

**MODIFIKASI ALAT ENGINE STAND DENGAN MENGGABUNGKAN
SISTEM CRANE HAND WHINCH**



SKRIPSI

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata I pada
Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti**

Disusun Oleh :

AZZALIAN SEPTIA PRAYOGA

2002220089

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI

2025

**UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**



SKRIPSI

**MODIFIKASI ALAT ENGINE STAND DENGAN MENGGABUNGKAN
SISTEM CRANE HAND WHINCH**

**Disusun Oleh :
AZZALIAN SEPTIA PRAYOGA
2002220089**

**Mengetahui, Diperiksa Dan Disetujui
Oleh :**

Ketua Program studi Teknik Mesin

Heriyanto rusmayadi ST, Dip. PG. MT

Dosen Pembimbing I

HJ Rita maria veranika. ST.MT

Dosen pembimbing II

Martin luther king ST.MT

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ani firda ST.MT

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Bertanda Tangan Dibawah ini :

Nama : AZZALIAN SEPTIA PRAYOGA

NPM : 2002220089

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul **MODIFIKASI ALAT ENGINE STAND DENGAN MENGGABUNGKAN SISTEM CRANE HAND WINCH** adalah benar merupakan karya sendiri. Hal – hal yang bukan karya saya, dalam tugas akhir ini diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya tugas akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan tugas akhir dan gelar yang saya peroleh dari tugas akhir tersebut.

Palembang,

Yang membuat pernyataan



AZZALIAN SEPTIA PRAYOGA

NPM . 2002220089

SURAT TANDA BUKTI

Penyerahan Skripsi Program Studi Strata 1 Teknik Mesin

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Azzalian Septia Prayoga
NPM : 2002220089
Tanggal Lulus Sidang Sarjana : 24 Juli 2025

Telah menyerahkan skripsi sebanyak 4 eksemplar dengan judul:

MODIFIKASI ALAT ENGINE STAND DENGAN MENGGABUNGKAN SISTEM CRANE HAND WINCH

Surat tanda bukti penyerahan skripsi ini, merupakan salah satu syarat bebas administrasi dan pengambilan transkrip nilai.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT

Pembimbing I

Hj. Rita Maria Veranika, ST. MT

Palembang, 8 September 2025
Kepada Perpustakaan UTP,
M. Ridwan SE, MT.

Pembimbing II

Martin Luther King, ST., MT.

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : AZZALIAN SEPTIA PRAYOGA

NPM : 2002220089

Fakultas : Teknik

Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin

Judul Skripsi :

**MODIFIKASI ALAT ENGINE STAND DENGAN MENGGABUNGKAN SISTEM
CRANE HAND WINCH**

Benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda, Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dari pihak prodi dan institusi Universitas Tridinanti.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun. Sehingga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui
Verifikator Plagiat



Martin Luther King ST.MT

Palembang, 2025
Yang Membuat Pernyataan



AZZALIAN SEPTIA PRAYOGA

NPM. 2002220089

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik program studi Teknik mesin fakultas Teknik universitas tridinanti, Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : AZZALIAN SEPTIA PRAYOGA
NPM : 2002220089
Jenis Karya : Skripsi/Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti hak bebas royalti noneksekusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**MODIFIKASI ALAT EGINE STAND DENGAN MENGGABUNGKAN
SISTEM CRANE HAND WINCH**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini Universitas Tridinanti berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk sebagaimana mestinya.

Palembang, 2025

Yang Membuat Pernyataan



AZZALIAN SEPTIA PRAYOGA

NPM. 2002220089

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- ❖ Allah itu Maha adil bagi setiap Umatnya setiap kekurangan pasti ada kelebihan Jadi jangan jadikan alasan untuk Mundur
- ❖ Setiap kau merasa dirimu Lebih buruk dari orang lain Lihatlah keluar bahwa hidup mu Masih lebih baik daripada mereka
- ❖ Teruslah Berusaha sampai usaha itu berakhir indah

Kupersembahkan untuk

- Ibu dan ayah yang selalu mensupport hingga sampai ke titik ini dan selalu mendoakan seluruh usaha saya dan semua urusan saya dan selalu yakin terhadap proses saya
- Keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan dari belakang saya sangat berterimakasih
- Dan pada teman seperjuangan yang selalu membantu setiap proses pembuatan alat
- Dan pacar saya yang selalu membantu saya dari proses awal skripsi sampai akhir

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya kepada kami, sehingga dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul, “**Modifikasi Alat Engine Stand Dengan Menggabungkan sistem crane hand whinch**”. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti.

Penulis dalam kesehariannya telah mendapat banyak bantuan, kritik dan saran yang cukup untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak. Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, MS Selaku Rektor Universitas Tridianti Palembang.
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST.MT Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
3. Bapak Heriyanto Rusmayadi .ST.MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
4. Bapak Martin Luther King, ST., MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang
5. Ibu Hj. Rita Maria Veranika, ST., MT. Selaku Pembimbing I dan Bapak Martin Luther King, ST., MT. Yang telah banyak membantu memberi masukan dan saran dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.

6. Yth. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Tridianti Palembang atas ilmu yang telah diberikan.

7. Teman-teman satu perjuangan Teknik Mesin Universitas Tridianti Palembang yang telah memberikan semangat dalam perjuangan menghadapi suka dan duka selama ini, serta pihak yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

proposal ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu saran dan kritik dari pembaca sangat diharapkan. Akhir kata semoga proposal ini dapat bermanfaat.

Palembang, Juni 2025

AZZALIAN SEPTIA PRAYOGA

2002220089

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Masalah	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Engine Stand.....	4
2.2 Crane hand whinch.....	4
2.3 Dasar-dasar pemilihan bahan	4
2.4 Rumus-Rumus Yang Digunakan.....	6
2.4.1 Menentukan gaya	6
2.4.2 Perhitungan Tali baja	6
2.4.2.1 Besar Gaya Tarik pada Tali Baja	6
2.4.2.2 Luas Penampang Tali Baja.....	6
2.4.2.3 Pemeriksaan Tali Baja.....	7
2.4.3 Menghitung gaya tarik yang terjadi pada katrol	7
2.4.4 Momen Puntir pada poros Winch penggulungan Tali Baja.....	8
2.4.5 Gaya untuk memutar Whinch Tali Baja	8

2.4.6	Perhitungan Hook	8
2.4.7	Menentukan Gaya reaksi pada lengan angkat.....	9
2.4.7.1	Menentukan gaya reaksi batang lengan posisi 1	9
2.4.8	Menentukan Momen Maksimum Batang lengan.....	9
2.4.8.1	Menentukan momen maksimum batang lengan posisi ke 1 untuk daerah $0 \leq x \leq 15$ cm.....	9
2.4.8.2	Menentukan momen maksimum batang lengan posisi ke 1 Untuk daerah $15 \leq x \leq 110$ cm	9
2.4.8.3	Menentukan gaya reaksi batang lengan posisi ke – 2.....	9
2.4.8.4	Menentukan momen maksimum batang lengan posisi Ke – 2 untuk daerah $0 \leq x \leq 13$ cm	9
2.4.8.5	Menentukan momen maksimum batang lengan posisi ke 2 Untuk daerah $13 < x < 67$ cm	10
2.4.9	Tegangan bengkok yang terjadi pada batang lengan	10
2.4.9.1	Tegangan Bengkok yang terjadi pada Batang lengan Posisi 1.....	10
2.4.9.2	Tegangan Bengkok yang terjadi pada Batang lengan Posisi 2.....	10
2.4.10	Tegangan Bengkok yang diizinkan pada batang lengan.....	11
2.4.11	Menentukan Gaya reaksi dan tegangan pada Penyangga Crane.....	11
2.4.11.1	Momen akibat beban terpusat diujung lengan crane	11
2.4.11.2	Momen akibat berat lengan crane	11
2.4.11.3	Menentukan momen inersia penampang batang Penyangga crane	12

2.4.11.4	Menentukan tegangan lentur maksimum pada Batang penyangga crane	12
2.4.11.5	Tegangan izin lentur pada batang penyangga crane.....	13
2.4.12	Perhitungan base plate dan angkur baut.....	13
2.4.12.1	Perhitungan gaya horizontal	13
2.4.12.2	Perhitungan tegangan tekan pada lubang plat pondasi	14
2.4.12.3	Perhitungan baut benam.....	14
2.4.13	Tegangan Geser yang terjadi pada pin.....	15
2.4.14	Tegangan geser yang diizinkan pada pin	15
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN		16
3.1	Diagram Alir Perancangan dan Modifikasi.....	16
3.2	Metode Perancangan	17
3.2.1	Studi pustaka.....	17
3.2.2	Studi Lapangan	17
3.3	Modifikasi Alat.....	18
3.4	Cara Kerja Alat.....	18
3.5	Bahan yang digunakan	19
3.6	Prosedur Penelitian	19
3.6.1	Prosedur pembuatan alat	19
3.6.2	Prosedur Pengujian alat.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1.	Menentukan gaya.....	21
4.2.	Perhitungan sebelum memilih Tali Baja.....	21
4.2.1.	Besar Gaya Tarik pada Tali Baja	22
4.2.2.	Luas penampang Tali Baja.....	23

4.2.3. Pemeriksaan kekuatan Tali Baja.....	25
4.3. Menghitung gaya tarik yang terjadi pada Katrol	26
4.4. Momen Puntir pada poros whinch penggulangan Tali Baja.....	26
4.5. Gaya untuk memutar whinch Tali Baja.....	27
4.6. Perhitungan Hook	28
4.7. Menentukan Gaya reaksi pada lengan angkat	38
4.7.1. Menentukan Gaya reaksi batang lengan posisi ke-1.....	38
4.8. Menentukan Momen Maksimum Batang lengan.....	39
4.8.1. Menentukan Momen Maksimum Batang lengan	
Posisi ke-1 untuk daerah: $0 \leq x \leq 15$ cm.....	39
4.8.2. Menentukan Momen Maksimum Batang lengan	
Posisi ke-1 untuk daerah: $15 \leq x \leq 110$ cm.....	41
4.8.3. Menentukan Gaya Reaksi Batang lengan Posisi ke-2.....	42
4.8.4. Menentukan Momen Maksimum Batang lengan	
Posisi ke-2 Untuk daerah: $0 \leq x \leq 13$ cm.....	44
4.8.5. Menentukan Momen Maksimum Batang lengan	
Posisi ke-2 Untuk daerah : $13 \leq x \leq 67$ cm.....	45
4.9. Tegangan Bengkok yang terjadi pada batang lengan	46
4.9.1. Tegangan bengkok yang terjadi pada batang lengan	
Posisi ke-1.....	46
4.9.2. Tegangan bengkok yang terjadi pada batang lengan	
Posisi ke-2.....	47
4.10. Tegangan bengkok yang diizinkan pada batang lengan	48
4.11. Menentukan gaya reaksi dan tegangan pada pipa	
penyangga Crane	49

4.11.1. Momen akibat beban terpusat diujung lengan crane.....	49
4.11.2. Momen akibat berat lengan crane	50
4.11.3. Menentukan momen inersia penampang batang Penyangga crane	51
4.11.4. Menentukan tegangan lentur maksimum pada Batang penyangga crane	52
4.11.5. Tegangan izin lentur pada batang penyangga crane	52
4.12. Perhitungan base plate dan angkur baut pada crane	53
4.12.1. Perhitungan gaya horizontal	54
4.12.2. Perhitungan tegangan tekan pada lubang plat pondasi	55
4.12.3. Perhitungan baut benam.....	56
4.13. Tegangan geser yang terjadi pada pin	59
4.13.1. Tegangan geser yang terjadi pada pin posisi ke-1	59
4.13.2. Tegangan geser yang terjadi pada pin posisi ke-2	60
4.14. Tegangan geser yang diizinkan pada pin.....	60
4.15. Pengujian alat modifikasi engine stand dengan system crane Hand Whinch.....	61
4.16. Analisa	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir	16
Gambar 3.2 Deskripsi Alat	18
Gambar 4.1 Perhitungan Tali Baja	21
Gambar 4.2 Gaya untuk memutar Whinch.....	27
Gambar 4.3 Hook	28
Gambar 4.4 Penampang kritis dan distribusi tegangan	29
Gambar 4.5 DBB Lengan posisi ke-1	38
Gambar 4.6 Potongan Daerah $0 \leq x \leq 15$ cm.....	39
Gambar 4.7 Potongan Daerah $15 \leq x \leq 110$ cm.....	41
Gambar 4.8 DBB Lengan posisi ke-2	42
Gambar 4.9 DBB setelah Trigonometri.....	43
Gambar 4.10 Potongan Daerah $0 \leq x \leq 13$ cm.....	44
Gambar 4.11 Potongan Daerah $13 \leq x \leq 67$ cm.....	44
Gambar 4.12 Penampang batang.....	47
Gambar 4.13 Pipa penyangga Crane	49
Gambar 4.14 Luas penampang batang penyangga	51
Gambar 4.15 Base plate an angkur baut.....	53
Gambar 4.16 Baut benam	56
Gambar 4.17 Pin yang digunakan	59

DAFTAR TABEL

Table 3.1 Waktu pembuatan alat.....	20
Tabel 4.1 Momen untuk Daerah $0 \leq x \leq 15$ cm posisi ke-1.....	40
Tabel 4.2 Momen untuk Daerah $15 \leq x \leq 110$ cm Posisi ke-1.....	41
Tabel 4.3 Momen untuk Daerah $0 \leq x \leq 13$ cm posisi ke-2.....	45
Tabel 4.4 Momen untuk Daerah $13 \leq x \leq 67$ cm Posisi ke-2	46
Table 4.5 Hasil pengujian	61

DAFTAR GRAFIK

GRAFIK :	Halaman
4.1 Grafik perbandingan waktu angkat	62

ABSTRAK

Dalam dunia otomotif, proses pengangkatan dan pemindahan mesin kendaraan membutuhkan alat bantu yang aman, efisien, dan praktis. Salah satu alat yang umum digunakan adalah engine stand. Namun, alat ini masih membutuhkan bantuan tambahan saat proses pengangkatan mesin, yang seringkali memerlukan ruang besar dan tenaga tambahan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi engine stand dengan menggabungkan sistem crane yang dilengkapi dengan hand winch. Sistem ini memungkinkan proses pengangkatan mesin dilakukan secara manual dengan lebih presisi, serta mengurangi ketergantungan pada alat hidrolik atau listrik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi studi pustaka, studi lapangan, perancangan alat, pembuatan, serta pengujian. Beban uji yang digunakan adalah mesin mobil Captiva seberat 82 kg dan transmisi Captiva diesel seberat 98 kg, dengan total beban uji sebesar 180 kg. Berdasarkan hasil perhitungan dan pengujian, alat ini mampu mengangkat beban hingga maksimum 200 kg secara aman. Hasil analisis gaya, momen puntir, tegangan bengkok, dan tegangan geser menunjukkan bahwa alat bekerja dalam batas aman sesuai kekuatan material yang digunakan. Dengan adanya modifikasi ini, engine stand menjadi lebih praktis dan ekonomis, serta dapat meningkatkan efisiensi kerja teknisi dalam proses perawatan mesin kendaraan.

Kata kunci :

Engine stand, Hand winch, Modifikasi alat, Crane manual, Beban maksimum 200 kg, Efisiensi bengkel

ABSTRACT

In the automotive industry, the process of lifting and transferring vehicle engines requires equipment that is safe, efficient, and practical. One commonly used tool is the engine stand. However, this tool often requires additional lifting equipment, which may not be ideal in limited spaces and usually demands more labor. This study aims to modify the engine stand by integrating a crane system equipped with a manual hand winch. This system allows the engine lifting process to be carried out manually with better precision and reduces dependence on hydraulic or electric systems. The methods used in this study include literature review, field observation, equipment design, fabrication, and testing. The test loads include a Captiva engine weighing 82 kg and a Captiva diesel transmission weighing 98 kg, with a total test load of 180 kg. Based on the results, the modified tool can safely lift a maximum load of 200 kg. The analysis of force, torsional moment, bending stress, and shear stress shows that the tool operates safely within the strength limits of the selected materials. This modification makes the engine stand more practical and economical, enhancing the efficiency of automotive workshop operations.

Keywords:

Engine Stand, Hand Winch, Tool Modification, Manual Crane, Maximum Load 200 kg, Workshop Efficiency.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dalam industri otomotif, efisiensi dan keselamatan adalah dua faktor utama yang selalu menjadi perhatian dalam proses perbaikan dan pemeliharaan mesin. Proses pengangkatan dan pemasangan mesin merupakan tugas yang memerlukan peralatan khusus, terutama ketika harus menangani mesin yang berat dan besar. Stand mesin (engine stand) adalah salah satu alat yang digunakan untuk menahan mesin selama perbaikan, tetapi sering kali alat ini membutuhkan tambahan peralatan untuk membantu proses pengangkatan dan pemindahan mesin ke dan dari stand tersebut.

Tradisionalnya, pengangkatan mesin menggunakan crane hidrolik atau alat berat lainnya yang memerlukan ruang besar dan tenaga kerja tambahan. Namun, penggunaan alat seperti ini tidak selalu efisien dalam ruang kerja yang terbatas atau dalam situasi di mana presisi dan keamanan tinggi dibutuhkan.

efisien, dan aman dalam menangani mesin-mesin berat. Salah satu solusinya adalah dengan memodifikasi engine stand dengan mengintegrasikan sistem crane yang dilengkapi dengan hand winch. Sistem hand winch memungkinkan pengangkatan dan penurunan mesin secara manual dengan presisi yang lebih baik, serta mengurangi ketergantungan pada tenaga hidrolik atau listrik, yang pada akhirnya dapat menekan biaya operasional dan pemeliharaan.

Modifikasi ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih terjangkau dan mudah digunakan bagi teknisi dan mekanik, serta mengurangi risiko cedera akibat kesalahan dalam pengangkatan mesin. Dengan integrasi ini, proses pemindahan mesin menjadi lebih cepat, aman, dan hemat tenaga, serta meningkatkan produktivitas di bengkel atau lingkungan kerja otomotif lainnya.

1.2 Rumusan masalah

Dari uraian yang dijelaskan pada latar belakang di atas maka akan dijumpai permasalahan peneliti saat melakukan modifikasi yaitu sebagai berikut:

1. Mampukah alat yang dibuat dengan memodifikasi engine stand dengan menggabungkan sistem crane hand winch dapat mengangkat beban yang diangkat
2. Berapa besar beban maksimum yang dapat diangkat oleh engine stand setelah dimodifikasi

1.3 Batasan Masalah

Dengan begitu luas permasalahan untuk dibahas, maka penulis membatasi permasalahannya, yaitu:

1. Alat yang dirancang digerakan manual
2. Sistem pengangkat yang digunakan hand winch
3. Beban yang diangkat 82 kg mesin mobil captiva beban 98kg transmisi mobil captiva diesel dan mengangkat beban maksimum 200 kg

1.4 Tujuan Masalah

Adapun tujuan dari modifikasi alat Engine Stand dengan menggabungkan system crane hand winch ini, adalah:

1. Mempermudah mengangkat dan menurunkan mesin pada proses perbaikan mesin
2. Dapat mempermudah pekerjaan seorang mekanik pada bengkel/workshop mobil.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang akan didapat dari modifikasi alat Engine Stand dengan menggabungkan system crane dan hand whinch, adalah :

1. Dapat menentukan jenis bahan dan konstruksi rangka yang tepat dalam perancangan dan pembuatan alat Engine Stand dengan menggabungkan sistem crane hand winch.
2. Dapat menyediakan Engine Stand yang lebih terjangkau oleh masyarakat dengan spesifikasi yang tidak kalah baik seperti di pasaran.

DAFTAR PUSTAKA

1. James R. Thrower. 1986. ***Technical Statics And Strength Of Materials***.
Canada:Nelson Canada
2. N. Rudenko.1964. ***Mesin Pengangkat***. Terjemahan oleh Ir. Nazar Foad.
Jakarta:Erlangga
3. Sularso & Suga. (1978). ***Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin***.
Jakarta:Pradnya Paramita.
4. Yohannes Hutahean ,Ramses. 2014 ***Mekanika kekuatan material*** : Graha ilmu
Yogyakarta.
5. Shigley Joseph E dan Mitchell ***Lary D, Perancangan teknik mesin edisi ke empat*** PT .Gelora Aksara Pratama , jakarta , 1995
6. Parr, Andrew. ***Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide***. 2nd ed., Butterworth-Heinemann, 1999.

7. Parr, Andrew. *Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide*. 2nd ed., Butterworth-Heinemann, 1999.