

LAPORAN AKHIR HIBAH BERSAING

**RANCANG BANGUN ALAT BANTU PELEPAS DAN PEMASANG SAM-
BUNGAN BOLA (*Ball-Joint*) UNTUK KEBUTUHAN SERVICE DALAM
USAHA PENINGKATAN KUALITAS HASIL PERBAIKAN.**

**Ir. Agus Sentana, MT
Dr. Ir. H. Dedi Lazuardi, DEA
Ir. Syahbardia, MT**



Dibiayai oleh :

DIPA Kopertis Wilayah IV, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, sesuai dengan Surat Perjanjian Hibah Penelitian nomor : 1043/K4/KM/2014

**UNIVERSITAS PASUNDAN (UNPAS) – BANDUNG
DESEMBER 2014**

**HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
PENELITIAN HIBAH BERSAING**

Judul Penelitian : **Rancang Bangun Alat Bantu Pelepas dan Pemasang Sambungan Bola (*ball-joint*) Untuk Kebutuhan Service Dalam Usaha Peningkatan Kualitas Hasil Perbaikan.**

Bidang Penelitian

: 431/TEKNIK MESIN

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap

b. NIP/NIK

c. NIDN

d. Jabatan Fungsional

e. Jabatan Struktural

f. Fakultas/Jurusan

g. Pusat Penelitian

h. Alamat Institusi

i. Telpon/Faks/E-mail

: Ir. Agus Sentana, MT

: 151 101 80

: 0418086901

: Lektor

: Wakil Dekan III FT Unpas

: Teknik/ Teknik Mesin

: Lemlit Universitas Pasundan (Unpas).

: Jl. Setiabudhi no. 193 Bandung- 40153

: 022- 2019433/022-2019329/agsent@gmail.com

j. Waktu Penelitian

: Tahun ke 1 (satu) dari rencana 2(dua) tahun


Pembiayaan :

a. Jumlah Biaya Penelitian : Rp. 50.000.000,--

b. Pencairan Tahap I (70%) : Rp. 35.000.000,-


c. Pencairan Tahap II(30%) : Rp. 15.000.000,-

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pasundan


Dr. Ir. Yudi Garnida, MP
NIPY : 151 102 29

Bandung, 15 Desember 2014

Ketua,


Ir. Agus Sentana, MT
NIPY : 151 101 80


Menyetujui,
Ketua Lemlit Unpas

Dr. Yaya Mulyana A. Aziz, MSi
NIP/NIK 151 f01 56

Abstrak

Sambungan bola (ball-joint) adalah jenis sambungan tiga derajat kebebasan dengan kontak bola sebagai media sambungannya. Sambungan jenis ini digunakan pada mekanisme sistem kemudi dan suspensi kendaraan roda empat. Pada mekanisme tersebut sambungan ini dikelompokkan pada sambungan dengan beban dan sambungan tanpa beban. Sambungan dengan beban merupakan yang paling sering diaplikasikan. Sehingga untuk penggunaan dalam waktu tertentu sambungan ini membutuhkan proses perbaikan atau penggantian apabila terjadi kerusakan. Proses perbaikan pada umumnya dilakukan terlebih dahulu sebelum proses penggantian, karena biaya yang dibutuhkan relatif lebih murah dibanding proses penggantian. Perbaikan dilakukan dengan mengganti elemen kotak (ball-seat dan ball-stud) yang sudah mengalami keausan. Belum adanya proses dan peralatan standar yang digunakan pada perbaikan sambungan bola oleh bengkel perbaikan, proses pelepasan dan pemasangan dilakukan dengan pembubutan pada bagian rumah bolanya. Kondisi tersebut mengakibatkan turunnya kekuatan sambungan, karena bagian rumah yang dibubut akan menjadi tipis. Turunnya kekuatan dapat menyebabkan kegagalan. Jika hal ini terjadi terutama pada mekanisme sistem kemudi dan sistem suspensi akan menyebabkan kejadian yang cukup fatal pada pengguna kendaraan, karena kedua mekanisme tersebut digunakan pada saat kendaraan sedang berjalan. Dengan demikian dalam penelitian ini dikemukakan mengenai perancangan alat bantu pelepas dan pasang sambungan bola (ball joint) untuk kebutuhan service dalam usaha peningkatan kualitas hasil perbaikan. Dari hasil perancangan dan simulasi diperoleh alat bantu pelepas dan pasang sambungan bola (ball joint) menggunakan hidrolik kapasitas 5 ton dengan base atau dudukan dies dapat disesuaikan dengan ukuran dan kebutuhan. Dimensi dari konstruksi alat/mesin pelepas dan pasang ball joint tersebut adalah 300 x 180 x 460 dalam satuan mm dan secara lengkap ditunjukkan pada gambar teknik hasil perancangan.

Kata kunci : sambungan bola (*ball joint*), mekanisme sistem kemudi, dan perbaikan (*service*)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Alloh swt., karena dengan limpahan rahmat dan karunia Nya laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini berjudul ” Rancang Bangun Alat Bantu Pelepas dan Pemasang Sambungan Bola (*Ball-Joint*) Untuk Kebutuhan Service Dalam Usaha Peningkatan Kualitas Hasil Perbaikan.

Dalam penulisan ini disadari penulis masih mengalami tantangan dan kendala ini tentunya berasal dari kekurangan dan keterbatasan kami sebagai peneliti. Namun demikian kekurangan dan keterbatasan tersebut dapat kami atasi dengan berbagai upaya dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga laporan penelitian berhasil disusun. Oleh karena itu dalam kesempatan ini perkenankan kami menyampaikan ucapan terima kasih yang setinggi tingginya kepada :

1. Direktur DP2M Dikti yang menyediakan dana penelitian sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.
2. Bapak Ketua Lembaga Penelitian Universitas Pasundan (UNPAS) beserta staf yng senantiasa memberi bantuan kepada peneliti, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.
3. Bapak Dekan Fakultas Teknik beserta para Wakil Dekan dan Staf, atas segala bantuan dan kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.
4. Bengkel kaki-kaki AKA Spring dan Cahaya Utama yang ada di Sadakeling dan Cihampelas Bandung yang telah membantu dalam penelitian ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam terlaksananya kegiatan penelitian ini.

Akhir kata semoga penelitian ini bermanfaat dan segala bentuk bantuan yang telah Bapak/Ibu berikan mendapat imbalan yang setimpal dari Yang Maha Kuasa.

Bandung, Desember 2014

Peneliti

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II STUDI PUSTAKA	4
BAB III ANALISIS KERUSAKAN DAN PROSES PERBAIKAN ..	9
BAB IV KEGIATAN SURVEY KE BENGKEL KAKI KAKI	14
BAB V PENYUSUNAN KONSEP PERBAIKAN DAN PERAN- CANGAN	16
BAB VI ANALISIS TEGANGAN DAN PEMODELAN CAD	18
BAB VII KESIMPULAN	21
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

Sambungan bola (*ball-joint*) banyak digunakan pada mekanisme sistem kemudi (*steering system*) dan sistem suspensi (*suspension system*) pada kendaraan roda empat. Pada kendaraan roda empat, sambungan ini dikelompokkan pada sambungan dengan beban (*load carrying ball-joint*) dan sambungan tanpa beban (*non-load carrying ball-joint*). Hal ini terjadi karena kedua mekanisme tersebut berfungsi selain pengendali gerak juga sebagai penunjang laju kendaraan. Akibat sering terjadinya gerakan dan benturan saat kendaraan dioperasikan, kerusakan pada sambungan sangat mudah terjadi, terutama pada kendaraan dengan operasional tinggi (kendaraan angkutan umum). Kerusakan yang terjadi dimulai dengan aus-nya elemen kontak, akibatnya hubungan bola dan mangkuk bola menjadi longgar dan gerak roda menjadi tidak stabil.

Solusi terbaik menangani hal tersebut adalah dengan menggantinya, akan tetapi hal ini jarang dilakukan terutama pada kendaraan umum, mereka lebih baik melakukan proses perbaikan terlebih dahulu sebelum proses penggantian dilakukan, dengan tujuan efisiensi biaya perawatannya. Proses perbaikan biasanya dilakukan dengan mengganti elemen yang sudah aus yaitu elemen *ball-seat* dan *ball-stud*, yang biasa dilakukan di bengkel khusus dengan sebutan bengkel kaki-kaki. Pada bengkel tersebut, proses pelepasan kedua elemen tadi dilakukan dengan proses pembubutan pada rumah bola dibagian bawah pegasudukan bola (*spring seat*), setelah terlepas, elemen *ball-stud* dapat didorong keluar dengan bantuan mesin press.

Proses ini merupakan proses yang paling mudah dilakukan, akan tetapi sambungan bola setelah proses perbaikan kekuatannya menjadi turun karena rumah sambungan sudah menipis akibat proses pembubutan dan dapat menyebabkan kegagalan. Jika hal ini terjadi terutama pada mekanisme sistem kemudi dan sistem suspensi akan menyebabkan kejadian yang cukup fatal pada pengguna kendaraan, karena kedua mekanisme tersebut digunakan pada saat kendaraan sedang berjalan. Kerugian lain sambungan bola yang sudah diperbaiki tidak bisa diperbaiki ulang, karena bagian rumah bola sudah menipis sehingga tidak bisa dibubut kembali.

Melihat kondisi tersebut dilakukan suatu penelitian awal dengan merancang mekanisme pelepas dan pemasangan kembali elemen kontak pada sambungan bola tanpa merusak struktur sambungannya, dengan tujuan hasil penelitian dapat diaplikasikan pada bengkel perbaikan kaki-kaki dalam proses perbaikan yang dilakukannya. Sehingga sambungan bola yang sudah mengalami proses perbaikan kekuatannya relatif tidak berubah. Sehingga proses efisiensi biaya perawatan kendaraan tidak berdampak pada pengurangan tingkat keamanan kendaraan tersebut.

1.1 Tujuan Khusus

Penelitian ini diharapkan mempunyai dampak yang luas terhadap perkembangan Industri dan teknologi di Indonesia, khususnya bagi industri perbengkelan (khususnya bengkel perbaikan kendaraan roda empat) dan industri transportasi darat, serta kemajuan pendidikan di perguruan tinggi teknik di Indonesia. Tujuan khusus yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Dihasilkannya prototipe alat bantu pelepas dan pemasang elemen sambungan bola (*ball-joint*) yang digunakan pada mekanisme sistem kemudi dan sistem suspensi kendaraan roda empat. Alat bantu ini saat digunakan pada proses perbaikan tidak merusak struktur elemen utama sambungan bola yang sedang diperbaiki.
2. Adanya proses baku (SOP) yang digunakan oleh bengkel perbaikan pada tiap tahapan proses perbaikannya, khususnya pada proses perbaikan jenis sambungan bola (*ball-joint*).
3. Kekuatan sambungan bola (*ball-joint*) setelah proses perbaikan, relatif sama dengan kekuatannya sebelum proses perbaikan.
4. Sambungan bola (*ball-joint*) yang sudah mengalami perbaikan dapat diperbaiki ulang, karena proses perbaikan yang dilakukan tidak merusak struktur elemen utamanya.
5. Meningkatnya kualitas hasil perbaikan.
6. Menurunnya biaya perawatan kendaraan, terutama pada kendaraan dengan operasional tinggi (kendaraan angkutan umum).
7. Bertambahnya peralatan proses yang dibuat di dalam negeri yang digunakan pada bengkel service kendaraan roda empat khususnya pada bengkel service kaki-kaki.
8. Membuka jalan untuk penelitian lebih lanjut antara lain: (1) Perancangan mekanisme alat bantu proses, (2) pengembangan model, dan material komponen yang digunakan pada sambungan bola (*ball-joint*).
9. Bagi masyarakat akademik, hasil penelitian ini dapat disebar luaskan sehingga akan meningkatkan proses belajar mengajar dibidang perancangan mesin dan proses pembuatannya.
10. Secara tidak langsung, hasil penelitian ini dapat menunjang program nasional keselamatan transportasi, karena proses perbaikan yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak diikuti dengan penurunan kekuatan komponennya.
11. Membuka peluang dihasilkannya patent sederhana untuk desain mekanisme alat.

1.2 Urgensi Penelitian

Ball-joint merupakan suatu sambungan bentuk bola yang memiliki tiga derajat kebebasan, yang digunakan pada sambungan mekanisme sistem kemudi dan sistem suspensi pada kendaraan roda empat sebagai penghubung *steering coloumn* dan *knuckle*. Pada sistem suspensi sambungan bola selain sebagai penghubung, juga berfungsi sebagai penumpu beban vertikal dan lateral dari roda, dan sebagai sumbu putar roda saat kendaraan akan berbelok. Pada sistem ini *ball-joint* dipasang pada lengan atas dan bawah, yang menghubungkan *knuckle* dengan lengan pengontrol.

Penggunaan Sambungan ini memungkinkan terjadinya gerakan dalam berbagai arah, sehingga *steering knuckle* dapat berputar walaupun suspensi bergerak naik turun. Akibat gerakan seperti ini sambungan bola relatif cepat mengalami kerusakan terutama pada kendaraan dengan operasional tinggi (kendaraan umum dan kendaraan angkutan berat) dan sering lelatui jalanan yang tidak rata. Kerusakan yang terjadi dimulai dengan aus-nya elemen kontak bola dan mangkuk bola yang menyebabkan longgarnya kontak antar sambungan, yang berakibat pada tidak stabilnya gerak roda pada saat kendaraan dijalankan.

Metoda perbaikan yang biasa dilakukan adalah dengan melakukan proses pembubutan pada rumah bola dibagian bawah pegas dudukan bola (*spring seat*), setelah terlepas,

elemen *ball-stud* dapat didorong keluar menggunakan mesin press dan proses penggantian elemen kontak dapat dilakukan. Metoda perbaikan jenis ini akan berakibat:

1. Turunnya kekuatan sambungan karena terjadinya penipisan pada bagian rumah bola (*spring seat*) akibat pembubutan, yang dapat menyebabkan kegagalan pada saat sambungan digunakan.
2. Sambungan yang sudah mengalami perbaikan tidak bisa diperbaiki ulang karena *spring seat* pada rumah bola sudah menipis dan tidak bisa dibubut kembali.
3. Peralatan proses perbaikan yang dibutuhkan terdiri dari mesin bubut dan mesin press pendorong *ball-stud*.
4. Alur kelingan bagian bawah penutup *ball-seat* menjadi tidak utuh lagi karena ada bagian yang terbuang pada saat proses pembubutan.
5. Proses pengerjaan akan membutuhkan waktu yang cukup lama.

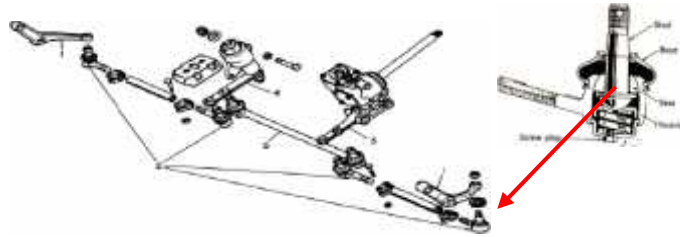
Berlatar belakang dari kondisi diatas dirancang suatu alat bantu yang dapat digunakan untuk mengeluarkan elemen *ball-stud* dari rumah bola tanpa merusak *spring seat*-nya. Dengan alat bantu ini diharapkan kualitas hasil perbaikan dapat lebih ditingkatkan. Keuntungan lain dari proses perbaikan dengan menggunakan alat bantu tersebut adalah:

1. Proses pengerjaan menjadi lebih sederhana karena dilakukan hanya bantuan satu unit alat bantu hasil rancangan/penelitian yang dapat digunakan untuk melepaskan dan pemasangan tiap elemen sambungan bola yang akan diperbaiki tanpa merusak komponen utamanya
2. Kekuatan sambungan relatif tidak mengalami perubahan setelah proses perbaikan, karena tidak terjadinya proses penipisan akibat pembubutan.
3. Sambungan yang sudah mengalami perbaikan dapat diperbaiki ulang. Karena tidak terjadi perubahan dimensi pada setiap elemen pendukungnya.
4. Penggunaan alat bantu ini dapat selain kualitas hasil perbaikan dapat ditingkatkan, efisiensi biaya perawatan kendaraan dapat ditingkatkan karena sambungan bola yang sudah mengalami perbaikan dapat diperbaiki ulang jika elemen kontak nya sudah kembali mengalami keausan.

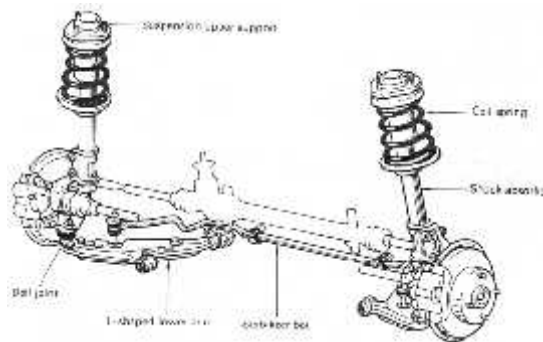
BAB II STUDI PUSTAKA

Seperti diungkapkan diawal sambungan bola merupakan sambungan tiga derajat kebebasan dengan kontak bola dan mangkuk bola sebagai media sambungannya. Sambungan ini pada kendaraan roda empat digunakan pada sambungan mekanisme sistem kemudi dan sistem suspensi.

Pada mekanisme sistem kemudi sambungan bola digunakan sebagai penghubung *steering column* dan *knuckle*. Sedangkan pada sistem suspensi selain digunakan selain sebagai penghubung juga digunakan sebagai penumpu beban vertikal dan lateral dari roda, juga berfungsi sebagai sumbu putaran roda pada saat kendaraan berbelok.

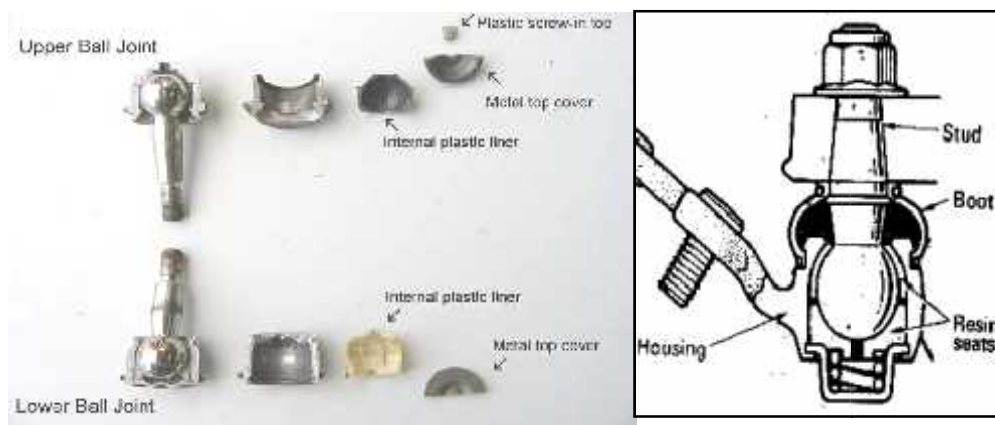


Gambar 1. Sambungan bola (*ball-joint*) pada mekanisme sistem kemudi



Gambar 2. Sambungan bola (*ball-joint*) pada mekanisme sistem suspensi

Dilihat dari struktur konstruksinya sambungan bola (*ball-joint*) terdiri dari beberapa elemen yaitu *housing* yang berfungsi sebagai rumah bola, *ball-stud* yang permukaannya dilapisi *resin-seat/teflon* yang berfungsi sebagaiudukan/batalan kontak sambungan bola, *spring seat* yang berbentuk pegas *spiral* dipasang pada bagian bawah yang ditutup mangkuk yang dikelingkan pada alur yang dibuat pada rumah bolanya. Elemen ini berfungsi sebagai penetrator *ball-stud*.



Gambar 3. Konstruksi sambungan bola (*ball-joint*)

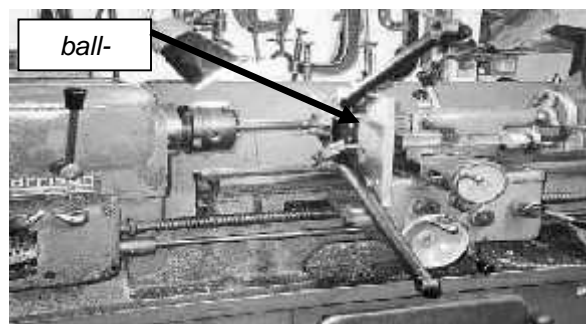
Pada bagian elemen kontak dilumasi dengan gemuk untuk mengurangi keausan akibat gesekan. Pada setiap interval waktu tertentu gemuk harus diganti atau ditambahkan. Pada jenis sambungan bola yang menggunakan elemen kontak dari resin tidak membutuhkan penggantian/penambahan gemuk.

Tiap sambungan bola dalam aplikasinya akan mengalami dua klasifikasi pembebanan yaitu sambungan tanpa beban (*non load carrying ball-joint*) dan sambungan dengan beban (*load carrying ball-joint*), tergantung posisi sambungan pada saat mekanisme dioperasikan.

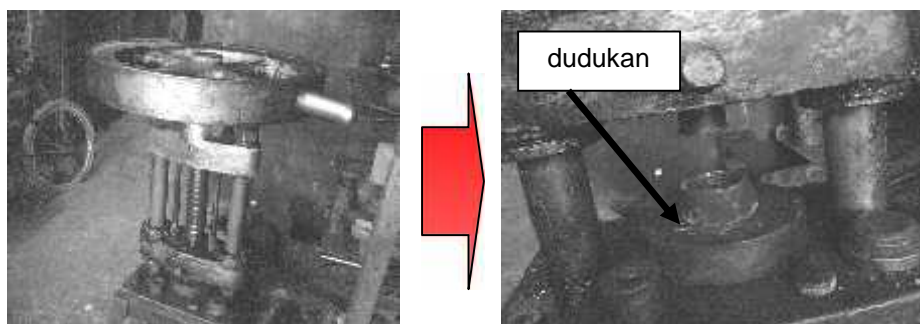
Pada sambungan dengan jumlah pembebanan lebih banyak akan mengalami kerusakan lebih cepat dibanding sambungan tanpa beban. Kerusakan dimulai dengan ausnya permukaan kontak yaitu menipis atau pecahnya bagian bantalan *resin/teflon* yang berfungsi sebagai penumpu bola pada mangkuk sambungannya. Jika sambungan *ball-joint* sudah rusak (longgar) maka elemen tersebut harus diganti atau diperbaiki.

Proses perbaikan, dimulai dengan pemeriksaan, pembongkaran/pelepasan, dan penggantian komponen yang sudah aus dan diakhiri dengan pemasangan kembali seluruh elemennya. Metoda perbaikan sambungan bola yang biasa dilakukan di bengkel kaki-kaki dilakukan membuka penutup *spring-seat* dengan jalan membubut bagian bawah rumah bola, selanjutnya ball-stud didorong dengan menggunakan mesin press. Tahapan proses pembongkaran elemen sambungan bola yang dilakukan pada bengkel kaki-kaki adalah sebagai berikut:

1. Melepaskan penutup *ball-stud* dari rumah *ball-joint*. dengan membuang alur kelingan pada dudukan mangkuk bola (*ball-seat*) dengan jalan dibubut.
2. Menjepit lengan pengontrol dan menekan *ball-stud* keluar dengan menggunakan penekan hidrolik/mesin press.
3. Membuka pengunci yang menahan *ball-stud ball* dan *resin-seat*.
4. Membuka mangkuk bola (*resin seat*) yang sudah aus dari permukaan *ball-stud*, dan menggantinya dengan yang baru.



Gambar 4. Proses pembubutan penutup *spring-seat* pada sambungan bola



Gambar 5. Penekan ball-stud pada sambungan bola yang sedang diperbaiki

Tahapan berikutnya adalah tahapan pemasangan kembali elemen sambungan bola dengan urutan sebagai berikut:

1. Masukkan *resin-seat* dan *ball-stud* kedalam mangkuk bola (*ball-seat*) dengan menggunakan alat bantu pengarah.
2. Masukkan *ball-stud* berikut elemen kontaknya kedalam rumah bola yang sudah dilumasi bagian dalamnya dengan alat penekan.
3. Pasang *shim-metal*, pelapis permukaan (*rubber cushion*), dan penutup.
4. Tekan penutup sabungan dengan alat bantu penekan hidrolis, dan kelingkan kembali kelingan penahan *spring seat* dengan menggunakan mesin bubut pada bagian bibirnya.

Dilihat dari proses pelepasan dan pemasangan sambungan bola yang dilakukan oleh bengkel kaki-kaki secara umumnya dapat ditarik kesimpulan:

1. Proses pengerjaan relatif rumit, dan dibutuhkan dua alat bantu proses yaitu mesin bubut dan mesin press hidrolis.
2. Proses perbaikan dilakukan dengan merusak konstruksi rumah sambungan bola yang dapat mengakibatkan turunnya kekuatan sambungan setelah proses perbaikan.
3. Alur kelingan bagian bawah penutup *spring-seat* menjadi tidak utuh lagi karena ada bagian yang terbuang pada saat proses pembubutan.
4. Proses pengerjaan akan membutuhkan waktu yang cukup lama.
5. Umur hasil perbaikan relatif rendah, karena karena ada beberapa elemen yang mengalami penurunan dimensi.
6. Perbaikan hanya dapat dilakukan satu sekali dan tidak bisa diperbaiki secara berulang jika mengalami kerusakan kembali, karena alur pengunci pada bagian pengelingan sudah habis terbuang pada saat pembubutan pada tahap proses pelepasan.

Berlatar belakang hal tersebut diatas, dilakukan penelitian awal yang berupaya meningkatkan kualitas hasil perbaikan sambungan bola dengan membuat alat bantu dan pelepas dan pasang elemen sambungan tanpa merusak elemen utamanya.

Proses perbaikan sambungan bola dengan menggunakan alat bantu pelepas dan pasang hasil perancangan/penelitian akan memberikan keuntungan sebagai berikut:

1. Proses pengerjaan menjadi lebih sederhana karena dilakukan hanya bantuan satu unit alat bantu hasil rancangan/penelitian yang dapat digunakan untuk melepaskan dan memasang tiap elemen sambungan bola yang akan diperbaiki tanpa merusak komponen utamanya.
2. Investasi peralatan proses perbaikan menjadi turun karena alat bantu yang dibutuhkan hanya alat bantu hasil rancangan/penelitian.
3. Proses perbaikan yang dilakukan tanpa merusak konstruksi elemen utama sambungan, sehingga kekuatan sambungan relatif tidak berubah setelah proses perbaikan.
4. Proses pengerjaan menjadi lebih singkat.
5. Proses perbaikan dapat dilakukan secara berulang.

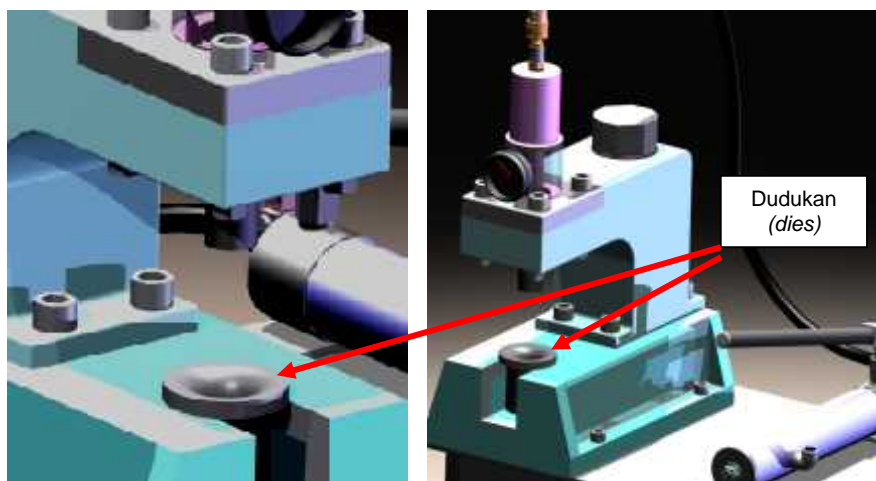
Alat bantu yang diusulkan dalam penelitian ini akan dibuat dengan sistem pengoperasian yang sederhana tanpa mengurangi aspek fungsinya sebagai alat pelepas dan pasang elemen sambungan bola.

Alat ini dirancang sedemikian rupa sehingga tidak lagi diperlukan alat bantu penekan lain karena jarak antara aktuator penekan danudukan penahan dapat disesuaikan dengan ukuran sambungan bola yang akan diperbaiki. Dudukan dapat diatur sesuai dengan bentuk dan ukuran sambungan bola yang elemnnya akan dilepas atau dipasang kembali. Alat ini digerakan dengan sistem hidrolik yang dioperasikan secara manual dengan aktuator yang disatukan dengan dies penekan.



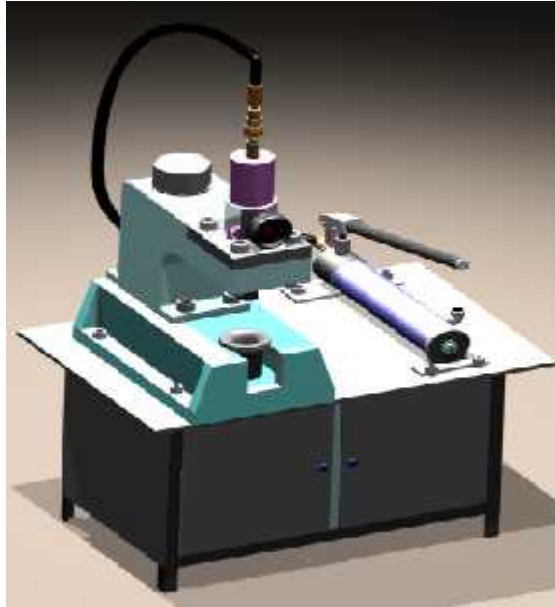
Gambar 6. Bentuk alur penutup *ball-stud* yang tetap utuh setelah proses pelepasan

Pada proses pembongkaran/pelepasan elemen *ball-stud* dilakukan tanpa alat bantu penekan lain, begitu pula pada proses pelepasan penutup *spring-seat* dan *ball-seat* dilakukan tanpa putaran dan pemotongan seperti halnya pada mesin bubut. Pada saat proses pelepasan ini, *ball-stud* dipasang diantara dudukan (*dies*) panahan dan aktuator penekan, kemudian aktuator hidrolik ditekankan dan mendorong *ball-stud*, dan melepas *spring-seat* dan *ball-seat* keluar perlahan-lahan, tanpa merusak bagian alur penguncinya.



Gambar 7. Posisi dudukan pada saat pelepasan dan penekan.

Pada proses pemasangan, dilakukan dengan tahapan yang sama dengan tahapan proses pembongkaran, yang membedakan hanya pada dudukan (*dies*) yang digunakan. Pada proses ini penekanan dilakukan pada pelat penutup rumah bantalan bola sampai terkunci pada kelingannya.



Gambar 8. Rancangan awal alat bantu pelepas dan pasang sambungan bola (*ball-joint*)

Dari beberapa alternatif metoda perbaikan pada sambungan bola (*ball-joint*) penggunaan alat bantu dan pelepas yang akan dilakukan pada usulan penelitian ini mempunyai keuntungan :

- Kualitas hasil perbaikan dapat ditingkatkan.
- Kekuatan sambungan hasil perbaikan relatif tidak mengalami perubahan.
- Saat melakukan proses perbaikan alat bantu yang digunakan tidak bersuara (berisik), tidak seperti mesin bubut.
- Tidak membutuhkan peralatan lain pada saat membongkar dan memasang kembali elemen sambungan bola.
- Alat bantu tidak membutuhkan energi listrik sebagai penggerakannya, alat bantu digerakan dengan sistem hidrolik secara manual.
- Tidak memerlukan ruangan yang lebih luas.
- Mudah dalam pengoperasian dan murah dalam perawatan.
- Bentuk sederhana dan mudah untuk dipindah tempatkan.

BAB III

ANALISIS KERUSAKAN DAN PROSES PERBAIKAN YANG BIASA DILAKUKAN PADA UMUMNYA

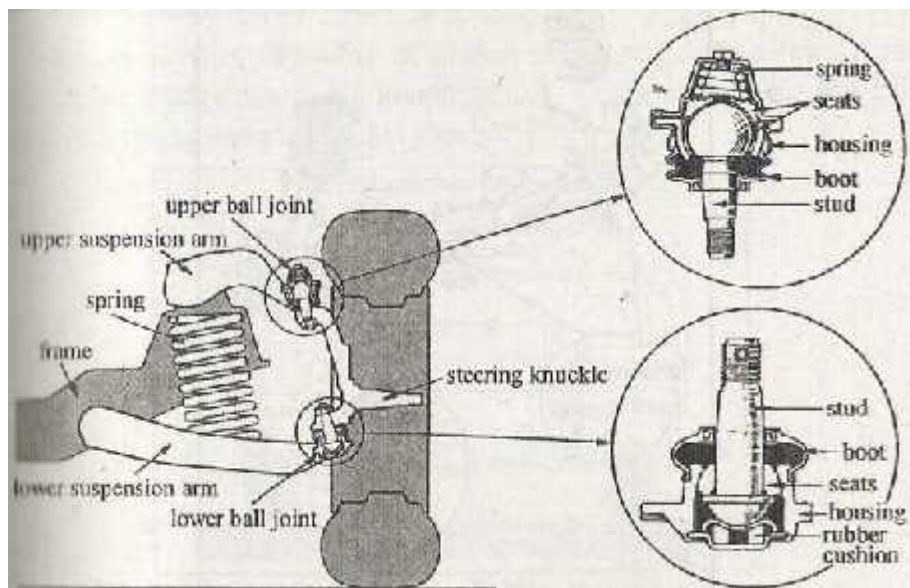
Ball Joint merupakan poros antara roda dan suspensi mobil. Ball Joint memegang peran penting dalam kemudi mobil dan suspensi yang aman. Jika terjadi masalah pada Ball Joint, secepat mungkin diatasi dengan memperbaikinya atau menggantinya. *Sealed Ball Joint* tidak memerlukan pelumasan tetapi *ball joint* standar harus dilumasi dari waktu ke waktu. Pemeriksaan ball joint standar minimal dilakukan setahun sekali. Meskipun tidak ada usia yang tepat, ball joint bisa rusak saat mencapai 80.000 mil.

a. Kerusakan *Ball Joint*

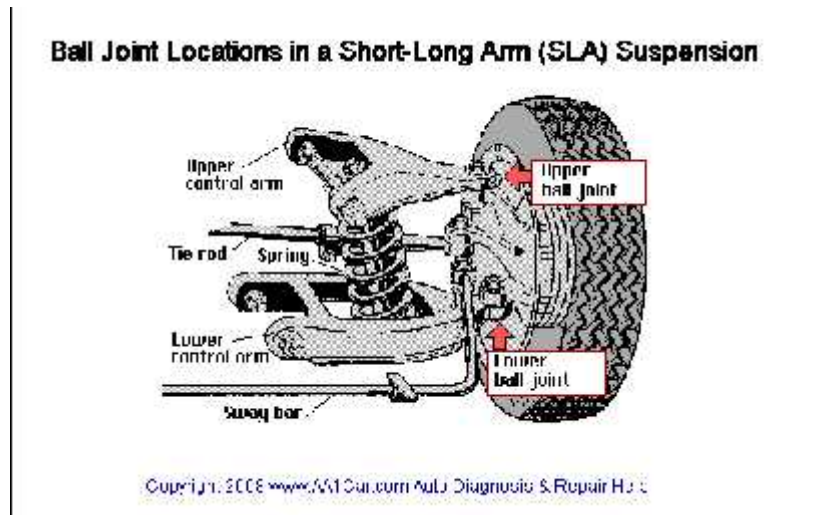
Tanda-tanda awal kerusakan *Ball Joint* adalah :

1. Karet penutup sobek, sehingga kotoran bisa masuk.
2. Muncul suara ketika roda berbalik dan akhirnya berubah menjadi bunyi berderit pada saat berhenti.
3. Ketika melewati gundukan., ada suara 'gedebuk'. Suara-suara tersebut datang dari suspensi depan ketika terjadi atas gundukan.

Jika *ball joint* rusak, dapat menyebabkan berbahaya pada kendaraan karena sudut roda akan menjadi tak terbatas, menyebabkan hilangnya kontrol kemudi. Karena ban atau roda akan mencapai sudut yang tidak diinginkan, sehingga terjadi kerusakan pada ban dan selain itu dapat merusak bagian-bagian lain dari kendaraan. *Ball joint* digunakan pada sistem kemudi dan sistem suspensi. *Ball joint* menerima beban vertikal maupun lateral. *Ball joint* juga berfungsi sebagai sumbu putaran roda pada saat membelok dan sumbu putar pada komponen *steering linkage*. Perawatan *ball joint* yaitu dengan mengganti gemuk sesuai dengan interval tertentu, gemuk yang digunakan adalah tipe *molybdenum disulfide lithium base* penggantian.



Gambar 10 Bagian-bagian *Ball Joint*



Gambar 11 Lokasi Ball joint pada Suspensi Mobil

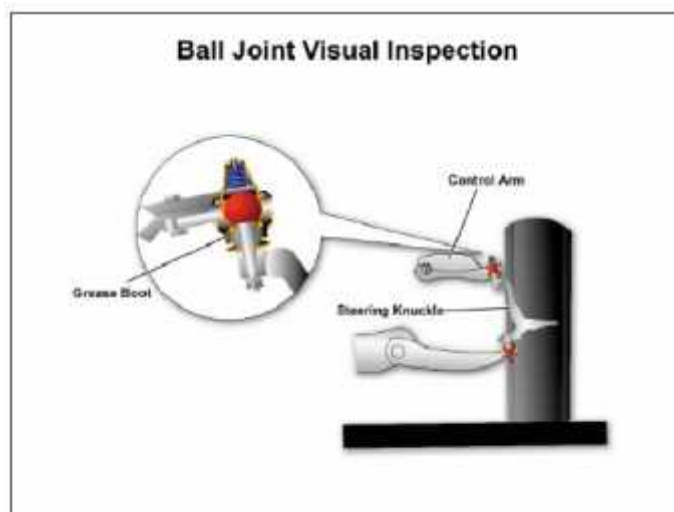
b. Pemeriksaan Visual *Ball Joint*

Ball joint yang aus atau longgar (bergerak tidak teratur) dapat menyebabkan keausan ban, kemudi keras, getaran yang berlebihan, dan kurang stabilnya pada saat bergerak. Tiga perbedaan pemeriksaan yang digunakan untuk menentukan kondisi *ball joint* tersebut adalah :

1. Visual inspection
2. Unloaded free play or vertical play
3. Rotational torque.

1. *Visual Inspection*

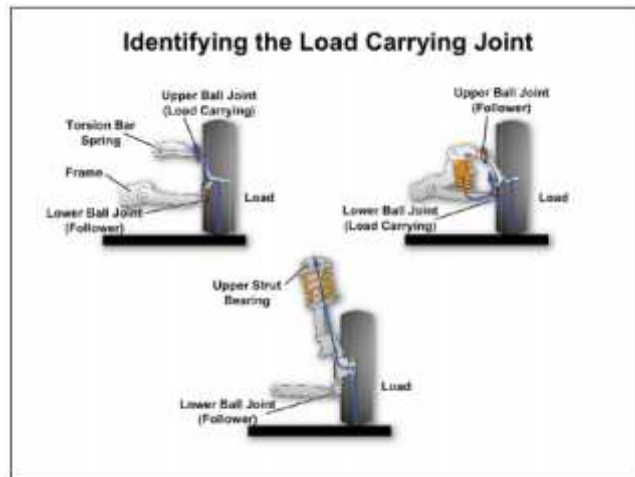
Periksa dengan hati-hati kerusakan atau kebocoran *boot grease*. *Boot grease* robek memungkinkan *grease* atau gemuk keluar dan air dan kotoran dapat masuk. Juga, periksa lengan sistem kontrol dan batang kemudi apakah ada yang retak atau tanda tanda lain dari kerusakan fisik.



Gambar 12 *Visual Inspection*

Untuk mengidentifikasi beban yang bekerja pada *ball joint*, telusuri bagian berat kendaraan dari permukaan jalan ke suspensi pegas.

- Ball joint* bagian atas menerima beban jika pegas terhubung dengan lengan kendali bagaian atas.
- Ball joint* bagian bawah menerima beban jika pegas terhubung dengan lengan kendali bagaian bawah
- Ball joint* tidak menerima beban pada suspensi *MacPherson strut*.



Gambar 13 Identifikasi beban pada *ball joint*

Apapun model kendaraan atau jenis ball joint, inspeksi visual harus dilakukan kapan saja kendaraan dilayani. ketika lanjut pemeriksaan diperlukan, Repair Manual mengidentifikasi yang metode inspeksi harus digunakan untuk memverifikasi kondisi internal sendi bola pada kendaraan tertentu.

2.Unloaded free play or vertical play



Gambar 14 Pemeriksaan *Ball Joint* dengan gerakan vertikal

Direkomendasikan metoda pemeriksaan *ball joint* yang pertama banyak digunakan pada kendaraan adalah pengukuran *joint free play* atau *clearance*. Sebagian besar

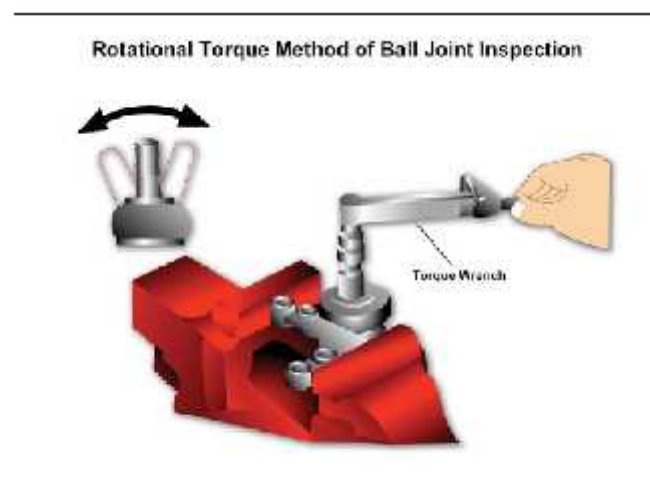
beban yang bekerja pada *ball joint* dengan model ini memungkinkan jumlah beban minimal pada arah vertikal. Sehingga pada *joint* menjadi aus, kemungkinan *clearance* bertambah menjadi besar.



Gambar 15 Suspensi *MacPherson Strut*

Suspensi *MacPherson Strut* tidak mempunyai beban bekerja pada sambungan. *Ball joint* bagian bawah digunakan dengan tipe suspensi sebuah *follower joint*. Bantalan *strut* atas dikenakan beban lebih dan dapat dengan cepat dicek untuk gerak berlebihan dengan menaikkan kendaraan dari frame atau unibody.

2. Rotational torque



Gambar 16 Pemeriksaan putaran Torsi

Jika torsi berputar dan ditemukan menjadi berlebihan, *ball joint* terlalu ketat dan harus diganti. Sebaliknya, jika membaca torsi terlalu rendah, sambungan berlebihan dipakai dan harus diganti. Mengacu pada spesifikasi torsi di Repair Manual yang sesuai.

c. Proses Perbaikan *Ball Joint* Pada Umumnya

Tahapan proses pembongkaran elemen sambungan bola yang dilakukan pada bengkel kaki-kaki pada umumnya adalah sebagai berikut:

1. Melepaskan penutup *ball-stud* dari rumah *ball-joint*. dengan membuang alur kelingan pada dudukan mangkuk bola (*ball-seat*) dengan jalan dibubut.
2. Menjepit lengan pengontrol dan menekan *ball-stud* keluar dengan menggunakan penekan hidrolik/mesin press.
3. Membuka pengunci yang menahan *ball-stud ball* dan *resin-seat*.
4. Membuka mangkuk bola (*resin seat*) yang sudah aus dari permukaan *ball-stud*, dan menggantinya dengan yang baru.

Tahapan berikutnya adalah tahapan pemasangan kembali elemen sambungan bola dengan urutan sebagai berikut:

1. Masukkan *resin-seat* dan *ball-stud* kedalam mangkuk bola (*ball-seat*) dengan menggunakan alat bantu pengarah.
2. Masukkan *ball-stud* berikut elemen kontaknya kedalam rumah bola yang sudah dilumasi bagian dalamnya dengan alat penekan.
3. Pasang *shim-metal*, pelapis permukaan (*rubber cushion*), dan penutup.
4. Tekan penutup sabungan dengan alat bantu penekan hidrolik, dan kelingkan kembali kelingan penahan *spring seat* dengan menggunakan mesin bubut pada bagian bibirnya.

Dilihat dari proses pelepasan dan pemasangan sambungan bola yang dilakukan oleh bengkel kaki-kaki secara umumnya dapat ditarik kesimpulan:

1. Proses pengerjaan relatif rumit, dan dibutuhkan dua alat bantu proses yaitu mesin bubut dan mesin press hidrolik.
2. Proses perbaikan dilakukan dengan merusak konstruksi rumah sambungan bola yang dapat mengakibatkan turunnya kekuatan sambungan setelah proses perbaikan.
3. Alur kelingan bagian bawah penutup *spring-seat* menjadi tidak utuh lagi karena ada bagian yang terbuang pada saat proses pembubutan.
4. Proses pengerjaan akan membutuhkan waktu yang cukup lama.
5. Umur hasil perbaikan relatif rendah, karena ada beberapa elemen yang mengalami penurunan dimensi.
6. Perbaikan hanya dapat dilakukan satu sekali dan tidak bisa diperbaiki secara berulang jika mengalami kerusakan kembali, karena alur pengunci pada bagian pengelingan sudah habis terbuang pada saat pembubutan pada tahap proses pelepasan.

BAB IV
KEGIATAN SURVEY KE BENGKEL KAKI KAKI

- a. Kegiatan survey dilakukan ke bengkel Cahaya Utama Jl. Cihampelas no.195 Bandung



Gambar 17 Kegiatan penggantian *ball joint* di bengkel Cahaya Utama

- b. Kegiatan survey dilakukan ke bengkel AKA Spring Jl. Sadakeling no. 61 Bandung



Gambar 18 Bengkel AKA Spring dan ball joint yang akan direpair



Gambar 19 Persiapan proses pengepressan/pelepasan *ball joint*



Gambar 20 Proses press *ball joint* dengan mesin press menggunakan ulir daya

BAB V
PENYUSUNAN KONSEP PERBAIKAN DAN PERANCANGAN
ALAT /MESIN PELEPAS DAN PEMASANG ELEMEN SAMBUNGAN BOLA
(BALL JOINT)

Konsep Perbaikan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Perbaikan adalah upaya yang dilakukan agar kinerja alat atau mesin meningkat atau lebih baik dari kondisi rusak
2. Konsep perbaikan mengacu pada mesin yang pada umumnya banyak digunakan
3. Dengan perbaikan atau repair komponen *ball joint* yang lain tidak ikut menjadi rusak.
4. Proses pengerjaan perbaikan tidak rumit, dan dibutuhkan cukup satu alat bantu proses yaitu mesin press hidrolik.
5. Proses perbaikan memerlukan waktu yang relatif cepat.
6. Perbaikan dapat dilakukan dengan mengubah atau mengganti salah satu komponen.
7. Pada proses perbaikan prinsip kerja mesin hampir sama dengan bengkel pada umumnya, perbedaanya adalah pada *dies* pelepas dan pemasang *ball joint* sehingga tidak memerlukan proses lain atau mesin lain seperti mesin bubut.
8. Umur pakai *ball joint* hasil perbaikan lebih rendah dari relatif rendah dibandingkan dengan *ball joint* baru.
9. Perbaikan dapat dilakukan tidak satu sekali dan bisa diperbaiki secara berulang jika mengalami kerusakan kembali.

Dari draft hasil perancangan sebelumnya diperoleh beberapa kekurangan yang akan diupayakan untuk dihindari di desain, yaitu:

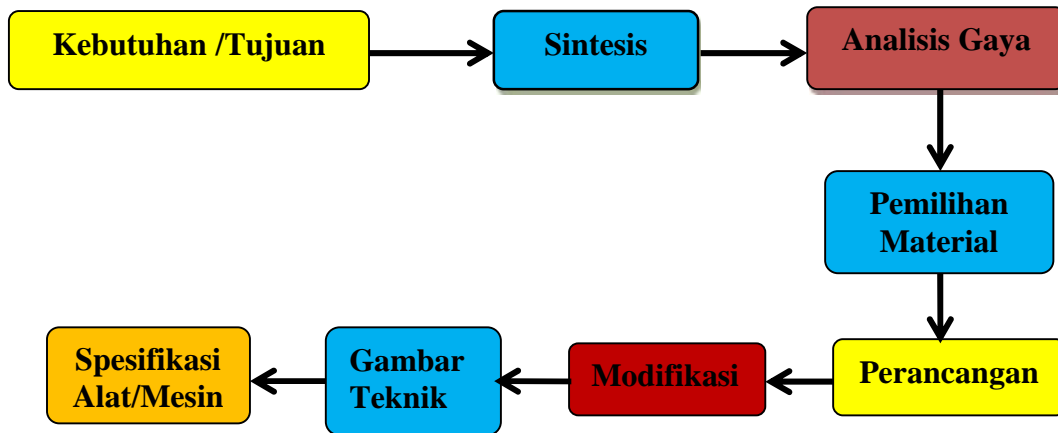
- a. Dimensi terlalu besar, sehingga memerlukan tempat ruang yang besar.
- b. Tidak bisa multifungsi
- c. Kurang ringkas.

Alat bantu pelepas dan pemasang *ball joint* yang diinginkan oleh bengkel secara umum adalah yang:

- a. Harganya terjangkau
- b. Mudah dan murah perawatannya
- c. Mudah dipindahkan atau portable
- d. Multifungsi

Dengan demikian dalam perancangan akan dikaji ulang dan dilakukan modifikasi, sehingga apa yang jadi tujuannya dapat terealisasi.

Metode Perancangan Alat Bantu Pelepas Dan Pemasang Elemen Sambungan Bola (*Ball Joint*) yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 21 Diagram Blok Metode Perancangan Alat Abntu Pelepas Dan Pemasang *Ball Joint*.

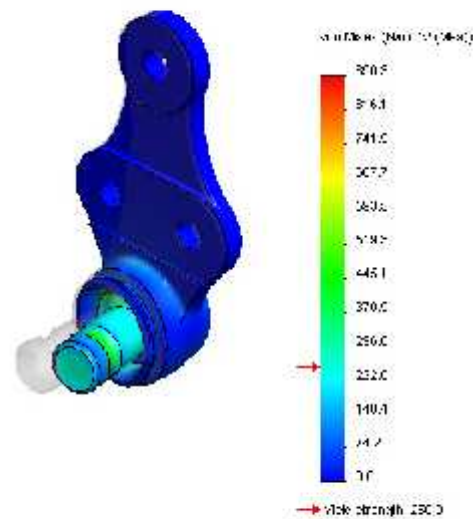
BAB VI
ANALISIS TEGANGAN DAN PEMODELAN CAD DAN ALAT/MESIN PE-
LAPAS HASIL PERANCANGAN

Tegangan yang terjadi pada sebuah material atau bahan akibat ada gaya luar yang bekerja dan merupakan referensi untuk menentukan kekuatan bahan tersebut, Begitu juga pada saat bagaimana menentukan batas kekuatan bahan dari *ball joint* pada saat diberi beban maksimum sehingga terjadi deformasi, dengan demikian pelepasan dapat dengan mudah dilakukan.

1. Tegangan (*Stress*)

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0.00423983 N/mm ² (MPa) Node: 6277	890.252 N/mm ² (MPa) Node: 4433
Ball Joint-Study 1-Stress-Stress1			

Model name: Dell Joint
 Study name: St. 1-1
 Plot type: vonMises (Stress/Stress)
 Deformation scale: 62.8404

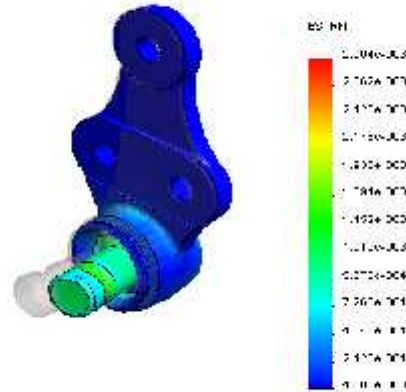


Gambar 22 Analisis tegangan dan pemodelan *ball joint*

2. Regangan (Strain)

Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	4.30046e-008 Element: 4702	0.00290374 Element: 4627
Ball Joint-Study 1-Strain-Strain1			

Ball Joint-Study 1-Strain-Strain1
 Study Name: Study 1
 Element: 4702
 Element: 4627

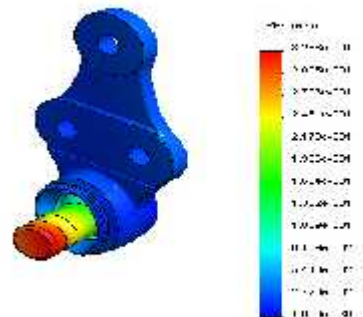


Gambar 23 Analisis regangan dan pemodelan *ball joint*

3. Perpindahan (*Displacement*)

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 5747	0.326766 mm Node: 231
Ball Joint-Study 1-Displacement-Displacement1			

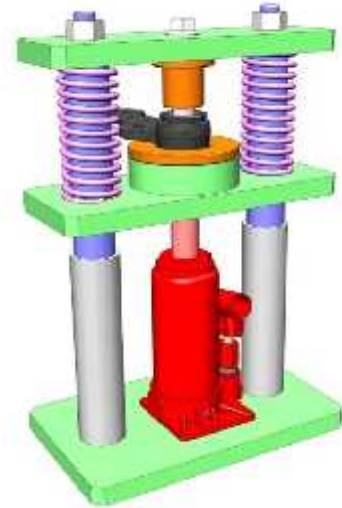
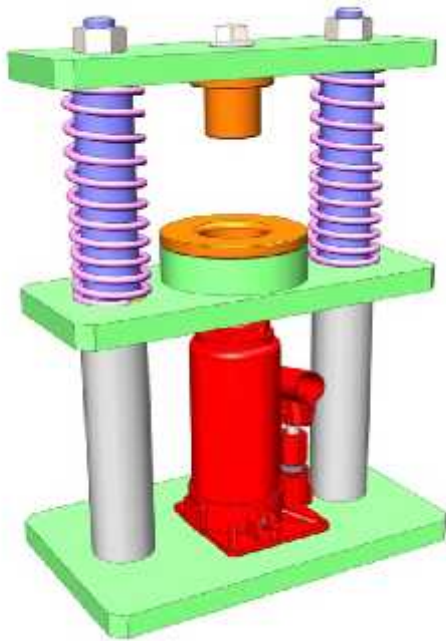
Ball Joint-Study 1-Displacement-Displacement1
 Study Name: Study 1
 Element: 5747
 Element: 231



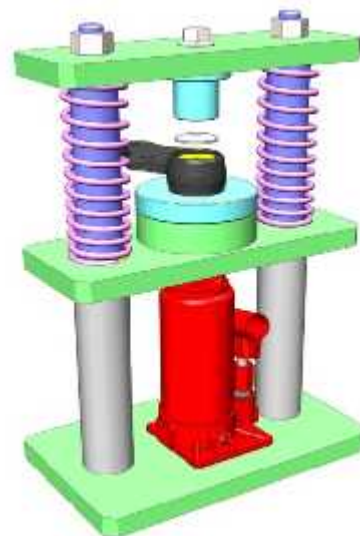
Gambar 24 Analisis perpindahan dan pemodelan *ball joint*

3. Alat /Mesin Hasil Perancangan

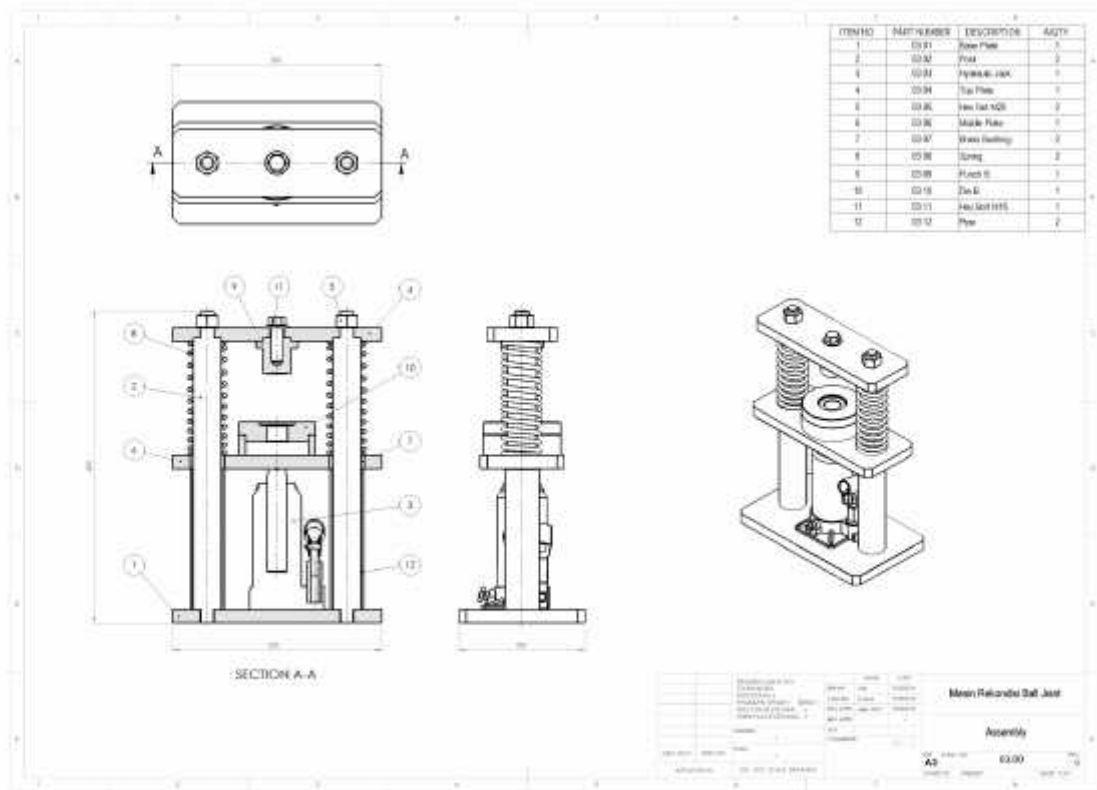
Dari analisis tegangan dan pemodean CAD dapat di disain alat/mesin yang portable , relative murah dan multifungsi. Alat/mesin tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 25 Disain alat/mesin pelepas ball joint



Gambar 26 Disain alat/mesin pemasang ball joint



Gambar 27 Gambar teknik alat/mesin peladas dan pemasang ball joint

BAB VI KESIMPULAN

1. Berhasil dirancang mesin pelepas dan pemasang sambungan bola (*ball joint*) ang lebih kompak yang dapat memberi kan tegangan pada saat pelepasan sebesar 890,25 MPa, sehingga penutup rumah *ball joint* hanya mengalami deformasi plastis.
2. Dudukan atau *dies* bisa dilepas dan diganti dengan dies yang lain dengan tujuan mesin press ini juga bisa berfungsi ganda bahkan multifungsi.
3. Daya penggerak untuk pelepasan dan pemasangan *ball joint* yang digunakan adalah hidrolik jack dengan kapasitas 5 ton.

DAFTAR PUSTAKA

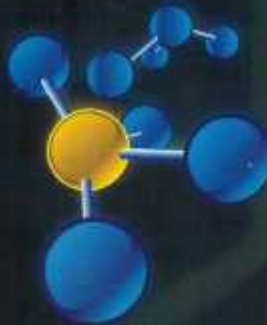
- [1] Agus Sentana, Bukti Tarigan, Dan Farid Rizayana Mulia , 2012, ,”Persiapan Produksi Mobil Pedesaan Berbasis IKM” Proceeding Seminar Nasional Teknoin UII 2012, UII Yogyakarta.
- [2] Agus Sentana, Farid R. Mulia, Bambang Ariantara, 2004, “Disain, Analisis Kekuatan, Simulasi Kestabilan dan Pembuatan Prototype Mobil Roda Tiga”, Laporan Akhir penelitian Hibah Pekerti Angkatan II.
- [3] Agus Sentana, Sugiharto, BRM. Djoko Widodo, 2007,“ Peningkatan Kualitas Senapan Angin Produk Industri Kecil Kawasan Cipacing melalui Standarisasi Komponen Utamanya,” Laporan Akhir Penelitian Hibah Pekerti.
- [4] Amirouche, 1992,“ *Computational Methods in Multibody Dynamics*”, Prentice Hall, New Jersey.
- [5] Anwar koswara, 2007 “*Perancangan Alat Pelepa dan Pemasang Ball-Joint Untuk Kebutuhan Service*” Tugas Sarjana Jurusan Teknik Mesin UNPAS, Bandung
- [6] Farid R. Mulia, Agus Sentana, Bambang Ariantara, 2007, “Perancangan dan Pembuatan Mobil Pedesaan dengan Menggunakan Mesin 500 cc RUSNAS, BPPT“, Laporan Penelitian Kerjasama Unpas – BPPT
- [7] Sugiharto, 2000 “ *Analisis Kinematika dan Dinamika Dengan Metoda Sistem Benda Jamak (Mutibody Dynamics)*” , Laporan Tugas Akhir Program Magister Jurusan Teknik Mesin ITB, Bandung.
- [8] Sugiharto, I. Nurhadi, A.I Mahyuddin, 2002 “ *Analisis Kinematika dan Dinamika Mekanisme Batang Elastik Sistem Benda Jamak (Multibody Sistem) Dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga*” Proceeding seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin 2002, ITS Surabaya.
- [9] Thomas d. Gillespie,“*Fundamentals of Vehicles Dynamics*”, Copyright © 1992, Society of Automotive Engineers (SAE), Inc.
- [10] <https://www.google.com/search?q=https%3A%2F%2Fwww.ball+joint&ie=utf-8&oe=utf-8>



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PROSIDING

ISBN : 978-602-14272-1-7



"Peningkatan Daya Saing
Industri Nasional Berkelanjutan Berbasis Riset"

SEMINAR NASIONAL
TEKNOIN 2014

Yogyakarta, 22 November 2014

Teknik Mesin

TEKNOIN

DAFTAR ISI
(Tetap Mestri)

Organisasi Penyelenggara	ii
Kata Pengantar Ketua Panitia Semesta Nasional TEKNOIN 2014	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Isi	vi
Optimasi Depressor Air Dengan Menggunakan Tabung Air Panas Menggunakan Pabrikasi Gusung Akhdi, Erik Lukmanudin, Herman Somarini	1
Pemasangan Alat Bantu Pelepas Dan Pemasang Sambungan Bola (Ball Joint) Untuk Kebutuhan Service Dalam Usaha Peningkatan Kualitas Hasil Perbaikan Agus Setiawan, Agus Setiawan, Syahbuddin	6
Analisis Pengaruh Perbedaan Panas Pengelasan Terhadap Kekerasan dan Sinterabilitas Pada Las Baja AISI 316L Suhanto, Budi arto	16
Pembuatan Nanofiber Serat Ramai (Bahaneris Nivisa) dengan Metode Semburakan Gery Pratanto, Heri Santosa H. R.	20
Pertahanan Karakteristik Balok pada Baja Karbon Rendah yang Ditembak Peluru yang Terdeformasi dan Tidak Terdeformasi Rumadhy, Suryono Haryanto, Sri Nugroho, Nur Fatmali Tadjudin, Dian Adhyan Purwanita, Ahmad Lutfi Azmi	24
Penelitian Tegangan dan Kekuatan Batang Crow Aji Gunilari, Sugriyogi, Ganti Purpowandani	28
Rancang Bangun Alat Pemutar Kalor Jenis Shell and Tube Skala Laboratorium Sula Yuliana, Febwah Maghfuzah, Muzir Jodri	33
Pembuatan Dan Karakterisasi Prototipe Piletan Berbahan Limbah Piletan Aluminium Dengan Metode Squeeze Casting Santoso, A.P. Bayuono	37
Pengaruh Laju Aliran Massa Air Laut Terhadap Produktivitas Unit Desalinasi Berbahan Pompa Kalor Dengan Proses Humidifikasi dan Dehumidifikasi Muhammad Yusringih, Tri Ismetri	46
Pemasangan Sistem Refrigerasi Penyedia Air Dingin Jenis Shell And Coil Pada Pemanas Uap Jenis Spray And Cell Muhlis, Ade Suryatman Murgana	51



**SEMINAR NASIONAL REKAYASA MATERIAL,
SISTEM MANUFAKTUR DAN ENERGI**
PROGRAM STUDI MAGISTER MESIN UNIVERSITAS HASANUDDIN

Sekretariat: Kampus Utara, Taramalaga Gedung FSRM Lantai 7, Ruang Program Studi Magister Mesin,
Tataharjo Teknik Utara II F., Kecamatan Kiri III Makassar

Nomor : 101/SNMMME/PSMTM/VI/2014
Lamp. : Template Full Paper
Hal : Pengantunan Full Paper telah di kirim

Makassar, 29 Agustus 2014

Kepada Yth.
Bapak/Ibu Prof.
Agus Setiawan, Dedi Lamardi, dan Syahbardin
Di tempat

Dengan hormat,

Berikut ini kami sampaikan bahwa abstrak yang dimasukkan melalui Panitia SNMMME 2014:

Nama Nama : Agus Setiawan, Dedi Lamardi, dan Syahbardin
Instansi : Staf Pengajar Teknik Mesin Universitas Pasundan (Ungas) Bandung
Judul : Perancangan Alat Bantu Pelepas Dan Pemasang Searbregas Bola (Ball Joint) Untuk
Kebutuhan Service Dalam Usaha Peningkatan Kualitas Hasil Perbaikan.

Dijelaskan : **FULL PAPER DITERIMA** dan menjadi Pemakalah pada Seminar Nasional Rekayasa
Material, Sistem Manufaktur dan Energi 2014.

Adapun beberapa yang perlu diketahui:

Pembayaran biaya registrasi peserta ditransfer ke: Bank BNI Cabang Makassar, Nomor Rekening:
0507007025 an. Ratnawati dan bukti pembayaran di-scan dan kirim ke email: snmmme.uthas@gmail.com
NB: Peserta yang mendaftar lebih dari 1 makalah, maka makalah yang kedua akan dikenakan biaya 50%
per makalah.

Mohon maklum bahwa makalah yang tidak dibayarkan pada batas tanggal **12 September 2014** maka
makalahnya tidak dimasukkan dalam Prosiding Seminar.

Demikian pemberitahuan kami, terima kasih atas perhatian dan partisipasinya serta kerjasamanya.

Panitia SNMMME 2014


Rafiqul H. Saam, PhD