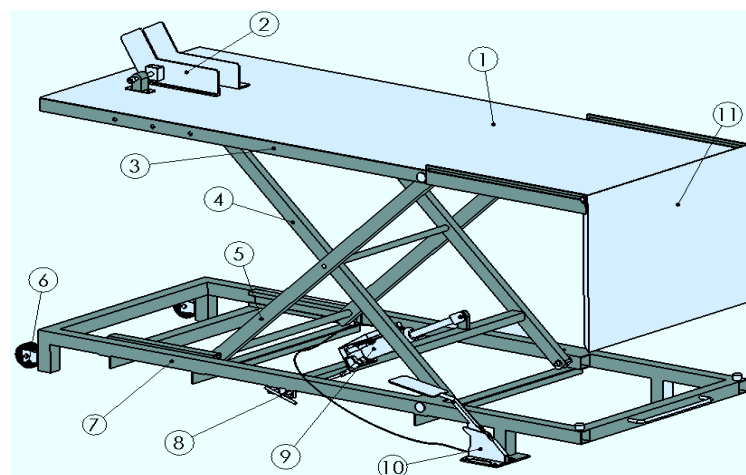
Gambar 4.7 Gambar 2D rancangan *motorcycle lift* tampak atas



Gambar 4.8 Gambar 2D rancangan *motorcycle lift* tampak samping posisi tertinggi

4.2.2 Pemetaan Komponen Utama Rancangan *Motorcycle Lift*

Langkah selanjutnya setelah menentukan desain konsep adalah penentuan komponen-komponen utama sebagai penyusun rancangan *motorcycle lift*.



Gambar 4.9 Pemetaan komponen utama rancangan *motorcycle lift*

Rancangan *motorcycle lift* terdiri dari sebelas komponen utama, yaitu :

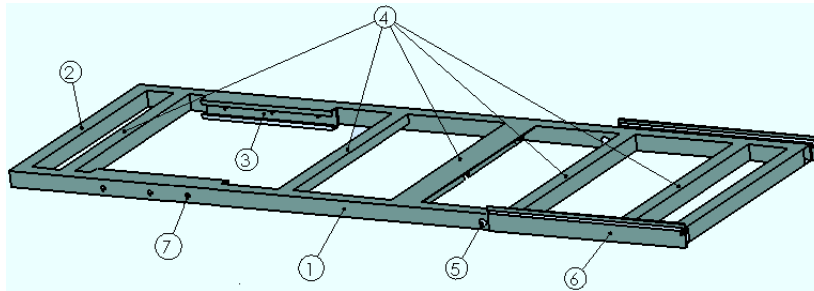
1. Plat alas.
2. Pencekam roda depan.
3. Rangka atas.
4. Rangka tengah dalam.
5. Rangka tengah luar.
6. Roda.
7. Rangka bawah.
8. Tuas penggerak turun.
9. Sistem penggerak (dongkrak hidrolis).

10. Tuas penggerak naik.

11. Plat penghubung.

Kesebelas komponen utama yang telah disebutkan diatas akan ditampilkan lebih detail lagi beserta komponen pendukungnya dengan membagi menjadi empat bagian, yaitu :

a. Rangka atas,

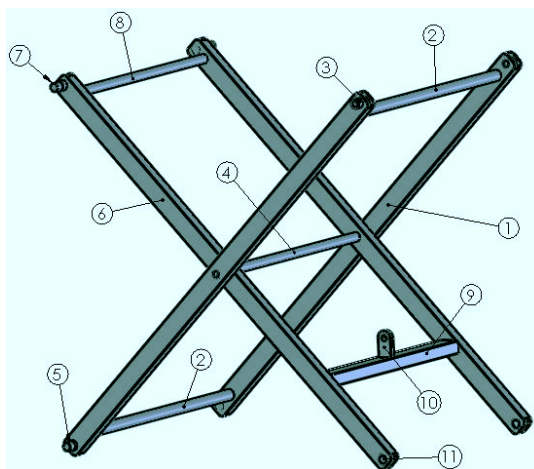


Gambar 4.10 Gambar 3D komponen rangka atas

Keterangan :

1. Rangka utama (panjang).
2. Rangka utama (lebar).
3. Rel lintasan bearing.
4. Rangka penguat.
5. *Bush* engsel atas.
6. Rel lintasan plat penghubung.
7. *Bush* poros pengaman

b. Rangka Tengah,

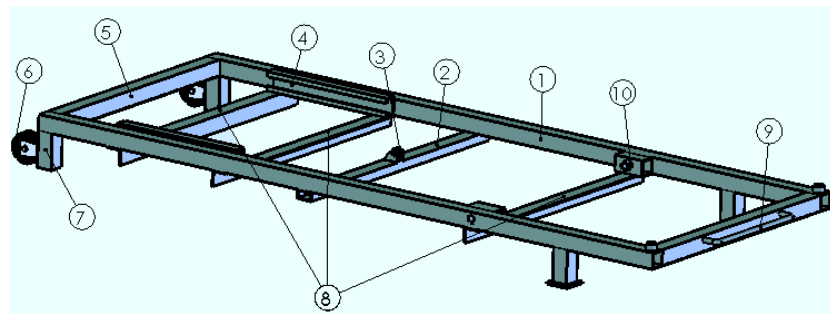


Gambar 4.11 Gambar 3D komponen rangka tengah

Keterangan :

1. Rangka tengah luar.
2. Rangka penguat luar.
3. *Bush* engsel atas.
4. *Bush* engsel rangka tengah.
5. Poros bearing bawah.
6. Rangka tengah dalam.
7. Poros bearing atas.
8. Rangka penguat dalam.
9. Batang penumpu hidrolik (atas).
10. *Flens* penumpu hidrolik.
11. *Bush* engsel bawah.

c. Rangka bawah,

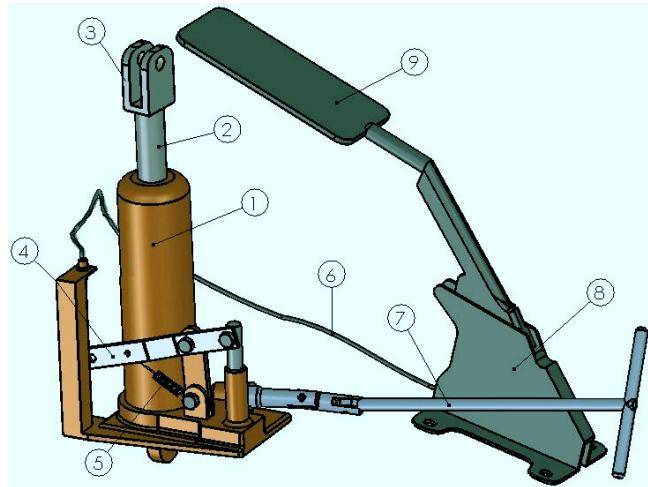


Gambar 4.12 Gambar 3D komponen rangka bawah

Keterangan :

1. Rangka utama (panjang).
2. Batang penumpu hidrolik (bawah).
3. Profil U penumpu hidrolik.
4. Rel lintasan bearing.
5. Rangka utama (lebar).
6. Roda.
7. Kaki.
8. Rangka penguat.
9. *Handle* pengangkat.
10. *Bush* engsel bawah.

d. Sistem Penggerak,



Gambar 4.13 Gambar 3D komponen sistem penggerak

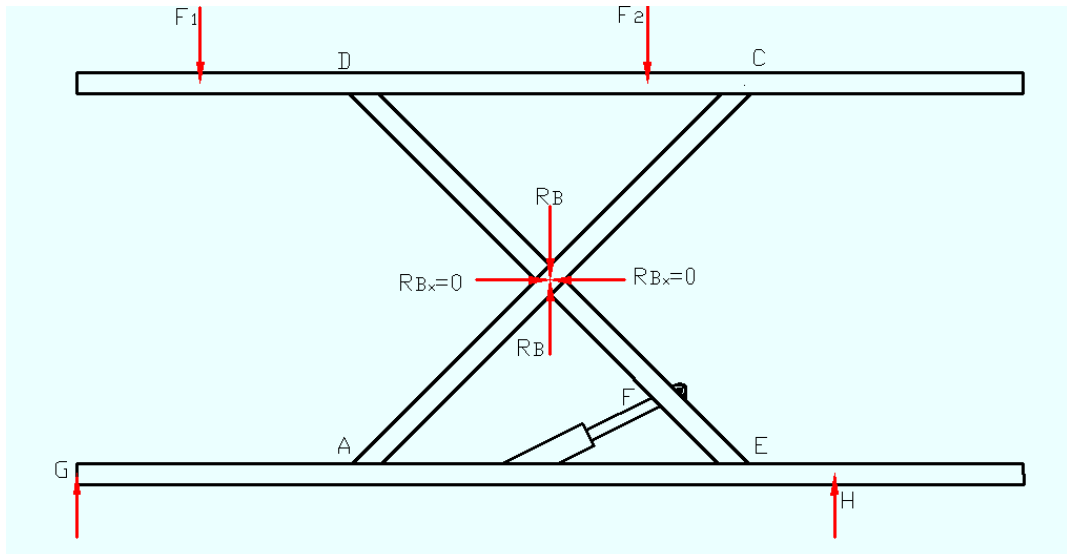
Keterangan :

1. Dongkrak hidrolik.
2. Silinder pendorong.
3. Profil U hidrolik (atas).
4. Tuas pemompa.
5. *Spring*.
6. Seling.
7. Tuas penurun.
8. *Housing* pedal pemompa.
9. Pedal pemompa

4.3 PERHITUNGAN TEKNIK DAN PENENTUAN KOMPONEN

Sesuai asumsi awal, beban dari pencekam ban depan, plat alas dan plat penghubung yang merupakan beban merata dan nilainya dianggap kecil sehingga tidak mempengaruhi kesetimbangan tidak masuk dalam perhitungan mekanik. Untuk mempermudah perhitungan maka diambil sampel motor Honda Tiger Revo (2009) sebagai beban yang diangkat oleh *motorcycle lift* dengan spesifikasi yang dibutuhkan dalam perhitungan teknik sebagai berikut :

1. Berat motor total = 150 Kg
2. Jarak sumbu roda depan ke standart tengah = 850 mm



Gambar 4.14 Diagram benda bebas rancangan

Beban yang harus ditahan rangka :

- a. Beban maksimum yang diangkat
Berat beban = 150 Kg.
- b. Berat bagian depan motor
= 15 Kg
- c. Berat yang ditumpu standart tengah
= 150 Kg – 15 Kg
= 135 Kg

Beban ditahan oleh empat rangka (menggunakan rangka X bar). Kedua beban tersebut merupakan beban terpusat.

Beban bagian depan motor = F_{depan}

$$\begin{aligned}
 F_{depan} &= \text{berat bagian depan motor} \times \text{gravitasi} \\
 &= 15 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 147 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Karena beban ditopang oleh dua rangka maka :

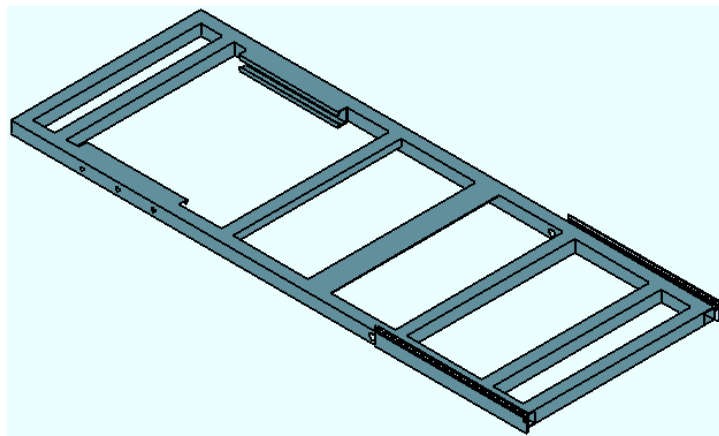
$$\begin{aligned}
 F_1 &= \frac{F_{depan}}{2} \\
 &= \frac{147}{2} \\
 &= 73,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{\text{standart}} &= \text{berat yang ditumpu standart tengah} \times \text{gravitasi} \\
 &= 135 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 1323 \text{ N}
 \end{aligned}$$

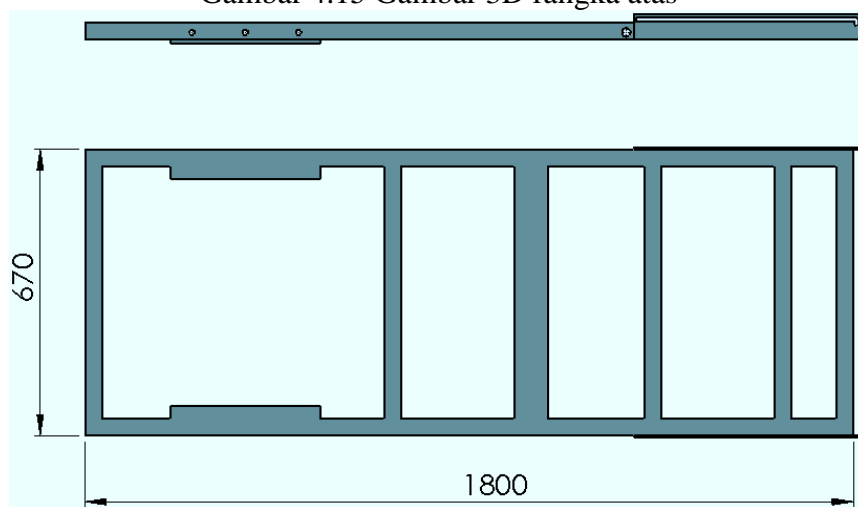
Karena beban ditopang oleh dua rangka maka :

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \frac{F_{s \text{ standart}}}{2} \\
 &= \frac{1323}{2} \\
 &= 661,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

A. Rangka Atas



Gambar 4.15 Gambar 3D rangka atas



Gambar 4.16 Gambar 2D rangka atas

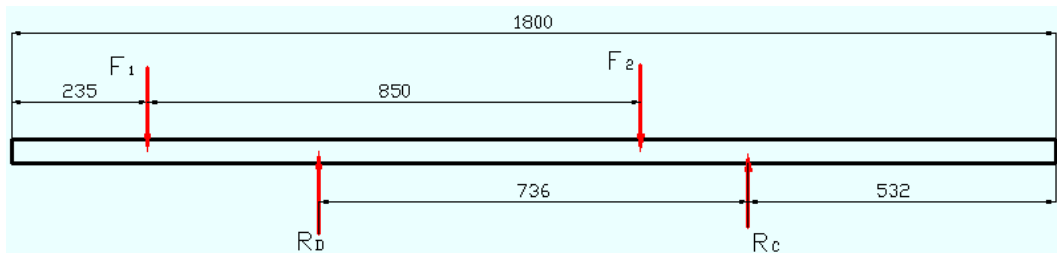
Untuk selanjutnya yang akan dilibatkan pada perhitungan teknik hanya rangka atas utama, bagian lain pada rangka atas tidak masuk dalam perhitungan teknik.

1. Perhitungan Teknik

Diketahui :

$$F_1 = 73,5 \text{ N}$$

$$F_2 = 661,5 \text{ N}$$



Gambar 4.17 Diagram benda bebas rangka atas

Jawab :

$$\sum M_c = 0$$

$$F_2 \cdot 183 - R_D \cdot 736 + F_1 \cdot 1033 = 0$$

$$R_D = \frac{661,5 \cdot 183 + 73,5 \cdot 1033}{736}$$

$$= \frac{121054,5 + 75925,5}{736}$$

$$= 267,636 \text{ N}$$

Syarat setimbang \rightarrow $R_D + R_C = F_1 + F_2$

$$R_C = (F_1 + F_2) - R_D$$

$$= (73,5 + 661,5) - 267,636$$

$$= 467,364 \text{ N}$$

$$M_{F1} = R_D \cdot 297 - F_2 \cdot 850 + R_C \cdot 1033$$

$$= 267,636 \cdot 297 - 661,5 \cdot 850 + 467,364 \cdot 1033$$

$$= 75884,391 - 562275 + 482787,012$$

$$= -0,096 \text{ Nmm} \approx 0 \text{ Nmm}$$

$$M_D = F_1 \cdot 297$$

$$= 73,5 \cdot 297$$

$$= 21829,5 \text{ Nmm}$$

$$M_{F_2} = R_C \cdot 183$$

$$= 467,364 \cdot 183$$

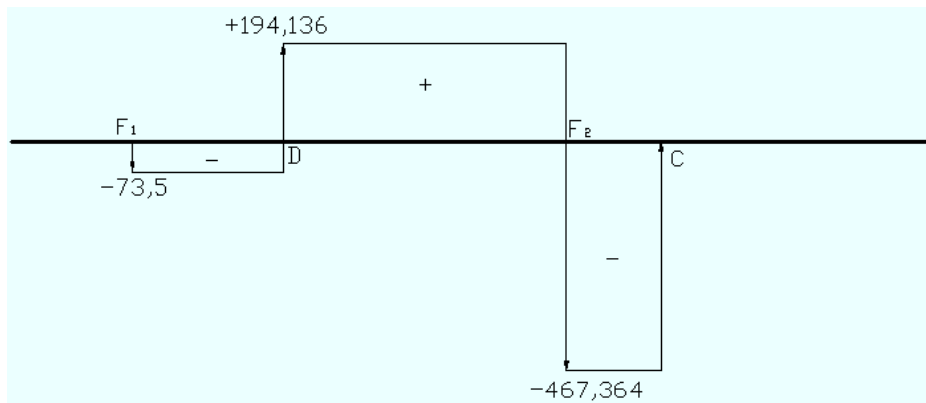
$$= 85527,612 \text{ Nmm}$$

$$M_C = F_2 \cdot 183 - R_D \cdot 736 + F_1 \cdot 1033$$

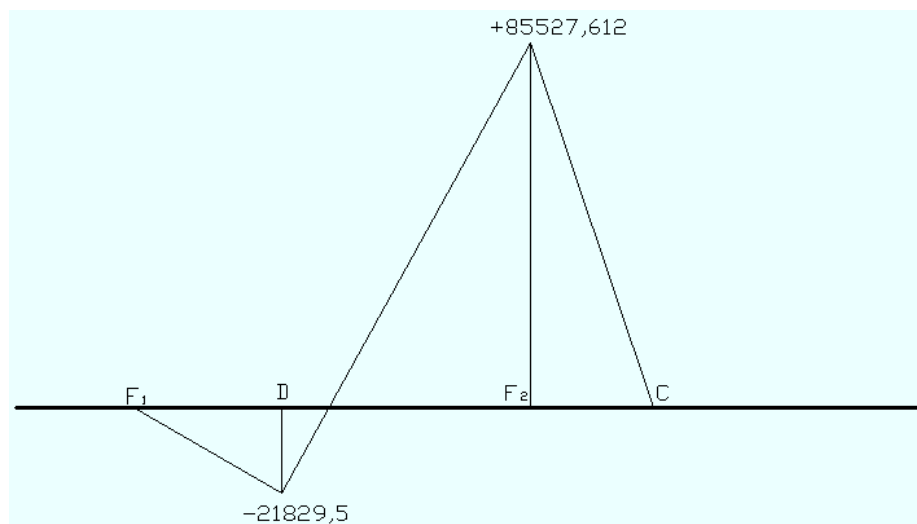
$$= 661,5 \cdot 183 - 267,636 \cdot 736 + 73,5 \cdot 1033$$

$$= 121054,5 - 196980,096 + 75925,5$$

$$= -0,096 \text{ Nmm} \approx 0 \text{ Nmm}$$



Gambar 4.18 Diagram momen lentur rangka atas



Gambar 4.19 Diagram gaya geser rangka atas

2. Pemilihan Profil dan Dimensi Rangka Atas

Material yang dipakai pada profil konstruksi baja adalah A 36 dengan $\sigma_{ijin} = 165 \text{ N/mm}^2$ dan $\tau_{ijin} = 100 \text{ N/mm}^2$. Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 1,5$.

Momen maksimal (M_{max}) pada rangka atas (pada titik F_2) sebesar $85527,612 \text{ Nmm}$ dan gaya vertikal (V) maksimal yang diterima sebesar $661,5 \text{ N}$.

Dari lampiran profil konstruksi baja, profil baja yang akan dipilih adalah tipe *tube square*. Tipe *tube square* jika dibandingkan dengan profil pejal memiliki keunggulan berat yang jauh lebih ringan, tetapi dari segi nilai kekuatan hanya sedikit dibawah profil pejal. Pemilihan profil *tube square* pada tabel dimulai dengan dimensi paling kecil yaitu $1,5 \times 1,5 \times 0,1875 \text{ in}$. Untuk mempermudah perhitungan maka satuan inchi (in.) dikonversi menjadi milimeter (mm).

a. Tegangan lentur di batang

$$\begin{aligned}\sigma_{beban} &= \frac{M_{max}}{I} \times c \\ &= \frac{85527,612}{100696,2} \times 20 \\ &= 16,987 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

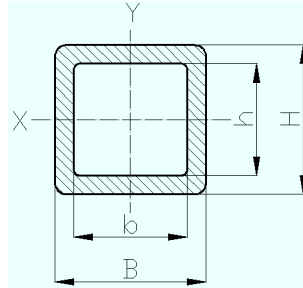
Karena $\sigma_{beban} < \sigma_{ijin}$ maka desain aman

b. Tegangan tekan di batang

$$\begin{aligned}\tau_{beban} &= \frac{V_{max}}{A} \\ &= \frac{661,5}{576,63} \\ &= 1,147 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Karena $\tau_{beban} < \tau_{ijin}$ maka desain aman.

Untuk mempermudah pencarian material maka profil tersebut dicocokkan dengan yang banyak beredar di pasaran. Maka dipilih profil yang dimensinya paling mendekati dari dimensi baja profil yang ada di tabel. Didapat baja profil *tube square* dengan dimensi $40 \times 40 \times 2,3 \text{ mm}$.



Gambar 4.20 Penampang melintang profil rangka atas
 Sumber : Tabel Profil Konstruksi Baja, 1998

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{BH^3 - bh^3}{12} \\
 &= \frac{40.40^3 - 35,4.35,4^3}{12} \\
 &= 82465,835 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

a. Tegangan lentur di batang

$$\begin{aligned}
 \sigma_{beban} &= \frac{M_{\max}}{I} \times c \\
 &= \frac{85527,612}{82465,835} \times 20 \\
 &= 20,743 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

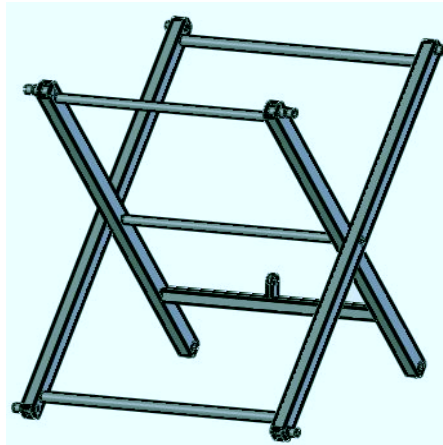
Karena $\sigma_{beban} < \sigma_{ijin}$ maka desain aman.

b. Tegangan tekan di batang

$$\begin{aligned}
 \tau_{beban} &= \frac{V_{\max}}{A} \\
 &= \frac{661,5}{346,840} \\
 &= 1,907 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Karena $\tau_{beban} < \tau_{ijin}$ maka desain aman.

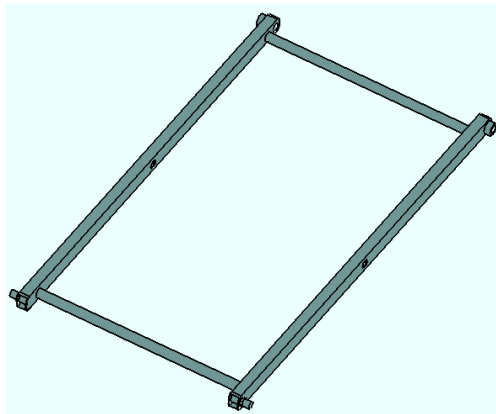
B. Rangka Tengah



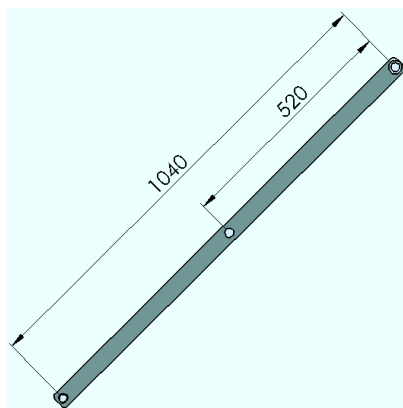
Gambar 4.21 Gambar 3D rangka tengah

1. Perhitungan Teknik

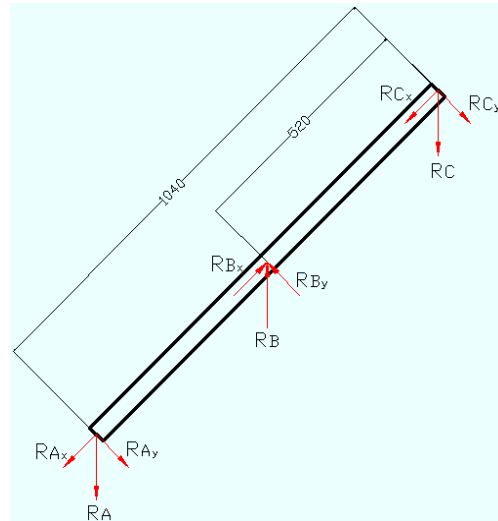
a. Rangka Tengah Luar



Gambar 4.22 Gambar 3D rangka tengah luar



Gambar 4.23 Gambar 2D rangka tengah luar



Gambar 4.24 Diagram benda bebas rangka tengah luar 45^0

Diketahui :

$$R_C = 467,364 \text{ N}$$

Jawab :

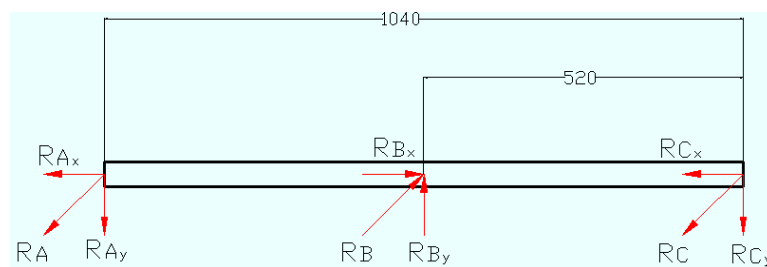
$$\sum M_B = 0$$

$$R_C = R_A = 467,364 \text{ N}$$

$$R_B = R_C + R_A$$

$$= 467,364 \text{ N} + 467,364 \text{ N}$$

$$= 934,728 \text{ N}$$



Gambar 4.25 Diagram benda bebas rangka tengah luar 90^0

$$R_{Cy} = R_C \cdot \cos 45$$

$$= 467,364 \cdot \cos 45$$

$$= 330,476 \text{ N}$$

$$R_{By} = R_B \cdot \cos 45$$

$$= 934,728 \cdot \cos 45$$

$$= 660,953 \text{ N}$$

$$R_{Cx} = R_C \cdot \sin 45$$

$$= 467,364 \cdot \sin 45$$

$$= 330,476 \text{ N}$$

$$R_{Bx} = R_B \cdot \sin 45$$

$$= 934,728 \cdot \sin 45$$

$$= 660,953 \text{ N}$$

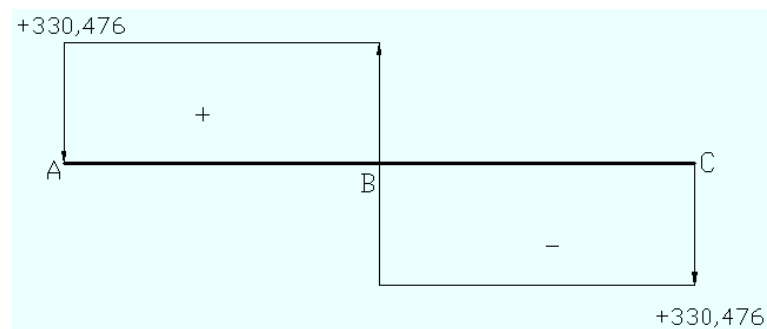
$$\begin{aligned}
 R_{Ay} &= R_A \cdot \cos 45 \\
 &= 467,364 \cdot \cos 45 \\
 &= 330,476 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{Ax} &= R_C \cdot \sin 45 \\
 &= 467,364 \cdot \sin 45 \\
 &= 330,476 \text{ N}
 \end{aligned}$$

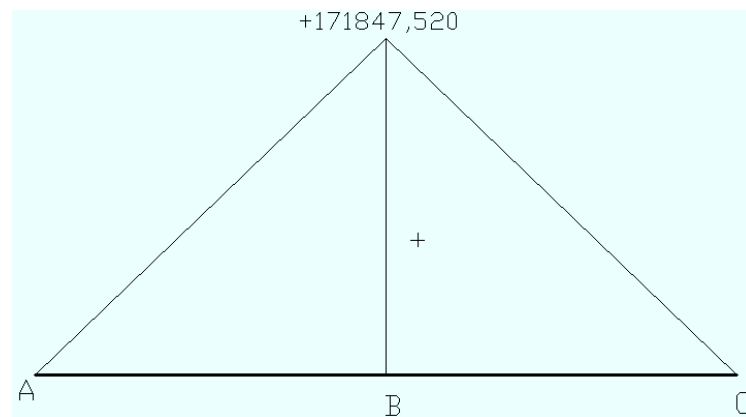
$$\begin{aligned}
 M_A &= -R_{By} \cdot 520 + R_{Cy} \cdot 1040 \\
 &= -660,953 \cdot 520 + 330,476 \cdot 1040 \\
 &= -343695,560 + 343695,560 \\
 &= 0 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_B &= R_{Cy} \cdot 520 \\
 &= 330,476 \cdot 520 \\
 &= 171847,520 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_C &= R_{By} \cdot 520 - R_{Ay} \cdot 1040 \\
 &= 660,953 \cdot 520 - 330,476 \cdot 1040 \\
 &= 343695,560 - 343695,560 \\
 &= 0 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

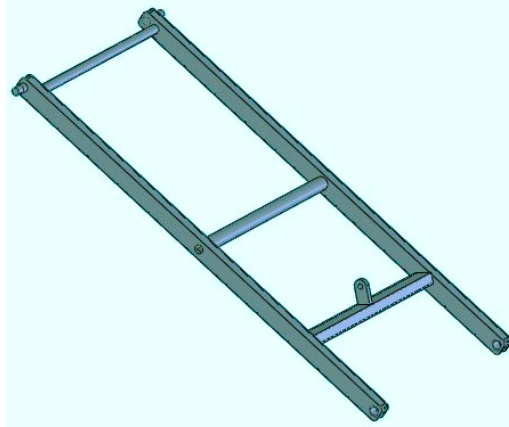


Gambar 4.26 Diagram momen lentur rangka tengah luar 90⁰

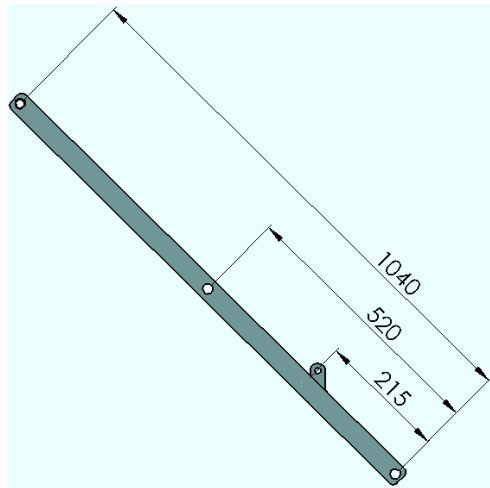


Gambar 4.27 Diagram Gaya Geser Rangka tengah Luar 90⁰

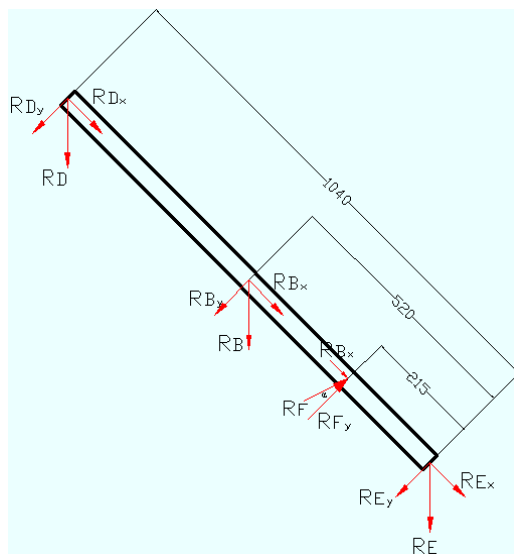
b. Rangka Tengah Dalam



Gambar 4.28 Gambar 3D rangka tengah dalam



Gambar 4.29 Gambar 2D rangka tengah dalam



Gambar 4.30 Diagram benda bebas rangka tengah dalam 45^0

Diketahui :

$$R_D = 267,636\text{N}$$

$$R_B = 934,728\text{N}$$

$$R_{By} = 660,953\text{N}$$

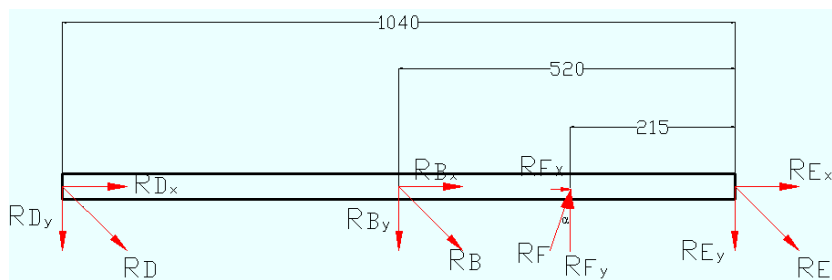
$$\alpha = 19^\circ$$

Jawab :

$$R_{Dy} = R_D \cdot \cos 45$$

$$= 267,636 \cdot \cos 45$$

$$= 189,247 \text{ N}$$



Gambar 4.31 Diagram benda bebas rangka tengah dalam 90°

$$\sum M_E = 0$$

$$R_{Dy} \cdot 1040 + R_{By} \cdot 520 - R_{Fy} \cdot 215 = 0$$

$$189,247 \cdot 1040 + 660,953 \cdot 520 - R_F \cdot 215 = 0$$

$$R_{Fy} = \frac{196816,880 + 343695,560}{215}$$

$$= 2514,011 \text{ N}$$

$$R_F = \frac{R_{Fy}}{\cos 19}$$

$$= \frac{2514,011}{\cos 19}$$

$$= 2658,870 \text{ N}$$

Syarat setimbang \rightarrow $R_{Dy} + R_{By} + R_{Ey} = R_{Fy}$

$$R_{Ey} = R_{Fy} - (R_{Dy} + R_{By})$$

$$R_{Ey} = 2514,011 - (189,247 + 660,953)$$

$$= 1663,811 \text{ N}$$

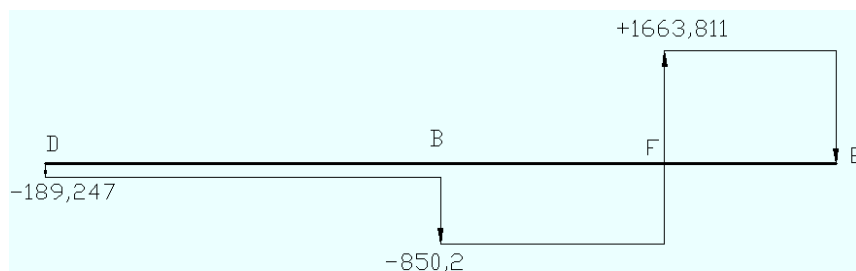
$$\begin{aligned}
 R_E &= \frac{R_{Ey}}{\cos 45^\circ} \\
 &= \frac{1663,811}{\cos 45^\circ} \\
 &= 2352,984 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_D &= -R_{By} \cdot 520 + R_{Fy} \cdot 825 - R_{Ey} \cdot 1040 \\
 &= -660,953 \cdot 520 + 2514,011 \cdot 825 - 1663,811 \cdot 1040 \\
 &= -343695,56 + 2074059,075 - 1730363,44 \\
 &= -0,075 \text{ Nmm} \approx 0 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

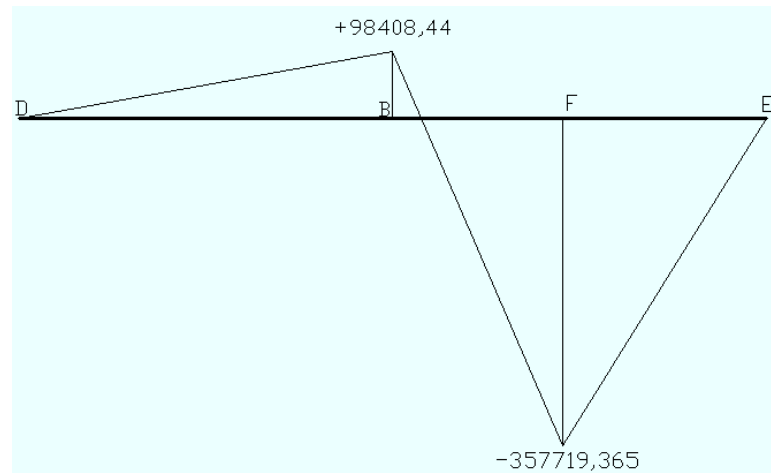
$$\begin{aligned}
 M_B &= R_{Dy} \cdot 520 \\
 &= 189,247 \cdot 520 \\
 &= 98408,44 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_F &= -R_{Ey} \cdot 215 \\
 &= -1663,811 \cdot 215 \\
 &= -357719,365 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_E &= R_{Dy} \cdot 1040 + R_{By} \cdot 520 - R_{Fy} \cdot 215 \\
 &= 189,247 \cdot 1040 + 660,953 \cdot 520 - 2514,011 \cdot 215 \\
 &= 0,075 \text{ Nmm} \approx 0 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.32 Diagram momen lentur rangka tengah luar 90⁰



Gambar 4.33 Diagram gaya geser rangka tengah luar 90⁰

2. Pemilihan Profil Rangka Tengah

Material yang dipakai pada profil konstruksi baja adalah A 36 dengan $\sigma_{ijin} = 165 \text{ N/mm}^2$ dan $\tau_{ijin} = 100 \text{ N/mm}^2$. Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 1,5$.

Karena profil dan dimensi dari rangka tengah dalam dan luar sama maka hanya diambil nilai momen tertinggi, dan gaya vertikal dari kedua rangka tengah tersebut. Momen maksimal (M_{max}) pada rangka tengah (pada titik F) sebesar 357719,365 Nmm dan gaya vertikal (V) sebesar 2514,011 N

Dari lampiran profil konstruksi baja, profil baja yang akan dipilih adalah tipe *tube rectangular*. Tipe *tube rectangular* jika dibandingkan dengan profil pejal memiliki keunggulan berat yang jauh lebih ringan, tetapi dari segi nilai kekuatan hanya sedikit dibawah profil pejal. Pemilihan profil *tube rectangular* pada tabel dimulai dengan dimensi paling kecil yaitu 2,5 x 1,5 x 0,1875 in. Untuk mempermudah perhitungan maka satuan inchi (in.) dikonversi menjadi milimeter (mm).

a. Tegangan lentur di batang

$$\begin{aligned}\sigma_{beban} &= \frac{M_{max}}{I} \times c \\ &= \frac{357719,365}{382812} \times 31,75 \\ &= 29,669 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

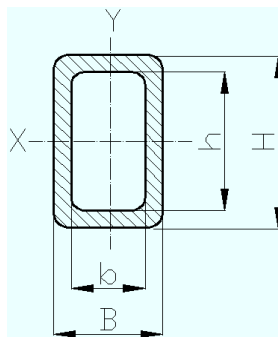
Karena $\sigma_{beban} < \sigma_{ijin}$ maka desain aman.

b. Tegangan Tekan di batang

$$\begin{aligned}\tau_{beban} &= \frac{V_{\max}}{A} \\ &= \frac{2514,011}{819,15} \\ &= 3,069 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Karena $\tau_{beban} < \tau_{ijin}$ maka desain aman.

Untuk mempermudah pencarian material maka profil tersebut dicocokkan dengan yang banyak beredar di pasaran. Maka dipilih profil yang dimensinya paling mendekati dari dimensi baja profil yang ada di tabel. Didapat baja profil *tube rectangular* dengan dimensi 40 x 25 x 2,3 mm.



Gambar 4.34 Penampang melintang profil rangka tengah
Sumber : Tabel Profil Konstruksi Baja, 1998

$$\begin{aligned}I &= \frac{BH^3 - bh^3}{12} \\ &= \frac{25.40^3 - 20,4.35,4^3}{12} \\ &= 57918,165 \text{ mm}^4\end{aligned}$$

a. Tegangan lentur di batang

$$\begin{aligned}\sigma_{beban} &= \frac{M_{\max}}{I} \times c \\ &= \frac{357719,365}{57918,165} \times 20 \\ &= 123,526 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

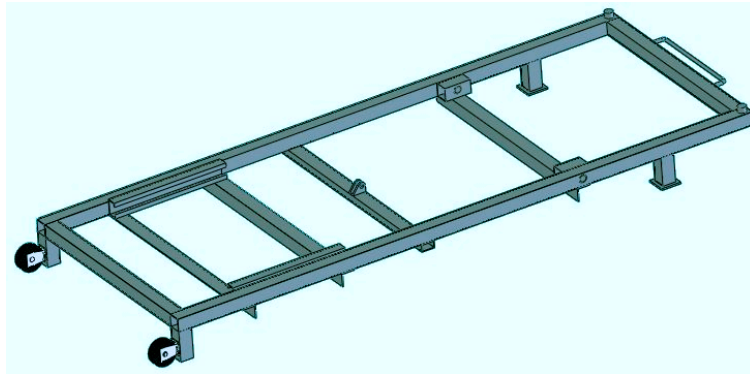
Karena $\sigma_{\text{beban}} < \sigma_{\text{ijin}}$ maka desain aman.

b. Tegangan Tekan di batang

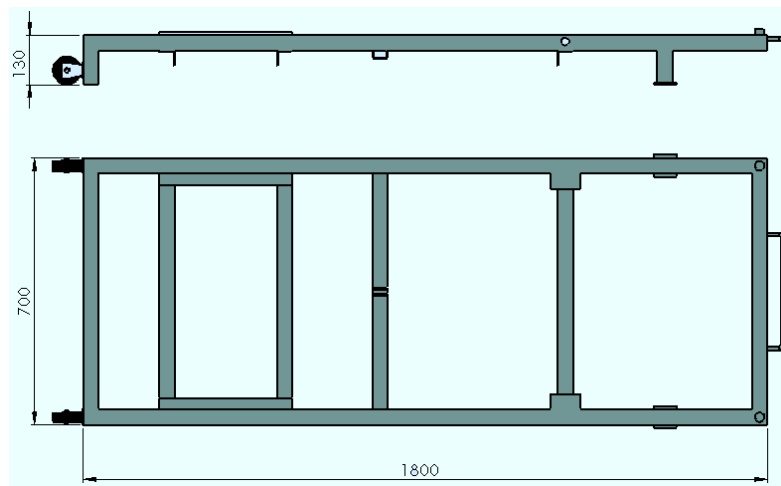
$$\begin{aligned}\tau_{\text{beban}} &= \frac{V_{\text{max}}}{A} \\ &= \frac{2514,011}{277,840} \\ &= 9,048 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Karena $\tau_{\text{beban}} < \tau_{\text{ijin}}$ maka desain aman.

C. Rangka Bawah

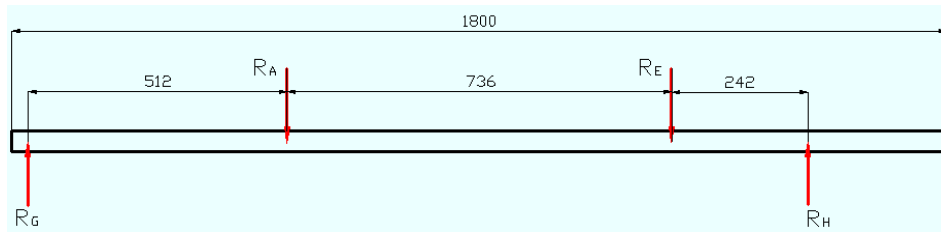


Gambar 4.35 Gambar 3D rangka bawah



Gambar 4.36 Gambar 2D rangka bawah

1. Perhitungan Teknik



Gambar 4.37 Diagram benda bebas rangka bawah

Diketahui :

$$R_A = 467,364\text{N}$$

$$R_E = 2352,984\text{ N}$$

Jawab :

$$\sum M_G = 0$$

$$-R_A \cdot 512 - R_E \cdot 1248 + R_H \cdot 173,50 = 0$$

$$R_H = \frac{467,364 \cdot 512 + 2352,984 \cdot 1248}{1490}$$

$$= 2131,419\text{ N}$$

Syarat setimbang \rightarrow $R_G + R_H = F_A + F_E$

$$R_G = (R_A + R_E) - R_H$$

$$= (467,364 + 2352,984) - 2131,419$$

$$= 688,929\text{ N}$$

$$M_G = -R_A \cdot 512 - R_E \cdot 1248 + R_H \cdot 173,50$$

$$= -467,364 \cdot 512 - 2352,984 \cdot 1248 + 2131,419 \cdot 1490$$

$$= -239290,368 - 2936524,032 + 3175814,310$$

$$= -0,09\text{ Nmm} \approx 0\text{ Nmm}$$

$$M_{RA} = R_G \cdot 512$$

$$= 688,929 \cdot 512$$

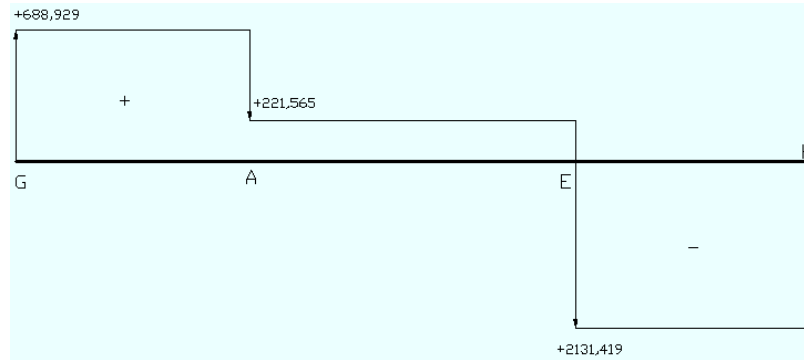
$$= 352731,648\text{ Nmm}$$

$$M_{RE} = R_H \cdot 242$$

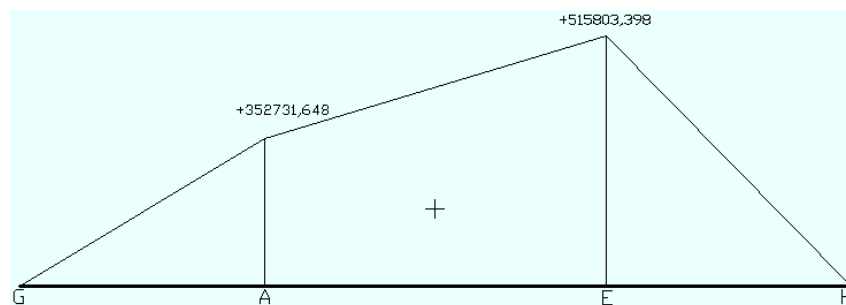
$$= 2131,419 \cdot 242$$

$$= 515803,398\text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}
M_H &= -R_G \cdot 1490 + R_A \cdot 978 + R_E \cdot 242 \\
&= -688,929 \cdot 1490 + 467,364 \cdot 978 + 2352,984 \cdot 242 \\
&= -1047329,94 + 484754,520 + 562575,706 \\
&= 0,09 \text{ Nmm} \approx 0 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$



Gambar 4.38 Diagram momen lentur rangka bawah



Gambar 4.39 Diagram gaya geser rangka bawah

2. Pemilihan Profil Rangka Bawah

Material yang dipakai pada baja konstruksi adalah A 36 dengan $\sigma_{ijin} = 165 \text{ N/mm}^2$ dan $\tau_{ijin} = 100 \text{ N/mm}^2$. Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 1,5$.

Momen maksimal (M_{max}) pada rangka atas (pada titik E) sebesar $515803,398 \text{ Nmm}$ dan gaya vertikal (V) maksimal yang diterima sebesar $2352,984 \text{ N}$.

Dari lampiran profil konstruksi baja, profil baja yang akan dipilih adalah tipe *tube square*. Tipe *tube square* jika dibandingkan dengan profil pejal memiliki keunggulan berat yang jauh lebih ringan, tetapi dari segi nilai kekuatan hanya sedikit dibawah profil pejal. Pemilihan profil *tube square* pada tabel dimulai

dengan dimensi paling kecil yaitu 1,5 x 1,5 x 0,1875 in. Untuk mempermudah perhitungan maka satuan inchi (in.) dikonversi menjadi milimeter (mm).

a. Tegangan lentur di batang

$$\begin{aligned}\sigma_{beban} &= \frac{M_{\max}}{I} \times c \\ &= \frac{515803,398}{100696,2} \times 20 \\ &= 102,447 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

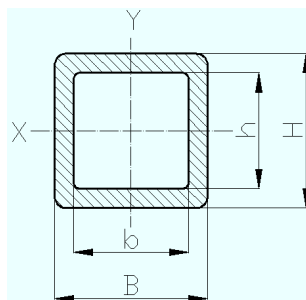
Karena $\sigma_{beban} < \sigma_{ijin}$ maka desain aman.

b. Tegangan Tekan di batang

$$\begin{aligned}\tau_{beban} &= \frac{V_{\max}}{A} \\ &= \frac{2352,984}{576,63} \\ &= 4,081 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Karena $\tau_{beban} < \tau_{ijin}$ maka desain aman.

Untuk mempermudah pencarian material maka profil tersebut dicocokkan dengan yang banyak beredar di pasaran. Maka dipilih profil yang dimensinya paling mendekati dari dimensi baja profil yang ada di tabel. Didapat baja profil *tube square* dengan dimensi 40 x 40 x 2,3 mm.



Gambar 4.40 Penampang melintang profil rangka bawah
Sumber : Tabel Profil Konstruksi Baja, 1998

$$I = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$$

$$= \frac{40.40^3 - 35,4.35,4^3}{12}$$

$$= 82465,835 \text{ mm}^4$$

a. Tegangan lentur di batang

$$\sigma_{beban} = \frac{M_{\max}}{I} \times c$$

$$= \frac{515803,398}{82465,835} \times 20$$

$$= 125,095 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\sigma_{beban} < \sigma_{ijin}$ maka desain aman.

b. Tegangan Tekan di batang

$$\tau_{beban} = \frac{V_{\max}}{A}$$

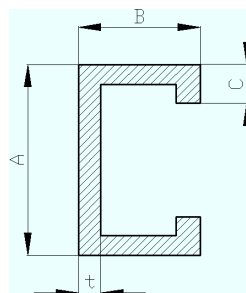
$$= \frac{2352,984}{346,840}$$

$$= 6,784 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\tau_{beban} < \tau_{ijin}$ maka desain aman.

D. Bearing

Pemilihan bearing mengacu pada profil dan dimensi dari rel (rel menggunakan besi profil kanal C) yang telah ditetapkan. Sesuai dengan dimensi lintasan rel 42 mm, maka dipilih tipe bearing sesuai dengan tabel contoh konstruksi dari bearing dengan diameter luar mendekati dimensi lintasan rel. Dipilih bearing tipe 6203.



Gambar 4.41 Penampang rel

Sumber : Tabel Profil Konstruksi Baja, 1998

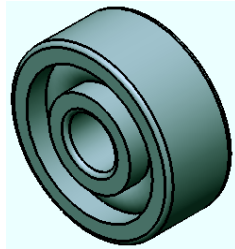
Keterangan :

A = 48 mm

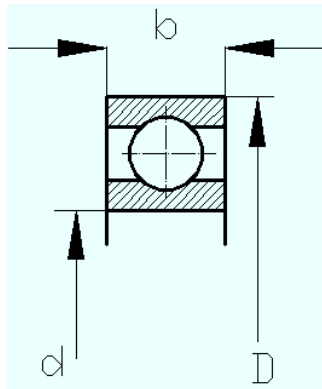
B = 29,5 mm

C = 12,5 mm

t = 3 mm



Gambar 4.42 Bearing 6203



Gambar 4.43 Penampang bearing

Sumber : Bantalan Gelinding, 1984

Dimensi utama bearing $D = 40$ mm, $d = 17$ mm, $b = 12$ mm, $C_o = 4,55$ KN

Keterangan :

D = Diameter luar bearing

d = Diameter dalam bearing

b = Tebal/lebar bearing

C_o = Batas beban nominal statik

Perhitungan batas beban nominal statik :

$C_o = P_o \times F_s$

P_o = Beban ekuivalen statik (N)

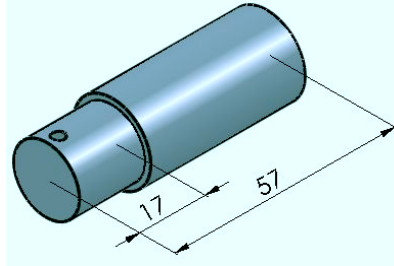
F_s = angka keamanan topang statik

Beban statik maksimum yang diterima bearing = 467,364N

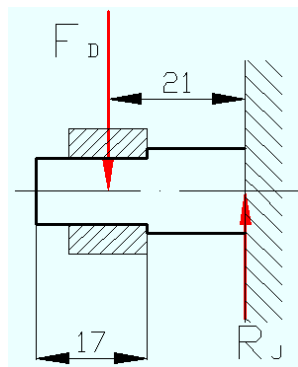
$$\begin{aligned}
 C_{o \text{ beban}} &= P_o \times F_s \\
 &= 467,364 \times 1 \\
 &= 467,364 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Karena $C_{o \text{ beban}} < C_{o \text{ ijin}}$, maka pemilihan bearing sudah sesuai.

E. Poros Bearing Atas



Gambar 4.44 Gambar 3D poros bearing atas



Gambar 4.45 Pembebanan pada poros bearing atas

Material yang dipakai pada profil konstruksi baja adalah A 36 dengan $\sigma_{ijin} = 165 \text{ N/mm}^2$ dan $\tau_{ijin} = 100 \text{ N/mm}^2$. Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 1,5$.

$$F_D = R_J = 267,636 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 M_D &= F_D \times 21 \\
 &= 267,636 \times 21 \\
 &= 5620,356 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

1. Tegangan lentur di poros

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros pejal :

$$\sigma_{beban} = \frac{M}{W}$$

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \approx \frac{d^3}{10}$$

$$d \approx \sqrt[3]{\frac{M}{0,1 \cdot \sigma_{ijin}}}$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{5620,356}{0,1 \cdot 165}}$$

$$\approx 6,984 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$$

2. Tegangan geser di poros

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros pejal :

$$\tau_{ijin} = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{\tau_{ijin}}$$

$$= \frac{267,636}{100}$$

$$= 2,676 \text{ mm}$$

$$A = \left(\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \right)$$

$$2,676 = \left(\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \right)$$

$$d = \sqrt{\frac{2,676 \cdot 4}{\pi}}$$

$$= 1,846 \text{ mm} \approx 2 \text{ mm}$$

Karena tuntutan dari dimensi bearing yang telah dipilih yaitu tipe 6203 dengan dimensi utama $D = 40 \text{ mm}$, $d = 17 \text{ mm}$, $b = 12 \text{ mm}$, maka ukuran diameter poros bearing menyesuaikan diameter dalam bearing, yaitu $d = 17 \text{ mm}$

3. Tegangan lentur di poros untuk $D = 17 \text{ mm}$

$$\sigma_{beban} = \frac{M}{W}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{5620,356}{\frac{d^3}{10}} \\
 &= \frac{5620,356}{\frac{17^3}{10}} \\
 &= 11,44 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

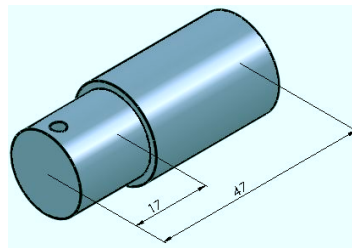
Karena $\sigma_{\text{beban}} < \sigma_{\text{ijin}}$ maka desain aman.

4. Tegangan geser di poros untuk $D = 17 \text{ mm}$

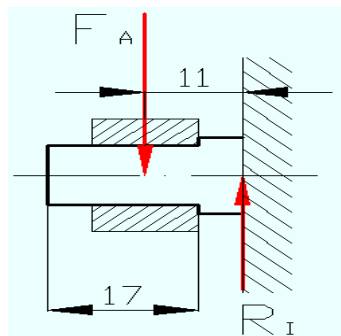
$$\begin{aligned}
 \tau_{\text{beban}} &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{F}{\frac{1}{4}\pi.d^2} \\
 &= \frac{267,636}{\frac{1}{4}\pi.17^2} \\
 &= 1,179 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Karena $\tau_{\text{beban}} < \tau_{\text{ijin}}$ maka desain aman.

F. Poros Bearing Bawah



Gambar 4.46 Gambar 3D poros bearing bawah



Gambar 4.47 Diagram benda bebas poros bearing bawah

Material yang dipakai pada profil konstruksi baja adalah A 36 dengan $\sigma_{ijin} = 165 \text{ N/mm}^2$ dan $\tau_{ijin} = 100 \text{ N/mm}^2$. Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 1,5$.

$$F_A = R_I = 467,364 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_J &= F_A \times 11 \\ &= 467,364 \times 11 \\ &= 5141,004 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

1. Tegangan lentur di poros

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros pejal :

$$\begin{aligned} \sigma_{beban} &= \frac{M}{W} \\ W &= \frac{\pi \cdot d^3}{32} \approx \frac{d^3}{10} \\ d &\approx \sqrt[3]{\frac{M}{0,1 \cdot \sigma_{ijin}}} \\ &\approx \sqrt[3]{\frac{5141,004}{0,1 \cdot 165}} \\ &\approx 6,779 \text{ mm} = 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Tegangan geser di poros

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros pejal :

$$\begin{aligned} \tau_{ijin} &= \frac{F}{A} \\ A &= \frac{F}{\tau_{ijin}} \\ &= \frac{467,364}{100} \\ &= 4,674 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \left(\frac{1}{4} \pi \cdot d^2\right) \\ 4,674 &= \left(\frac{1}{4} \pi \cdot d^2\right) \end{aligned}$$

$$d = \sqrt{\frac{4,674}{\frac{1}{4}\pi}}$$

$$= 2,439 \text{ mm}$$

Karena tuntutan dari dimensi bearing yang telah dipilih yaitu tipe 6203 dengan dimensi utama $D = 40 \text{ mm}$, $d = 17 \text{ mm}$, $b = 12 \text{ mm}$, maka ukuran poros bearing menyesuaikan diameter dalam bearing, yaitu $d = 17 \text{ mm}$.

3. Tegangan lentur di poros untuk $D = 17 \text{ mm}$

$$\sigma_{\text{beban}} = \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{\text{beban}} = \frac{5141,004}{\frac{d^3}{10}}$$

$$\sigma_{\text{beban}} = \frac{5141,004}{\frac{17^3}{10}}$$

$$= 10,464 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\sigma_{\text{beban}} < \sigma_{\text{ijin}}$ maka desain aman.

4. Tegangan geser di poros untuk $D = 17 \text{ mm}$

$$\tau_{\text{beban}} = \frac{F}{A}$$

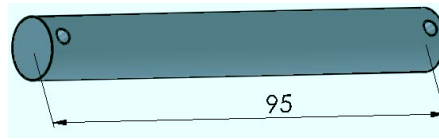
$$= \frac{F}{\frac{1}{4}\pi \cdot d^2}$$

$$= \frac{467,364}{\frac{1}{4}\pi \cdot 17^2}$$

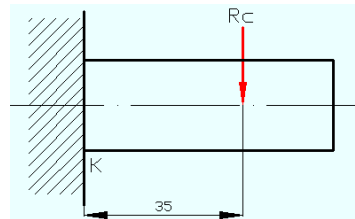
$$= 2,059 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\tau_{\text{beban}} < \tau_{\text{ijin}}$ maka desain aman.

G. Poros Engsel Atas



Gambar 4.48 Gambar 3D poros engsel atas



Gambar 4.49 Poros engsel atas

Material yang dipakai pada profil konstruksi baja adalah A 36 dengan $\sigma_{ijin} = 165 \text{ N/mm}^2$ dan $\tau_{ijin} = 100 \text{ N/mm}^2$. Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 1,5$.

$$R_C = R_K = 467,364 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_K &= R_C \times 35 \\ &= 467,364 \times 35 \\ &= 16357,740 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

1. Tegangan lentur di poros

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros pejal :

$$\sigma_{beban} = \frac{M}{I} c$$

$$W = \frac{I}{c}$$

$$\sigma_{beban} = \frac{M}{W}$$

$$d \approx \sqrt[3]{\frac{M}{0,1 \cdot \sigma_{ijin}}}$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{16357,740}{0,1 \cdot 165}}$$

$$\approx 9,971 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

2. Tegangan geser di poros

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros pejal :

$$\tau_{ijin} = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{\tau_{ijin}}$$

$$= \frac{467,364}{100}$$

$$= 4,674 \text{ mm}$$

$$A = \left(\frac{1}{4}\pi \cdot d^2\right)$$

$$4,674 = \left(\frac{1}{4}\pi \cdot d^2\right)$$

$$d = \sqrt{\frac{4,674 \cdot 4}{\pi}}$$

$$= 2,439 \text{ mm}$$

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros engsel atas adalah $D = 10 \text{ mm}$, tetapi dengan pertimbangan ukuran diameter dalam *bush* ($d = 12 \text{ mm}$) sebagai pasangannya, maka untuk poros engsel atas diameternya dipilih $D = 12 \text{ mm}$.

3. Tegangan lentur di poros untuk $D = 12 \text{ mm}$

$$\sigma_{beban} = \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{beban} = \frac{16357,740}{\frac{d^3}{10}}$$

$$\sigma_{beban} = \frac{16357,740}{\frac{12^3}{10}}$$

$$= 94,663 \text{ N/mm}^2$$

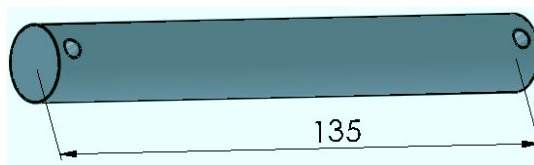
Karena $\sigma_{beban} < \sigma_{ijin}$ maka desain aman.

4. Tegangan geser di poros untuk $D = 12 \text{ mm}$

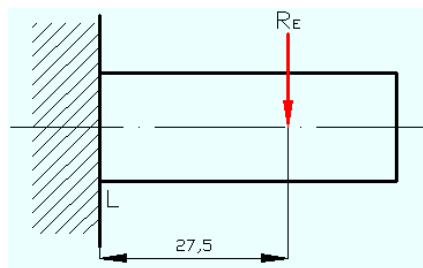
$$\begin{aligned}\tau_{\text{beban}} &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{F}{\frac{1}{4}\pi \cdot d^2} \\ &= \frac{467,364}{\frac{1}{4}\pi \cdot 12^2} \\ &= 4,132 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Karena $\tau_{\text{beban}} < \tau_{\text{ijin}}$ maka desain aman.

H. Poros Engsel Bawah



Gambar 4.50 Gambar 3D poros engsel bawah



Gambar 4.51 Diagram benda bebas poros engsel bawah

Material yang dipakai pada profil konstruksi baja adalah A 36 dengan $\sigma_{\text{ijin}} = 165 \text{ N/mm}^2$ dan $\tau_{\text{ijin}} = 100 \text{ N/mm}^2$. Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 1,5$.

$$R_E = R_L = 2352,984 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}M_L &= R_E \times 27,5 \\ &= 2352,984 \times 27,5 \\ &= 64707,06 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

1. Tegangan lentur di poros

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros pejal :

$$\sigma_{beban} = \frac{M}{I} c$$

$$W = \frac{I}{c}$$

$$\sigma_{beban} = \frac{M}{W}$$

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \approx \frac{d^3}{10}$$

$$d \approx \sqrt[3]{\frac{M}{0,1 \cdot \sigma_{ijin}}}$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{64707,06}{0,1 \cdot 165}}$$

$$\approx 15,77 \text{ mm} \approx 16 \text{ mm}$$

2. Tegangan geser di poros

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros pejal :

$$\tau_{ijin} = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{\tau_{ijin}}$$

$$= \frac{2352,984}{100}$$

$$= 23,530 \text{ mm}$$

$$A = \left(\frac{1}{4} \pi \cdot d^2\right)$$

$$23,530 = \left(\frac{1}{4} \pi \cdot d^2\right)$$

$$d = \sqrt{\frac{23,530 \cdot 4}{\pi}}$$

$$= 5,473 \text{ mm} \approx 5,5 \text{ mm}$$

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros engsel atas adalah $D = 16 \text{ mm}$, dengan pertimbangan ukuran diameter dalam *bush* ($d = 16 \text{ mm}$) sebagai pasangannya, maka untuk poros engsel atas diameternya tetap dipilih $D = 16 \text{ mm}$.

3. Tegangan lentur di poros untuk $D = 16 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{beban}} &= \frac{M}{W} \\ \sigma_{\text{beban}} &= \frac{64707,06}{\frac{d^3}{10}} \\ \sigma_{\text{beban}} &= \frac{64707,06}{\frac{16^3}{10}} \\ &= 157,976 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

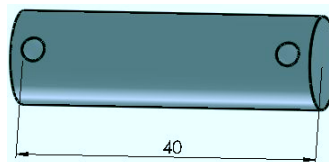
Karena $\sigma_{\text{beban}} < \sigma_{\text{ijin}}$ maka desain aman.

4. Tegangan geser di poros di poros untuk $D = 16 \text{ mm}$

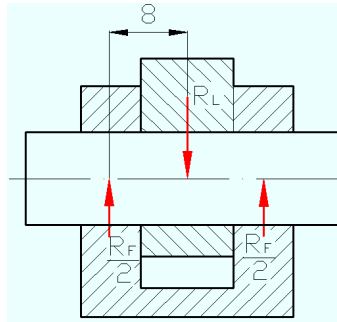
$$\begin{aligned}\tau_{\text{beban}} &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{F}{\frac{1}{4}\pi.d^2} \\ &= \frac{2352,984}{\frac{1}{4}\pi.16^2} \\ &= 11,703 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Karena $\tau_{\text{beban}} < \tau_{\text{ijin}}$ maka desain aman.

I. Poros Engsel Atas dan Bawah Hidrolik



Gambar 4.52 Gambar 3D poros engsel hidrolik



Gambar 4.53 Diagram benda bebas poros engsel hidrolik

$$R_F = R_L = 2658,870 \text{ N}$$

Karena luas penampang 2 tempat maka $2.A$

1. Tegangan geser di poros di poros

$$\tau_{beban} = \frac{F}{2.A}$$

$$A = \frac{F}{2.\tau_{ijin}}$$

$$= \frac{2658,870}{2.100}$$

$$= 13,294 \text{ mm}^2$$

$$A = \pi . r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{13,294}{\pi}}$$

$$= 2,057 \text{ mm} \approx 2,5 \text{ mm}$$

$$D = 5 \text{ mm}$$

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros engsel atas adalah $D = 5 \text{ mm}$, tetapi dengan pertimbangan ukuran material yang lebih mudah diperoleh dipasaran, maka untuk poros engsel atas diameternya dipilih $D = 12 \text{ mm}$.

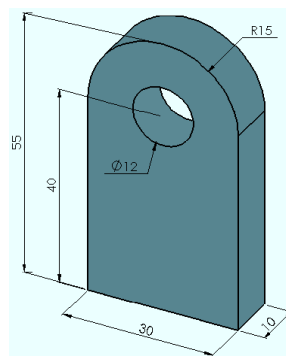
2. Tegangan geser di poros di poros untuk $D = 12 \text{ mm}$

$$\tau_{beban} = \frac{F}{2.A}$$

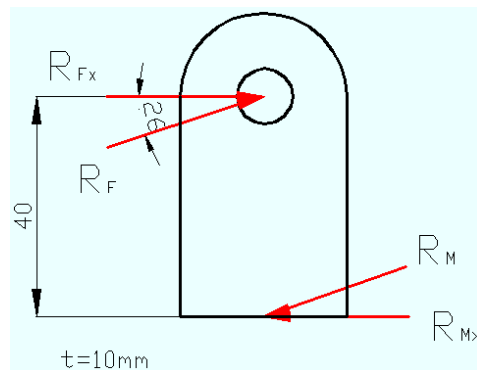
$$\begin{aligned}
 &= \frac{F}{2 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d^2} \\
 &= \frac{2658,870}{\frac{1}{2} \pi \cdot 12^2} \\
 &= 11,755 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Karena $\tau_{\text{beban}} < \tau_{\text{ijin}}$ maka desain aman.

I. Flens Penumpu Hidrolik



Gambar 4.54 Gambar 3D flens engsel hidrolik



Gambar 4.55 Diagram benda bebas flens penumpu hidrolik

$$R_F = 2658,870 \text{ N}$$

$$R_{Fx} = R_F \cdot \cos 26$$

$$= 2658,870 \cdot \cos 26$$

$$= 2389,777 \text{ N}$$

$$R_{Fx} = R_{Mx} = 2389,777 \text{ N}$$

$$M_F = R_{Mx} \cdot 40$$

$$= 2389,777. 40$$

$$= 95591,061 \text{ Nmm}$$

1. Momen irisan elastis (W) yang dibutuhkan terhadap tegangan lentur:

$$\sigma_{ijin} = \frac{M_{\max}}{W}$$

$$W = \frac{M_{\max}}{\sigma_{ijin}}$$

$$= \frac{95591,061}{165}$$

$$= 579,340 \text{ mm}^3$$

2. Momen irisan elastis (W) profil :

$$W_{\text{Penopang}} = \frac{h.b^2}{6}$$

$$= \frac{40.30^2}{6}$$

$$= 666,667 \text{ mm}^3$$

Karena $W_{\text{Penopang}} > W$, maka desain aman.

3. Luas penampang minimum yang dibutuhkan :

$$\sigma_{ijin} = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{\sigma_{ijin}}$$

$$A = \frac{2658,870}{165}$$

$$= 16,114 \text{ mm}^2$$

4. Luas Penampang :

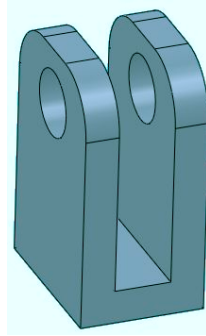
$$A = t \times d$$

$$= 10 \times 10$$

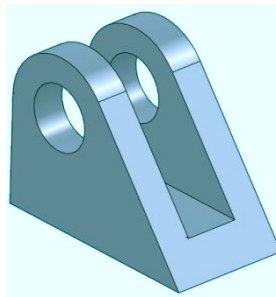
$$= 100 \text{ mm}^2$$

Luas penampang sudah memenuhi luas penampang minimum yang dibutuhkan.

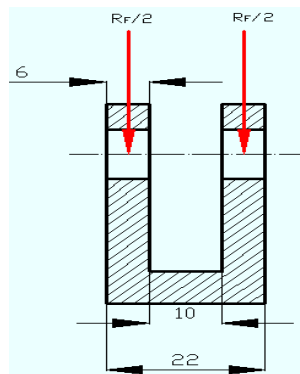
J. Profil U Atas dan Bawah Hidroulik



Gambar 4.56 Gambar 3D profil U atas hidrolis



Gambar 4.57 Gambar 3D profil U bawah hidrolis



Gambar 4.58 Diagram benda bebas profil U Atas dan bawah hidrolis

$$R_F = 2658,870 \text{ N}$$

$$R_2/2 = 1329,435 \text{ N}$$

1. Luas penampang minimum yang dibutuhkan :

$$\tau_{ijin} = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{R_F}{2 \cdot \tau_{ijin}}$$

$$A = \frac{1329,435}{2.100}$$

$$= 6,647 \text{ mm}^2$$

2. Luas Penampang :

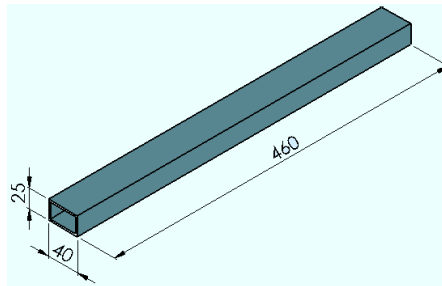
$$A = t \times d$$

$$= 6 \times 10$$

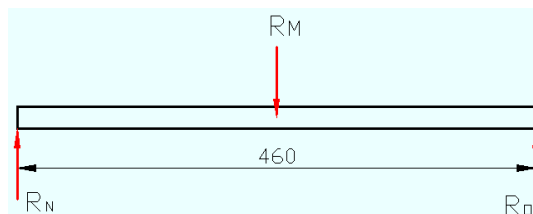
$$= 60 \text{ mm}^2$$

Luas penampang sudah memenuhi luas penampang minimum yang dibutuhkan.

K. Batang Penumpu Hidrolik Atas



Gambar 4.59 Gambar 3D batang penumpu hidrolik atas



Gambar 4.60 Diagram benda bebas batang penguat hidrolik atas

$$R_M = R_F = 2658,870 \text{ N}$$

$$R_N = R_O = \frac{1}{2} \times R_M$$

$$= 1329,435 \text{ Nmm}$$

$$M_M = R_N \times 230$$

$$= 1329,435 \times 230$$

$$= 305770,05 \text{ Nmm}$$

1. Momen irisan elastis (W) yang dibutuhkan terhadap tegangan lentur :

$$\sigma_{ijin} = \frac{M}{W}$$

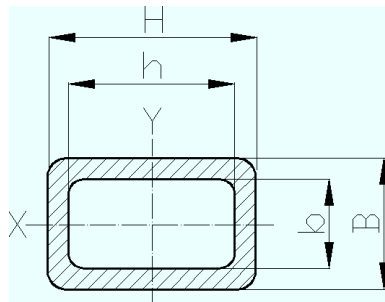
$$W = \frac{\pi.d^3}{32} \approx \frac{d^3}{10}$$

$$W = \frac{M_{\max}}{\sigma_{ijin}}$$

$$W = \frac{305770,05}{165}$$

$$= 1853,152 \text{ mm}$$

Profil yang akan dipakai adalah *rectangular tube* 40 x 25 x 2,3 mm



Gambar 4.61 Penampang melintang profil batang penumpu hidrolik atas
Sumber : Tabel Profil Konstruksi Baja, 1998

2. Momen irisan elastis (W) profil terhadap tegangan lentur :

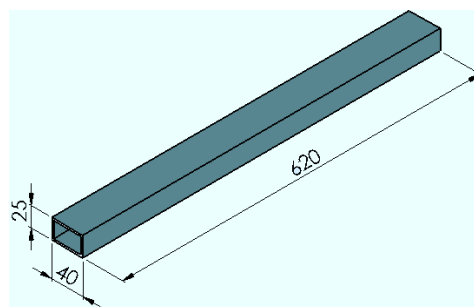
$$W_{profil} = \frac{B.H^3 - b.h^3}{6.H}$$

$$= \frac{25.40^3 - 20,4.35,4^3}{6.40}$$

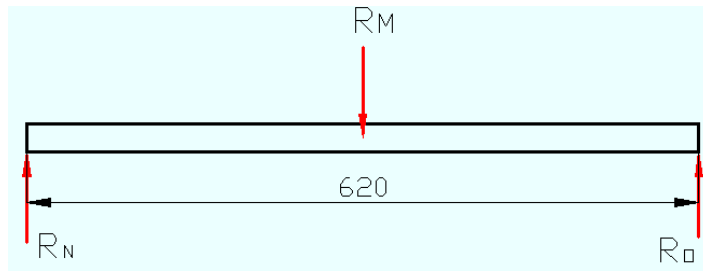
$$= 2895,908 \text{ mm}^3$$

Karena W dibutuhkan $< W_{profil}$ maka desain aman.

L. Batang Penumpu Hidrolik Bawah



Gambar 4.62 Gambar 3D batang penumpu hidrolik bawah



Gambar 4.63 Diagram benda bebas poros penumpu engsel hidrolik bawah

$$R_M = R_F = 2658,870 \text{ N}$$

$$R_N = R_O = \frac{1}{2} \times R_M \\ = 1329,435 \text{ Nmm}$$

$$M_M = R_N \times 230 \\ = 1329,435 \times 310 \\ = 412124,850 \text{ Nmm}$$

1. Momen irisan elastis (W) yang dibutuhkan terhadap tegangan lentur :

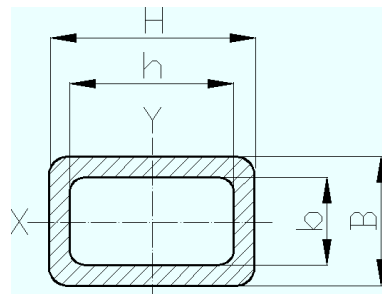
$$\sigma_{ijin} = \frac{M}{W}$$

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \approx \frac{d^3}{10}$$

$$W = \frac{M_{\max}}{\sigma_{ijin}}$$

$$W = \frac{412124,850}{165} \\ = 2497,726 \text{ mm}$$

Profil yang akan dipakai adalah *rectangular tube* 40 x 25 x 2,3 mm



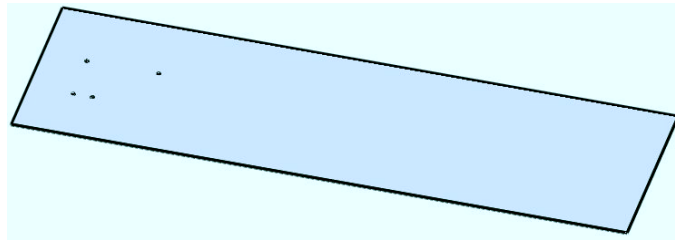
Gambar 4.64 Penampang melintang profil batang penguat hidrolik atas

2. Momen irisan elastis (W) profil terhadap tegangan lentur :

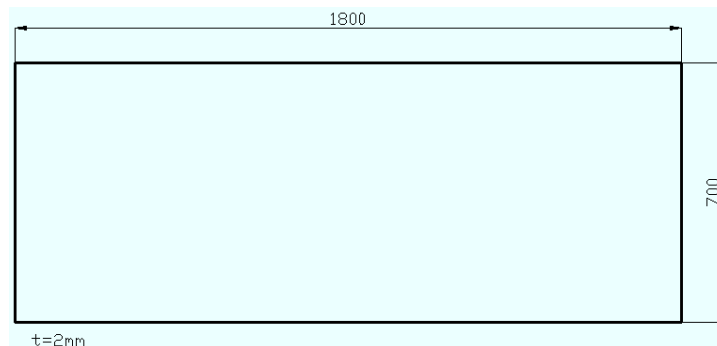
$$\begin{aligned}
 W_{profil} &= \frac{B.H^3 - b.h^3}{6.H} \\
 &= \frac{25.40^3 - 20,4.35,4^3}{6.40} \\
 &= 2895,908 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Karena $W_{dibutuhkan} < W_{profil}$ maka desain aman.

M. Plat alas



Gambar 4.65 Gambar 3D plat alas



Gambar 4.66 Penampang atas plat alas

Bagian ini berfungsi sebagai landasan motor, yang pada bagian bawahnya akan ditopang rangka bangun sebagai penguat. Plat alas akan menggunakan material plat besi dengan ukuran 1800 mm x 700 mm x 2 mm. Material plat besi dibuat dari bahan ST 37 (*board dies*) yang memiliki massa jenis $7,86 \text{ g/cm}^3$.

Bila pada dua permukaan yang bersinggungan bekerja suatu gaya. Maka pada kedua permukaan tersebut akan bekerja tekanan-tekanan yang arahnya selalu tegak lurus permukaan tersebut. Plat alas akan menerima gaya langsung dari beban motor yang berada di atasnya. Beban maksimal yang dapat diangkat pada kasus ini dibatasi hanya 150 Kg. Bagian dari motor yang bersinggungan langsung

dengan plat alas adalah bagian permukaan bawah standart tengah/berdiri. Standart tengah akan memberikan tekanan bidang dan gaya geser paling besar.

Dimensi $p \times l$ dari permukaan standart diambil standart motor yang mempunyai luas penampang paling kecil, karena semakin kecil luas permukaan maka semakin besar beban/tekanan bidang yang diberikan pada plat alas.

Luas permukaan standart tengah/berdiri yang bersinggungan langsung dengan plat alas adalah :

1. Luas penampang standart

$$L = p \times l$$

$$L = 20 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$$

$$= 300 \text{ mm}^2$$

2. Gaya yang ditopang oleh standart

$$F_n = \text{Beban} \times \text{gravitasi}$$

$$= 140 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ Kg/m}^2$$

$$= 1372 \text{ N}$$

3. Gaya normal ditumpu oleh dua bidang luasan standart tengah :

$$= \frac{\text{Gaya normal}}{2}$$

$$= \frac{1372}{2}$$

$$= 686,0 \text{ N}$$

4. Besarnya tekanan bidang yang ditanggung plat alas per mm^2 adalah :

$$\text{Tekanan bidang} = \frac{\text{Gaya normal}}{\text{Luas penampang}}$$

$$P = \frac{F_n}{A}$$

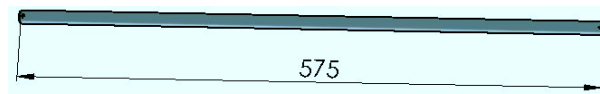
$$= \frac{686 \text{ N}}{300 \text{ mm}^2}$$

$$= 2,287 \text{ N/mm}^2$$

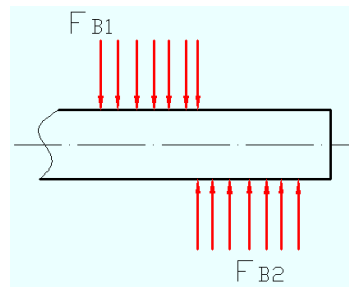
Dari lampiran tabel tegangan permukaan ijin $\bar{P} = 100 \text{ N/mm}^2$

$P < \bar{P}$, maka desain aman.

N. Poros Engsel Rangka Tengah



Gambar 4.67 Gambar 3D poros engsel rangka tengah



Gambar 4.68 Digram benda bebas poros engsel rangka tengah

Diketahui :

$$F_{B1} = F_{B2} = 934,728 \text{ N}$$

1. Tegangan geser di poros

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros pejal :

$$\tau_{ijin} = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{\tau_{ijin}}$$

$$= \frac{934,728}{100}$$

$$= 9,347 \text{ mm}$$

$$A = \left(\frac{1}{4}\pi \cdot d^2\right)$$

$$9,347 = \left(\frac{1}{4}\pi \cdot d^2\right)$$

$$d = \sqrt{\frac{9,347 \cdot 4}{\pi}}$$

$$= 3,450 \text{ mm} \approx 3,5 \text{ mm}$$

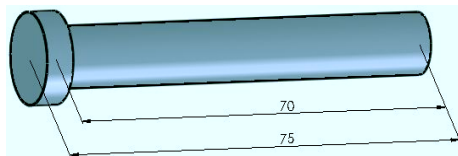
Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros engsel atas adalah $D = 3,5$ mm, tetapi dengan pertimbangan ukuran material yang lebih mudah diperoleh dipasaran, maka untuk poros engsel atas diameternya dipilih $D = 12$ mm.

2. Tegangan geser di poros di poros untuk $D = 12$ mm

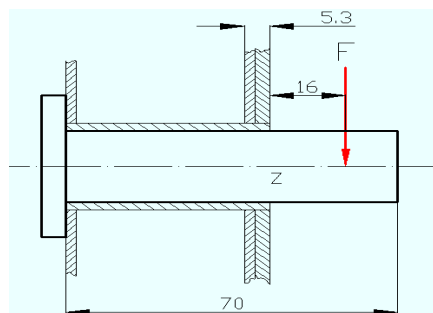
$$\begin{aligned}\tau_{beban} &= \frac{F}{2.A} \\ &= \frac{F}{2 \cdot \frac{1}{4} \pi . d^2} \\ &= \frac{934,728}{\frac{1}{2} \pi . 12^2} \\ &= 4,132 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Karena $\tau_{beban} < \tau_{ijin}$ maka desain aman.

O. Poros Pengaman



Gambar 4.69 Gambar 3D poros pengaman



Gambar 4.70 Poros pengaman

Poros pengaman digunakan sebagai sistem pengaman yang berfungsi sebagai penahan apabila sistem penggerak mengalami kerusakan sehingga mengakibatkan rangka tengah tidak mampu menahan beban dari motor. Kekuatan

dari poros pengaman harus mampu menahan beban motor yang dibebankan pada rangka tengah.

Material yang dipakai pada poros pengaman adalah A 36 dengan $\sigma_{ijin} = 165 \text{ N/mm}^2$ dan $\tau_{ijin} = 100 \text{ N/mm}^2$. Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 1,5$.

1. Gaya yang dibebankan rangka untuk mengangkat motor (verikal) :

$$\begin{aligned} F_{total} &= \text{Berat motor total} \times \text{Gravitasi} \\ &= 150 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 1470 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena ada dua rangka :

$$\begin{aligned} F_v &= \frac{1470}{2} \\ &= 735 \text{ N} \end{aligned}$$

2. Gaya yang dibebankan rangka untuk mengangkat motor (horisontal) :

Langkah vertikal = 698 mm

Langkah horisontal = 295 mm

$$\begin{aligned} F_{Horizontal} &= \frac{\text{Langkah vertikal}}{\text{Langkah horisontal}} \times F_{vertikal} \\ &= \frac{698}{295} \times 735 \\ &= 1739 \text{ N} \end{aligned}$$

Momen dititik Z

$$\begin{aligned} M_Z &= F \times 16 \\ &= 1739 \times 16 \\ &= 27825,356 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

3. Tegangan lentur di poros

Diameter minimal yang dibutuhkan untuk poros pejal :

$$\sigma_{beban} = \frac{M}{I} c$$

$$W = \frac{I}{c}$$

$$\sigma_{beban} = \frac{M}{W}$$

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \approx \frac{d^3}{10}$$

$$d \approx \sqrt[3]{\frac{M}{0,1 \cdot \sigma_{ijin}}}$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{27825,356}{0,1 \cdot 165}}$$

$$\approx 11,903 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

4. Diameter minimal yang dibutuhkan poros pengaman $D = 12 \text{ mm}$,
Tegangan lentur di poros untuk $D = 12 \text{ mm}$

$$\sigma_{beban} = \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{beban} = \frac{27825,356}{\frac{d^3}{10}}$$

$$\sigma_{beban} = \frac{27825,356}{\frac{12^3}{10}}$$

$$= 161,026 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\sigma_{beban} < \sigma_{ijin}$ maka desain aman.

4.4 SISTEM PENGGERAK

Dari perhitungan teknik diatas, lebih spesifik lagi dijelaskan lagi pada bagian rangka tengah luar, diketahui gaya minimum yang dibutuhkan alat penggerak *motorcycle lift* untuk mengangkat beban maksimal 150 Kg adalah 2658,870 N (berlaku pada satu tiang penyangga) maka total gaya minimum yang dibutuhkan adalah 5317,740 N. Jika dikonversikan kedalam bobot menjadi 542,627 Kg \approx 543 Kg.

Dipilih sistem penggerak menggunakan dongkrak hidrolik Kayaba kapasitas 2 Ton, dengan *lifting height* maksimum 130 mm. Untuk menggerakkan *motorcycle lift* dibutuhkan penggerak yang mampu mengangkat beban maksimal dan mempertahankan posisi pada ketinggian tertentu. Fitur yang paling utama adalah alat bantu yang akan dipakai haruslah memenuhi tuntutan alat yang *adjustable* serta dapat menjangkau langkah yang dibutuhkan untuk mencapai

tinggi maksimal, yaitu 855 mm dan kemampuan sistem hidrolik yang mampu mengunci sendiri akan dapat mempertahankan posisi pada ketinggian tertentu.

4.5 ESTIMASI BIAYA

Estimasi biaya dilakukan untuk memperkirakan besarnya biaya yang dikeluarkan untuk perancangan *motorcycle lift*. Estimasi biaya dihitung meliputi biaya material dan biaya non material.

Untuk mempermudah biaya total dari material yang diperlukan, kita terlebih dahulu memetakan material per komponen dari perancangan *motorcycle lift* yang dapat dilihat pada Tabel 4.9. Selanjutnya kita dapat mengelompokan sesuai dengan jenis material dan *row material* yang dibutuhkan. Keseluruhan biaya material ditunjukkan dalam Tabel 4.10 Harga yang tertera diperoleh dari pihak bengkel Erwin Development, observasi di Pasar Besi Kusumodilegan dan Pasar Besi Gilingan pada bulan Mei 2009.

Tabel 4.10 Bill of material

No	Bagian	Komponen	Ukuran (mm)	Material	Jml	Dibutuhkan (mm)	Row Material (mm)
1	Plat alas atas	-	1800 x 670	Plat strip (<i>board dies</i>) t=2mm	1		1805 x 675
2	Plat Penghubung	2.1 Plat Alas	670 x 500	Plat strip (<i>board dies</i>) t=2mm	1		675 x 505
		2.2 Sirip plat Penghubung	500 x 15 x 3	Plat strip t = 2 mm	6	3000 x 15 x 3	3050 x 15 x 3
		2.3 Baut Engsel Plat Penghubung	M10 x 20	Hexagon Socket Head	2	-	-
		2.4 Rel Plat Penghubung	530 x 60 x 5	<i>Mild steel (MS) / A36</i>	2	530 x 60 x 5	@ 540 x 70 x 15
3	Pencekam ban depan	3.1 Pencekam	250 x 330	Plat strip (<i>board dies</i>) t = 2mm	1		255 x 335
		3.2 Housing Ulir	53 x 30 x 20	<i>Mild steel (MS) / A36</i>	1		60 x 40 x 30
		3.3 Plat Housing Ulir Pencekam Ban Depan	80 x 20 x 2	Plat strip (<i>board dies</i>) t = 2mm	1	80 x 20 x 2	85 x 25
		3.4 Ulir Pencekam Ban Depan	M12 x 120	<i>Hexagon Bolt</i>	1	-	-
4	Penumpu Hidrolik	4.1 Profil U Hidraulik	46 x 30 x 22	<i>Mild steel (MS) / A36</i>	1	46 x 30 x 22	50 x 40 x 30
		4.2 <i>Wing's</i> Poros Penguat Hidraulik	55 x 30 x 10	<i>Mild steel (MS) / A36</i>	1	55 x 30 x 10	65 x 40 x 15
		4.3 Engsel U Bawah Hidrolik	40 x 40 x 22	<i>Mild steel (MS) / A36</i>	1	40 x 40 x 22	50 x 50 x 30
		4.4 Poros Engsel Hidrolik	Ø 12 x 31	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø 12 mm	2	62	Ø 12 x 70
		4.5 Batang Penguat Hidrolik	510	<i>Rectangular Tube</i> 40 x 25 x 2,3 mm	1	510	520
		4.6 Engsel Bawah Hidrolik	30 x 30 x 10	<i>Mild steel (MS) / A36</i>	1	30 x 30 x 10	40 x 40 x 15
5	Rangka Atas	5.1 Rangka Panjang	1800	<i>Square Tube</i> 40 x 40 x 2,3 mm	2	3600	3610
		5.2 Rangka Lebar	590	<i>Square Tube</i> 40 x 40 x 2,3 mm	2	1180	1190
		5.3 Rangka Penguat	590	Besi siku L 40 x 40 x 3 mm	5	2950	2970
6	Rangka Tengah	6.1 Rangka Panjang	1070	<i>Rectangular Tube</i> 40 x 25 x 2,3 mm	4	4280	4300
		6.2 Rangka Lebar	510	<i>Circular Tube</i> Ø 18 mm t = 3 mm	2	1020	Ø 18 x 1030
			460	<i>Circular Tube</i> Ø 18 mm t = 3 mm	1	460	Ø 18 x 470
		6.3 Poros Engsel Rangka Tengah Ø 12 mm	580	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø 12 mm	1	580	Ø 12 x 590
6.4 Bush rangka Tengah D=18 d=12 mm	510	<i>Circular Tube</i> Ø 18 mm	1	510	Ø 18 x 520		

Tabel 4.10 Bill of material (lanjutan)

No	Bagian	Komponen	Ukuran (mm)	Material	Jml	Dibutuhkan (mm)	Row Material (mm)
7	Rangka Bawah	7.1 Rangka Panjang	1800	<i>Square Tube</i> 40 x 40 x 2,3 mm	2	3600	3610
		7.2 Rangka Lebar	620	<i>Square Tube</i> 40 x 40 x 2,3 mm	2	1240	1250
		7.3 Rangka Penguat	700	Besi siku L 40 x 40 x 3 mm	3	2100	2110
			700	<i>Rectangular Tube</i> 40 x 25 x 2,3 mm	1	700	710
		7.4 Kaki	90	<i>Square Tube</i> 40 x 40 x 2,3 mm	4	360	380
		7.5 Plat Kaki	220 x 70 x 5	<i>Mild steel (MS) / A36</i>	1	220 x 80 x 5	240 x 80 x 15
8	Poros Bearing	8.1 Poros Bearing Atas	Ø 20 x 57	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø = 25 mm	2	114	Ø 25 x 120
		8.2 Poros Bearing Bawah	Ø 20 x 47	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø = 25 mm	2	94	Ø 25 x 100
9	Poros Engsel	9.1 Poros Engsel Atas	Ø 12 x 100	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø = 15	2	200	Ø 15 x 210
		9.2 Poros engsel Bawah	Ø 16 x 140	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø = 25 mm	2	280	Ø 25 x 290
10	Bush Engsel	10.1 Bush Engsel Atas D=18mm d=12 mm	40	<i>Circular Tube</i> Ø 18 mm t = 3 mm	2	80	Ø 18 x 90
		10.2 Bush engsel Bawah D=21mm d=16 mm	95	<i>Circular Tube</i> Ø 21 mm t = 3 mm	2	240	Ø 21 x 260
11	Pengaman	11. 1 Poros Pengaman	Ø 20 x 75	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø 25 mm	2	150	Ø 25 x 160
		11.2 Bush Pengaman D=18mm d=12 mm	43	<i>Circular Tube</i> Ø = 18 mm t = 3 mm	2	86	Ø 18 x 95
12	Handle Pengangkat	-	400	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø 15	1	400	Ø15 x 450
13	Rel Bantalan Gelinding	-	350	Kanal C t =3mm	4	1400	1450
14	Hidrolik	Dongkarak Botol 3 Ton	-	-	1	-	-
15	Bantalan Gelinding	Bearing 6203	-	-	4	-	-
16	Roda	Roda	Ø 74 mm	-	2	-	-

Tabel 4.11 Estimasi biaya material

No	Material	Dibutuhkan	Keterangan	Jumlah	Total Harga (Rp)
1	Plat strip (<i>board dies</i>) t = 2mm	1.646.800 mm ²	2400 x 1200 mm = Rp 500.000	1	Rp 500.000
2	Plat strip t = 2 mm	3050 x 15 x 2	1 Kg = Rp 8.000	1	Rp 10.000
3	<i>Mild steel (MS) / A36</i>	@ 540 x 70 x 15	1 Kg = Rp 8.000	2	Rp 32.000
		60 x 40 x 30	1 Kg = Rp 8.000	1	Rp 4.000
		50 x 40 x 30	1 Kg = Rp 8.000	1	Rp 5.000
		65 x 40 x 15	1 Kg = Rp 8.000	1	Rp 5.000
		50 x 50 x 30	1 Kg = Rp 8.000	1	Rp 5.000
		40 x 40 x 15	1 Kg = Rp 8.000	1	Rp 5.000
		240 x 80 x 15	1 Kg = Rp 8.000	2	Rp 15.000
4	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø 25 mm	670 mm	1 Kg = Rp 11.000	1	Rp 20.000
5	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø 15 mm	660 mm	1 Kg = Rp 11.000	1	Rp 12.000
6	<i>Mild steel (MS) / A36</i> Pejal Ø 12 mm	660 mm	1 Kg = Rp 11.000	1	Rp 10.000
7	<i>square Tube</i> 40 x 40 x 2,3 mm	10040 mm	6 m = Rp 140.000	2	Rp 280.000
8	<i>Rectangular Tube</i> 40 x 25 x 2,3 mm	5530 mm	6 m = Rp 130.000	1	Rp 130.000
9	Besi siku L 40 x 40 x 3 mm	5080 mm	6 m = Rp 90.000	1	Rp 90.000
10	<i>Circular Tube</i> Ø 21 mm t = 3 mm	260 mm	1 Kg = Rp 10.000	1	Rp 6.000
11	<i>Circular Tube</i> Ø 18 mm t = 3 mm	2205 mm	1 Kg = Rp 10.000	1	Rp 20.000
12	Kanal C t = 3mm	1450 mm	1 Kg = Rp 8.000	1	Rp 40.000
13	Hidrolik	Dongkarak Botol 3 Ton	1 pcs = 200.000	1	Rp 200.000
14	Bantalan Gelinding	Bearing 6203	1 pcs = 20.000	4	Rp 80.000
15	Roda	Ø 74 mm	1 pcs = 20.000	2	Rp 40.000
16	<i>Hexagon Socket Head</i>	M10x15	1 pcs = 1.500	2	Rp 3.000
17	<i>Hexagon Bolt</i>	M12x120	1 pcs = 2.000	1	Rp 2.000
18	<i>Handle</i>	450 mm	1 Kg = Rp 8.000	1	Rp 10.000
19	Seling	-	1 set = 10.000	1	Rp 10.000
20	Biaya lain-lain	-	-	-	Rp 20.000
Total Biaya Material					Rp1.415.000

Dari Tabel 4.11 diketahui bahwa besarnya biaya yang dikeluarkan untuk pembelian material adalah sebesar Rp 1.415.000.

Biaya non material terdiri dari biaya pengerjaan (termasuk biaya tenaga kerja dan biaya proses permesinan) dan biaya ide. Besarnya biaya ide dalam suatu perancangan ditentukan sendiri oleh perancang, yaitu diambil prosentase 20% dari biaya material ditambah biaya pengerjaan. Berdasarkan hal tersebut maka dapat

diperkirakan biaya non material yang dikeluarkan untuk keperluan perancangan dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Estimasi biaya non material

No	Biaya Non Material	Pengeluaran
1	Biaya Pengerjaan	Rp 500.000
2	Ide	Rp 383.000
Total Biaya Non Material		Rp 883.000

Keterangan :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya ide} &= 20\% \times (\text{biaya material} + \text{biaya pengerjaan}) \\
 &= 20\% \times (\text{Rp } 1.415.000 + \text{Rp } 500.000) \\
 &= \text{Rp } 383.000
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, maka total biaya yang diperlukan dalam pembuatan *motorcycle lift* hasil rancangan dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Total biaya perancangan

No	Jenis Biaya	Biaya
1	Biaya Material	Rp 1.415.000
2	Biaya Non Material	Rp 883.000
Total Biaya		Rp 2.298.000

Besarnya biaya yang diperlukan dalam pembuatan *motorcycle lift* hasil rancangan adalah sebesar Rp 2.298.000.

BAB V

ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Bab ini membahas tentang analisis dan interpretasi hasil penelitian yang telah dikumpulkan dan diolah sebelumnya. Analisis dan interpretasi hasil dalam penelitian ini diuraikan pada sub bab berikut.

5.1 ANALISIS HASIL PENELITIAN

Analisis hasil penelitian yang dilakukan adalah analisis terhadap rancangan alat, analisis pendekatan antropometri terhadap jangkauan tinggi maksimal, analisis kekuatan rangka, serta analisis terhadap sistem gerak. Analisis secara lebih jelas, diuraikan sebagai berikut:

5.1.1 Analisis Rancangan

Dari hasil uji coba penggunaan *motorcycle lift* secara nyata pada mekanik bengkel Loh Jinawi Motor ketika melakukan pengerjaan servis motor diketahui bahwa fitur-fitur *motorcycle lift* hasil rancangan hampir sebagian besar sudah memenuhi kebutuhan dan harapan perancangan yang telah disusun pada bab sebelumnya, dan yang utama adalah hasil rancangan sudah memenuhi tujuan dari penelitian ini, yaitu menghasilkan rancangan *motorcycle lift* sebagai alat bantu mekanik pada pengerjaan servis motor, yang sesuai dengan kondisi bengkel Loh Jinawi sebagai upaya memperbaiki postur kerja.

Dalam proses produksi, pembuatan produk dibuat sesuai rancangan 3D desain konsep. Penggunaan *software* untuk melakukan simulasi gerakan sangat membantu dalam menentukan kelancaran gerakan-gerakan yang terjadi, sehingga jika terjadi ketidaksesuaian dalam gerakan maupun kendala teknis lain dapat diketahui lebih awal tanpa harus menunggu proses produksi. Hal tersebut membantu mengurangi resiko kesalahan proses produksi. Proses produksi tidak mengalami banyak perubahan dalam konstruksi, pemilihan komponen maupun dimensi karena sudah menggunakan komponen yang standar yang ada dipasaran, sehingga pada proses produksi tidak ada yang membuat sendiri dan tidak membutuhkan proses mesin. Komponen-komponen tersebut hanya mengalami proses pemotongan sesuai dimensi yang dibutuhkan dan proses perakitan.

Meskipun sudah dirancang dengan sebaik-baiknya, hasil produk perancangan alat ini tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan jika dibandingkan dengan *motorcycle lift* yang sudah ada.

1. Kelebihan yang dimiliki produk hasil rancangan, yaitu:

a. Harga yang terjangkau.

Dibandingkan dengan harga *motorcycle lift* yang dijual dipasaran, biaya produksi *motorcycle lift* hasil rancangan memiliki harga yang lebih murah dan tentunya terjangkau bagi bengkel Loh Jinawi Motor. Hal ini dikarenakan pemilihan material dan komponen penyusunnya banyak dijual dipasaran sehingga mudah didapat dan lebih murah.

b. Perawatan sederhana.

Perawatan lebih kepada pelumasan engsel dan pengecekan oli yang ada didalam dongkrak saja. Perbaikan jika terjadi kerusakan lebih sederhana jika dibandingkan dengan *motorcycle lift* yang menggunakan sistem pneumatic hidrolik.

c. Dapat dipindah-pindahkan (*portable*).

Untuk mengatasi masalah area kerja yang berada diluar maka *motorcycle lift* dirancang dengan bobot yang mampu diangkat oleh mekanik seorang diri dengan penambahan komponen roda. Sehingga jika ingin dikeluarkan atau dimasukan, mekanik hanya perlu menarik atau mendorongnya saja.

d. Tidak memerlukan sarana baru sebagai tambahan.

Jika dibandingkan dengan *motorcycle lift* yang menggunakan sistem pneumatic hidrolik, maka *motorcycle lift* hasil rancangan tidak memerlukan kapasitas kompresor yang besar, serta instalasi rangkaian selang yang menghubungkan kompresor dengan *motorcycle lift*. Sehingga kompresor yang sudah ada masih bisa digunakan tanpa harus mengganti dengan kompresor dengan kapasitas yang lebih besar ditambah instalasi rangkaian komponen pneumatic hidrolik.

2. Kekurangan yang dimiliki produk hasil rancangan, yaitu:

a. Mekanisme kerja manual.

Mekanisme dongkrak hidrolik yang masih manual membutuhkan tenaga mekanik untuk menggerakannya dengan cara memompa tuas pedal yang dihubungkan oleh seling ke tuas dongkrak hidrolik.

- b. Untuk menaikkan motor dibutuhkan waktu yang lama.

Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat motor agar dapat mencapai posisi yang sesuai dengan mekanik membutuhkan waktu yang cukup lama, yaitu ± 1 menit, tergantung juga dari kecepatan mekanik pada waktu mengungkit pedal dongkrak hidrolik. Jika dibandingkan dengan *motorcycle lift* yang menggunakan sistem pneumatic hidrolik waktu yang dibutuhkan untuk memosisikan motor akan lebih cepat yaitu ± 30 detik .

- c. *Seal* di dalam tabung hidrolik rentan hentakan.

Ketika menurunkan posisi motor jika tidak hati-hati dan tidak secara perlahan akan menimbulkan hentakan pada dongkrak hidrolik yang bisa menyebabkan *seal* dalam tabung hidrolik akan bocor. Jika sampai terjadi kebocoran oli maka hidrolik tidak akan bekerja maksimal.

Kekurangan yang ada pada *motorcycle lift* hasil rancangan lebih disebabkan pengaplikasian sistem gerak dengan menggunakan dongkrak hidrolik rekondisi. Alasan awal mula penggunaan dongkrak hidrolik rekondisi, sebagai pertimbangan penghematan biaya produksi jika memerlukan perbaikan ketika terjadi ketidaksesuaian atau kesalahan ketika proses percobaan (*trial*) produk hasil rancangan sebelum digunakan pada kondisi kerja nyata. Pada kenyataannya dongkrak hidrolik yang digunakan ini merupakan produk bawaan mobil dan model lama yang produk barunya sudah tidak lagi dijual dipasaran. Dipasaran saat ini banyak jenis dongkrak hidrolik baru tetapi dengan spesifikasi bentuk dan *lift strouk* yang berbeda dengan dongkrak hidrolik yang telah digunakan. Untuk menyesuaikan dongkrak hidrolik baru dengan *motorcycle lift* hasil rancangan membutuhkan perubahan desain yang cukup menyeluruh, sehingga akan membutuhkan banyak waktu dan proses pengerjaan ulang, sehingga akan terjadi peningkatan ongkos produksi. Keadaan tersebut yang membuat peneliti untuk tetap mempertahankan penggunaan dongkrak hidrolik rekondisi.

Mengenai masalah waktu untuk memosisikan *motorcycle lift* hasil rancangan membutuhkan waktu yang lama dan juga *seal* di dalam tabung hidrolik

rentan hantakan lebih diakibatkan karena kondisi dongkrak hidrolis yang sudah tidak sempurna atau rekondisi. Terkait pemakaian dari dongkrak rekondisi tersebut pula, ketahanan dari umur pakai sistem penggerak belum teruji secara pasti. Efek dari penggunaan dongkrak hidrolis rekondisi ini, kerja *motorcycle lift* menjadi tidak maksimal seperti yang sudah dijelaskan di atas.

5.1.2 Analisis Jangkauan Tinggi Maksimal dengan Pendekatan Anthropometri.

Penggunaan dimensi anthropometri pada perancangan dimaksudkan agar rancangan yang dihasilkan sesuai atau paling tidak mendekati karakteristik dan kebutuhan penggunanya. Untuk memperoleh data dari dimensi anthropometri tersebut, maka dilakukan pengambilan data melalui pengukuran dimensi anthropometri empat orang mekanik bengkel Loh Jinawi Motor. Berdasarkan pengamatan postur kerja mekanik Suzuki Indo Motor yang telah menggunakan *motorcycle lift*, penentuan data anthropometri yang akan dipakai adalah tinggi siku berdiri sebagai acuan tinggi alas *motorcycle lift* pada posisi maksimal.

Jangkauan tinggi maksimal digunakan untuk memenuhi kebutuhan mekanik dalam memposisikan motor. Tinggi maksimal *motorcycle lift* didapatkan dari nilai tinggi siku berdiri mekanik paling tinggi dikurangi jarak terendah bagian motor ke tanah (dikarenakan bagian motor terbawah yang paling sering menjadi bagian dari pengerjaan servis adalah blok mesin). Tinggi siku berdiri mekanik yang paling tinggi sebagai diambil sebagai acuan supaya kebutuhan mekanik yang memiliki dimensi tinggi siku berdiri lebih rendah dalam memposisikan motor dapat diakomodir dengan menurunkan posisi *motorcycle lift* ke posisi yang lebih rendah dari posisi maksimal. Dengan tinggi posisi awal 200 mm dan jangkauan tinggi maksimal 855 mm maka mekanik dapat menyesuaikan berapapun kebutuhan posisi motor dengan rentang tinggi 200 hingga 855 mm dari permukaan tanah.

5.1.3 Analisis Rangka

Rangka dibedakan menjadi tiga bagian utama, yaitu rangka atas, rangka tengah, dan rangka bawah. Ketiga rangka tersebut menjadi komponen utama yang berfungsi sebagai penyangga sekaligus pemberi bentuk dari *motorcycle lift*.

Untuk menghasilkan rancangan dengan bobot yang ringan maka dipilih profil material berongga yaitu *square tube*, *rectangular tube*, dan *pipe*. Tipe rangka berongga ini jika dibandingkan dengan profil pejal memiliki keunggulan berat yang jauh lebih ringan, tetapi dari segi nilai kekuatan hanya sedikit dibawah profil pejal pada luas penampang yang sama. Harga jenis material dengan profil standar yang banyak dipasaran tentunya akan lebih murah daripada jika harus memproduksi sendiri.

Berawal dari beban maksimal yang harus mampu diangkat oleh *motorcycle lift* yaitu 150 Kg, maka dengan konsep kekuatan material, statika dan kesetimbangan dapat menentukan kekuatan minimal dari rangka untuk menahan beban tersebut. Rangka atas sebagai komponen yang menahan langsung beban tersebut, lalu beban dari rangka atas diteruskan ke rangka tengah, beban dari rangka tengah diteruskan ke rangka bawah, yang berarti menyangga keseluruhan dari beban yang diterima *motorcycle lift* dari motor.

Untuk menjamin bahwa hasil rancangan berkualitas baik, kuat dan tahan lama maka dibutuhkan ketepatan dalam perhitungan teknik. Pada rangka atas menerima momen maksimal (M_{max}) sebesar 85527,612 Nmm dan gaya vertikal (V) maksimal yang diterima sebesar 661,5 N. Maka tegangan lentur yang diterima akibat beban (σ_{beban}) sebesar 20,743 N/mm², dan tegangan tekan (τ_{beban}) sebesar 1,907 N/mm². Pada rangka tengah menerima momen maksimal (M_{max}) sebesar 357719,365 Nmm dan gaya vertikal (V) sebesar 2514,011 N Maka tegangan lentur yang diterima akibat beban (σ_{beban}) sebesar 123,526 N/mm², dan tegangan tekan (τ_{beban}) sebesar 9,048 N/mm². Pada rangka bawah menerima momen maksimal (M_{max}) sebesar 515803,398 Nmm dan gaya vertikal (V) sebesar 2352,984 N. Maka tegangan lentur yang diterima akibat beban (σ_{beban}) sebesar 125,095 N/mm², dan tegangan tekan (τ_{beban}) sebesar 6,784 N/mm². Dari nilai-nilai tersebut dapat diketahui bahwa rangka bawah merupakan bagian yang paling kritis karena menahan beban keseluruhan. Oleh karena itu rangka bawah sangat dimungkinkan terjadi lenturan (*defleksi*) diantara jarak kedua kakinya. Untuk menimalisir adanya lenturan tersebut maka jarak diantara kedua kaki lebih didekatkan lagi pada titik dimana rangka bawah menerima beban paling besar.

Material yang dipakai pada profil konstruksi baja adalah A 36 dengan $\sigma_{ijin} = 165 \text{ N/mm}^2$ dan $\tau_{ijin} = 100 \text{ N/mm}^2$. Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 1,5$. Dari nilai tegangan lentur dan tegangan tekan yang diterima akibat beban pada ketiga rangka, semuanya berada dibawah batas tegangan lentur ijin (σ_{ijin}) dan tegangan tekan ijin (τ_{ijin}) material sehingga dapat disimpulkan bahwa desain pada perancangan ini aman.

Motorcycle lift hasil rancangan memiliki bobot 60 Kg. Oleh mekanik, bobot tersebut masih dirasa masih cukup berat ketika mekanik memindahkan *motorcycle lift* kedalam atau keluar tempat penyimpanan. Untuk mendapatkan bobot yang lebih ringan lagi, beberapa komponen pada *motorcycle lift* dapat diganti dengan komponen yang memiliki bobot yang lebih ringan. Misalnya saja pada bagian plat alas yang seluruhnya memakai *board dies* MS pada area tertentu bisa menggunakan *board dies* alumunium. Bagian plat alas yang mendapat tekanan besar dari standar tengah motor saja yang menggunakan *board dies* MS, sedangkan area lain yang tidak mendapat tekanan besar bisa menggunakan *board dies* alumunium.

5.1.4 Analisis Sistem Gerak

Untuk membuat rancangan alat bantu yang *adjustable* maka dibutuhkan sistem penggerak yang memungkinkan untuk memposisikan motor sesuai dengan keinginan mekanik, sehingga mekanik tidak perlu lagi menyesuaikan posisinya dengan posisi motor. Sistem hidrolik yang digunakan dapat menjawab kebutuhan akan sistem kerja yang *adjustable*. Berapapun ketinggian yang dibutuhkan mekanik asalkan masih dalam rentang jangkauan antara tinggi posisi awal dan tinggi maksimal akan dapat dipenuhi. Sistem hidrolik yang mampu mempertahankan posisi dalam keadaan mengunci sendiri juga sebagai pertimbangan pemakaian dongkrak hidrolik.

Gaya minimum yang dibutuhkan alat penggerak *motorcycle lift* untuk mengangkat beban maksimal 150 Kg adalah 5317,740 N. Jika dikonversikan kedalam bobot menjadi 542,627 Kg \approx 543 Kg. Sistem gerak yang digunakan adalah dongkrak hidrolik merk Kayaba kapasitas 2 Ton dengan *lifting height* maksimal 130 mm. Dengan kapasitas tersebut sangat mampu untuk menahan beban baik dari motor maupun dari rangka itu sendiri. Sesuai dengan pernyataan

kebutuhan dan harapan bahwa dibutuhkan perancangan dengan perawatan yang sederhana dan biaya produksi yang terjangkau, maka pemilihan dongkrak hidrolik dirasa sebagai pilihan yang tepat.

Dongkrak hidrolik tidak membutuhkan perawatannya khusus sehari-hari, perawatan lebih pada pengecekan apakah terjadi kebocoran oli atau tidak. Untuk perbaikan juga tidak membutuhkan biaya yang tinggi. Jika terpaksa melakukan penggantian, dongkrak hidrolik yang banyak dijual dipasaran akan mudah didapat dengan harga satu set dongkrak hidrolik yang terjangkau. Penggantian dapat dilakukan mekanik sendiri tanpa harus membutuhkan tenaga ahli.


Hanya saja sistem gerak memiliki kelemahan, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat motor sampai mencapai posisi yang diinginkan cukup lama yaitu ± 1 menit. Pada *motorcycle lift* yang menggunakan sistem pneumatic hidrolik hanya membutuhkan waktu ± 30 detik. Cara kerjanya yang masih manual membutuhkan tenaga mekanik untuk menggerakannya dengan cara memompa tuas pedal yang terhubung ke tuas dongkrak hidrolik.

5.2 ANALISIS PERBANDINGAN POSTUR KERJA

Secara garis besar proses pengerjaan servis motor sebelum dan sesudah memakai *motorcycle lift* adalah sama, yang membedakan hanya posisi motor ketika diservis. Dengan digunakannya *motorcycle lift* maka mekanik dapat memposisikan motor sesuai dengan postur kerja yang dirasa ideal, sehingga mekanik tidak lagi melakukan servis motor dengan memaksakan posisinya sesuai dengan posisi motor. Perubahan posisi yang terjadi diharapkan dapat memperbaiki postur kerja sebelumnya yang kurang ideal sehingga dapat mengurangi keluhan-keluhan rasa sakit, nyeri, pegal, kram, atau kesemutan pada beberapa bagian tubuh mekanik. Adapun perbedaan mekanisme proses pengerjaan servis motor sebelum dan sesudah memakai *motorcycle lift* ditunjukkan dalam tabel 5.1.

Tabel 5.1 Contoh pengerjaan servis motor sebelum dan sesudah memakai hasil rancangan

<i>No</i>	<i>Sebelum Pemakaian</i>	<i>Setelah Pemakaian</i>	<i>Analisis</i>
1			<p><i>Pada posisi awal jongkok dan duduk di kursi kecil yang banyak digunakan pada pengerjaan-pengerjaan bagian bawah motor yang sulit dijangkau, digantikan dengan posisi berdiri.</i></p>
2			<p><i>Posisi motor diangkat hingga bagian-bagian bawah motor yang dikerjakan dapat diposisikan sesuai dengan postur kerja mekanik.</i></p>

3			<p><i>Pada posisi awal berdiri dengan membungkuk yang banyak digunakan pada pengerjaan-pengerjaan bagian atas motor, digantikan dengan posisi berdiri yang lebih tegak. Posisi motor diangkat hingga bagian-bagian atas motor yang dikerjakan dapat diposisikan sesuai dengan postur kerja mekanik.</i></p>
---	---	---	---

Dari penjabaran mengenai postur kerja sebelum dan setelah pemakaian *motorcycle lift* diatas, selanjutnya dilakukan identifikasi postur kerja mekanik setelah pemakaian *motorcycle lift* menggunakan metode REBA. Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi postur kerja setelah perancangan yang diilustrasikan melalui gambar tersebut mengalami level resiko dan tindakan ke arah yang lebih baik. Hasil penilaian postur kerja sebelum dan sesudah perancangan dapat dilihat dalam tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Hasil REBA sebelum dan setelah perancangan

<i>Postur Kerja Awal</i>				<i>Postur Kerja Setelah Perancangan</i>			
<i>Posisi</i>	<i>Skor REBA</i>	<i>Level Resiko</i>	<i>Tindakan</i>	<i>Posisi</i>	<i>Skor REBA</i>	<i>Level Resiko</i>	<i>Tindakan</i>
<i>Jongkok</i>	<i>10</i>	<i>Tinggi</i>	<i>Segera dilakukan perbaikan</i>	<i>Duduk (kursi)</i>	<i>3</i>	<i>Rendah</i>	<i>Mungkin diperlukan perbaikan</i>
<i>Duduk (bangku kecil)</i>	<i>9</i>	<i>Tinggi</i>	<i>Segera dilakukan perbaikan</i>				
<i>Berdiri (membungkuk)</i>	<i>9</i>	<i>Tinggi</i>	<i>Segera dilakukan perbaikan</i>	<i>Berdiri (lebih tegak)</i>	<i>3</i>	<i>Rendah</i>	<i>Mungkin diperlukan perbaikan</i>

Berdasarkan tabel 5.2, dapat dilihat bahwa hasil identifikasi menggunakan REBA sesudah perancangan terjadi penurunan level resiko. Untuk postur kerja awal sebelum menggunakan *motorcycle lift*, yaitu duduk dan berdiri dengan membungkuk memiliki skor 9 dengan level resiko tinggi, sedangkan pada posisi jongkok memiliki skor 10 dengan level resiko tinggi. Setelah menggunakan *motorcycle lift* hasil rancangan, ketiga postur kerja awal tersebut digantikan dengan postur kerja dengan posisi duduk menggunakan kursi dan posisi berdiri yang lebih tegak yang memiliki skor 3 dengan level resiko rendah.

Dari hasil identifikasi postur kerja setelah perancangan dapat diperoleh hasil bahwa postur tubuh yang lebih baik. Terjadinya penurunan level resiko ini karena adanya perubahan postur kerja yang disebabkan oleh pemakaian alat bantu servis motor, yang mampu memposisikan motor sesuai dengan kebutuhan mekanik, sehingga memungkinkan mekanik untuk dapat bekerja dengan postur tubuh yang dianggap ideal.

5.3 ANALISIS BIAYA

Biaya pembuatan alat bantu mekanik pada pengerjaan servis motor berupa *motorcycle lift* ini terdiri dari biaya material dan biaya non material. Biaya material merupakan biaya untuk pemenuhan kebutuhan material pada proses produksi *motorcycle lift*. Pada penyusunan estimasi biaya yang telah dilakukan pada Tabel 4.17 diperoleh besarnya biaya material yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 1.415.000,-. Ketika menyusun etimasi biaya, tempat yang menjadi

sumber informasi harga-harga material dan komponen sama dengan tempat pembelian material dan komponen yang dibutuhkan, sehingga diharapkan estimasi biaya yang disusun tidak meleset jauh. Jumlah biaya material yang sebenarnya dikeluarkan sebesar Rp 1.550.000,-. Terdapat selisih dengan estimasi biaya yang dtelah dianggarkan sebelumnya dikarenakan adanya pergantian dan penambahan komponen pendukung seperti mur, baut, seling, spring, dan material tambahan. Sedangkan biaya non material merupakan biaya yang dikeluarkan untuk keperluan biaya pengerjaan (termasuk biaya tenaga kerja). Diketahui biaya pengerjaan yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 750.000,- lebih tinggi dari estimasi biaya pengerjaan sebesar Rp 500.000,- dikarenakan pihak bengkel tidak bisa memperkirakan secara pasti hanya dengan melihat konsep desain yang ada. Maka dari biaya material dan non material yang telah disebutkan, total biaya produksi adalah sebesar Rp 2.300.000,-.

Jika pada biaya non material mempertimbangkan biaya ide maka besar biaya ide dalam suatu perancangan biasanya ditentukan sendiri oleh perancang, yaitu diambil prosentase 20% dari biaya material ditambah biaya pengerjaan. Dari hasil perhitungan maka diperoleh biaya ide yang diperlukan adalah sebesar Rp 460.000,-. Dengan demikian besarnya perkiraan biaya total produk hasil rancangan jika mempertimbangkan biaya ide adalah Rp 2.760.000.

Terjadi pembengkakan biaya produksi sebesar Rp. 462.000,- jika dibandingkan dengan estimasi biaya yang telah disusun sebelumnya yaitu sebesar Rp 2.298.000,-. Hal ini disebabkan karena pada awal penyusunan estimasi terdapat perbedaan kebutuhan material pada waktu proses produksi dan pada biaya pengerjaan pihak bengkel hanya memberikan prediksi awal biaya produksi, bukan biaya produksi akhir, seperti yang sudah dijelaskan diatas. Dengan biaya produksi sebesar Rp 2.760.000,- sudah menjawab pernyataan kebutuhan dan harapan yaitu biaya produksi rendah yang disesuaikan dengan omset pemasukan bengkel Loh Jianwi Motor.

Hanya saja terjadi penumpukan sisa-sisa material rangka dan *board dies* yang tidak terpakai dikarenakan pembelian material yang harus sesuai dengan ukuran standar yang dijual. Misalnya saja untuk material besi standar profil *rectangular tube* dijual dipasaran dengan panjang standar yaitu 6 m, padahal dari

kebutuhan material hanya membutuhkan ± 3 m saja. Lebih hemat dan bisa menekan biaya produksi jika proses produksi dilakukan secara masal, tidak hanya membuat satu produk saja karena sisa-sisa material masih bisa digunakan untuk membuat produk *motorcycle lift* lagi. Dengan produksi lebih dari satu buah *motorcycle lift*, maka akan dapat menekan pengeluaran dari sisi biaya material.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan berdasarkan analisis yang telah diuraikan pada bab sebelumnya serta saran untuk penelitian selanjutnya.

6.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. *Motorcycle lift* hasil rancangan memiliki fitur rangka dengan bahan baja alloy A36 profil *tube*, memiliki sistem pengatur ketinggian, dengan dimensi utama panjang 1800 mm, lebar 700 mm, tinggi 200 mm pada posisi minimum, bobot 60 Kg dan jangkauan tinggi maksimum 855 mm.
2. Berdasarkan identifikasi menggunakan REBA pada postur tubuh mekanik setelah perancangan diperoleh hasil terjadi penurunan level resiko dibandingkan sebelum perancangan, dari level resiko tinggi menjadi level resiko rendah.
3. Berdasarkan evaluasi mekanik dan pemilik bengkel Loh Jinawi Motor terhadap penggunaan *motorcycle lift* hasil rancangan, ada beberapa hal yang menjadi kekurangan dari rancangan ini antara lain dari segi kecepatan waktu dalam menaikkan posisi motor dan bobot *motorcycle lift* yang dirasa masih terlalu berat.

6.2 SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk langkah pengembangan atau penelitian selanjutnya, sebagai berikut:

1. Desain rancangan *motorcycle lift* dapat dikembangkan pada sistem penggerak untuk fungsi pengaturan ketinggian ketika memposisikan motor, ketika menaikkan diharapkan membutuhkan waktu yang singkat dan mekanisme yang lebih sederhana.
2. Desain rancangan *motorcycle lift* dapat dikembangkan dengan bobot yang lebih ringan lagi, supaya bobot dari *motorcycle lift* tidak terlalu membebani mekanik pada waktu memindahkan dari tempat penyimpanan.

