

PENGEMBANGAN KOMPONEN ALAT PEMADAT ROLLER SLAB (APRS)

Naskah Publikasi Ilmiah

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



Diajukan oleh :

MUHAMAD ICHSAN
NIM : D100 070 034
NIRM : 07 06 03010 50034

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2012

PENGEMBANGAN KOMPONEN ALAT PEMADAT ROLLER SLAB (APRS)

Muhamad Ichsan (D 100 070 034)

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah
Surakarta

ABSTRAK

Pada kenyataannya proses pemadatan di laboratorium dengan cara penumbukan secara vertikal, pemadatan tersebut berbeda dengan proses pemadatan yang dikerjakan di lapangan. Alat Pemadat *Roller Slab* (APRS) dibuat untuk menyesuaikan proses pemadatan yang ada di lapangan, karena cara kerja alat ini bersesuaian dengan cara kerja *tandem roller*. APRS ini dirancang oleh Teknik Sipil UMS. Karena alat tersebut baru pertama dirancang, maka alat tersebut perlu diuji coba kualitas produknya, tingkat kemudahan pengoperasiannya, tingkat keamanan, dan keselamatan bagi operatornya. Dari analisis desain awal menghasilkan bahwa alat APRS ini kurang mewakili pemadatan di lapangan karena hanya menggunakan roda baja, pemakaian dimensi untuk kerangka kurang tepat, kecepatan tidak bisa bervariasi, dan desain awal yang terlalu sederhana. APRS dan komponen-komponen yang telah ada saat ini belum selesai total proses perakitanya, karena masih perlu pertimbangan-pertimbangan agar alat tersebut bisa bekerja secara maksimal.

Prinsip dasar pengembangan komponen APRS adalah : (a) aman pada waktu menaikkan beban *roller* dan beban dengan pemberat, (b) aman saat menuangkan benda uji pada loyang/meja kerja, (c) aman pada waktu menurunkan beban *roller* dan beban dengan pemberat, (hati-hati agar tidak merusak tebaran benda uji yang masih lepas dan sudah dirapikan), (d) aman waktu menjalankan APRS supaya tidak ada kecelakaan, (e) membuat alat pendukung yang berfungsi untuk memudahkan pengambilan benda uji dan aman pada waktu memindahkan benda uji untuk di *core* atau dipotong-potong. Dari uji coba APRS ada beberapa kekurangan : Kesulitan pada saat pencampuran material dan wajan kurang besar, Kesulitan mengangkat roda dan batang tekan (terlalu berat), Kesulitan saat mengeluarkan sampel dari loyang, pencampuran aspal tidak praktis dan sulit dikerjakan, Tambahan beban belum ada, Pada sampel ada retakan karena gilasan yang belum tuntas.

Permasalahan di atas diperlukan pengembangan komponen APRS, supaya dapat berfungsi seperti yang dikehendaki. Adapun komponen yang sebagian sudah dirakit dan untuk sempurnanya alat tersebut bisa berfungsi sesuai yang diharapkan. Komponen tambah APRS diantaranya : (1) wajan penggoreng, (2) *trolli*, (3) penggantian *gear*, (4) *extruder*, (5) dudukan *core drill*, (6) *mixer*, (7) *barrier*, (8) beban tambah, dan (9) penambahan roda karet. Sebagian komponen tersebut sudah dirakit.

Kata kunci : Desain alat, Komponen alat pemadat, *Roller Slab*, laboratorium.

PENDAHULUAN

Penghamparan material aspal untuk konstruksi jalan dirancang agar dapat memikul beban lalu lintas kendaraan dan dapat memberi kenyamanan bagi pengguna jalan. Sebelum material aspal dihamparkan perlu dilakukan pembuatan benda uji untuk mengetahui kualitas dan propertis campuran di laboratorium, yang mekanisme pembuatan benda uji sama seperti di lapangan.

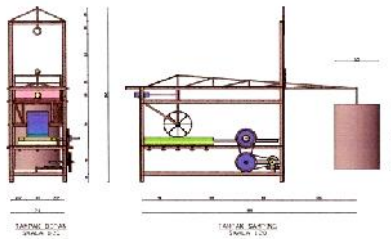
Pembuatan benda uji untuk penyelidikan propertis material perkerasan jalan biasanya menggunakan alat pemadat *marshall hammer*, mekanisme pemadatan tersebut berbeda dengan proses pemadatan di lapangan. Karena *marshall hammer* memadatkan dengan cara ditumbuk (gaya vertikal), Sedangkan pemadatan di lapangan menggunakan cara digilas (gaya horizontal). Metode tersebut berbeda dengan kondisi di lapangan, maka menyebabkan perbedaan kepadatan benda uji. Tugas akhir ini dimaksudkan untuk membuat desain komponen tambah Alat Pemadat *Roller Slab* (APRS) untuk menyempurnakan alat tersebut yang saat ini sudah dirancang di laboratorium Teknik Sipil UMS, didasarkan pada Tugas Akhir (Aries, 2009) mahasiswa Teknik Sipil UMS.

Alat Pemadat *Roller Slab* (APRS) ini baru pertama kali dirancang, sehingga alat tersebut masih banyak kekurangan, maka diperlukan desain komponen tambah untuk menyempurnakan, mempermudah proses pelaksanaan kinerja, dan aman bagi operator Alat APRS.

Tujuan penelitian ini adalah *Review* desain APRS dan melakukan pengamatan cara kerja dan kinerja alat, agar mendekati mekanisme pemadatan di lapangan dan dapat digunakan sebagai alat praktek di laboratorium, Analisis kebutuhan komponen tambah pada APRS sesuai prinsip teknis, kemudahan pekerjaan dan keamanan, Mendesain komponen tambah APRS.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Alat Pemadat *Roller Slab* (APRS) adalah alat pemadat campuran aspal di laboratorium dengan metode yang disimulasikan dengan proses pemadatan di lapangan (Aries, 2009).



Gambar 1. Desain Alat Pematik *Roller Slab* (Ares, 2009)

Cara pemadatan dengan menggunakan Alat Pematik *Roller Slab* (Ares, 2009)

- 1) Campuran aspal dimasukkan ke cetakan (loyang), kemudian dilakukan pemadatan awal ditumbuk-tumbuk dengan alat penumbuk secara merata.
- 2) Campuran aspal dipadatkan dengan roda baja berjari-jari 25 cm dan lebar 30 cm dengan kecepatan roda baja sekitar 4 km/jam.
- 3) Campuran aspal digilas sebanyak 14 kali lintasan yaitu 7 kali ke kanan dan 7 kali ke kiri.
- 4) Campuran aspal yang sudah padat kemudian dikeluarkan dari loyang.
- 5) Benda uji siap digunakan, baik benda uji *slab* ataupun benda uji silinder dengan cara di *core drill*.

Pemadatan adalah suatu proses untuk merapatkan dan memperkecil pori-pori campuran agregat dengan mengeluarkan udara atau air sehingga campuran agregat lebih rapat, dengan cara mekanis.

B. Alat Pematik di Lapangan

Alat pematik yang sering digunakan di lapangan adalah (Suryadharma dan Wigroho, 1998).

- a. *Three Wheel Roller*
- b. *Tandem Roller*
- c. *Pneumatik Tire Roller (PTR)*.

C. Alat Pematik Laboratorium

Marshall Hammer.

Alat ini digunakan untuk membuat benda uji campuran aspal berbentuk silinder dengan diameter 10 cm. benda uji ini selanjutnya pada umumnya digunakan *mix design* atau penyelidikan propertis campuran aspal (Anonim, 2009, modul laporan bahan perkerasan lab. TS. UMS).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berdasarkan metode yang sudah ada dari Tugas Akhir (Aries, 2009) mahasiswa Teknik Sipil UMS, dari uji coba dan pengamatan didapatkan permasalahan dan kekurangan baik dalam prosedur pelaksanaan dan kinerja alat itu sendiri, maka diperlukan perbaikan dan penyempurnaan Alat Pematik *Roller Slab* (APRS). Kegiatan ini meliputi proses pengumpulan data, pengolahan data, uji coba alat, analisis data yang digunakan untuk proses desain komponen tambah dan pembuatan gambar detail.

A. Pengumpulan Data

Pengambilan data yang diperlukan sebagai dasar pembuatan rencana desain komponen tambah APRS.

1. Pengambilan data di lapangan berdasarkan survei

Pneumatic Tire Roller dan *Three Wheel Roller*.

Pengambilan data meliputi data-data fisik antara lain : dimensi alat, berat, jumlah lintasan dan lain-lain.

2. Data di laboratorium

Pengambilan data ini meliputi kinerja, dimensi, dan bentuk APRS.

3. Data teoritis

Untuk melengkapi kekurangan dari data di laboratorium dan data di lapangan serta rumus-rumus perhitungan, maka dicari data dari buku yang dapat menunjang data yang sudah ada.

Rencana pembuatan desain tambah komponen pemadat skala laboratorium ini dimulai dari pembahasan permasalahan terhadap perbedaan proses pemadatan di lapangan dan di laboratorium dengan tujuan memahami proses tersebut dan dilanjutkan dengan pengumpulan data-data yang diperlukan sebagai pembandingan dari perbedaan proses pemadatan di laboratorium dan di lapangan.

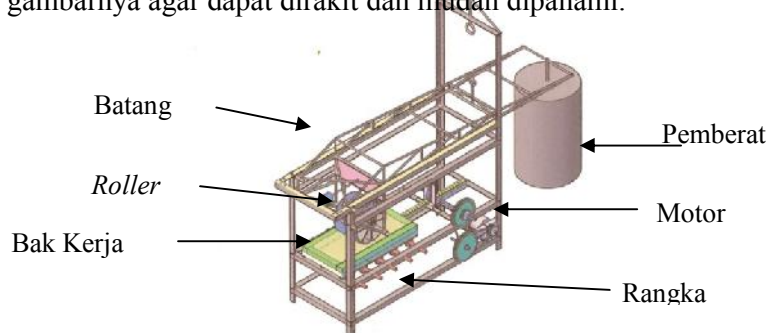
Mengetahui detail alat pemadat secara luas baik dari segi ukuran dan cara kerja APRS agar tujuan akhir dari konsep serta proses kerja desain komponen tambah sesuai dengan apa yang dikehendaki. Setelah itu dibuat detail gambar agar pada proses selanjutnya dapat direalisasikan.

PEMBAHASAN DAN DESAIN ALAT APRS

A. *Reviw* Desain APRS

Desain awal APRS (Aries, 2009) dapat dijelaskan sebagai berikut :

Sketsa yang telah dipilih dibuat suatu rangkaian alat yang dapat menjalankan cara kerja sesuai dengan maksud yang telah direncanakan. Untuk itu desain detail dibuat gambarnya agar dapat dirakit dan mudah dipahami.



Gambar 2. APRS Sesuai Desain Awal

Maka dari data dan gambar di atas dapat dianalisis dan disimpulkan kelebihan maupun kekurangannya sebagai berikut :

1. Desain tersebut kurang mewakili pemadatan di lapangan karena belum dilengkapi dengan roda karet (mewakili *pneumatic tire roller*).
2. Diameter roda penggilas APRS lebih kecil dari pada alat yang ada di lapangan
3. APRS belum dilengkapi alat untuk menaikkan dan menurunkan beban (roda, batang tekan, dan beban tambah).

B. Pengamatan Cara Kerja dan Kinerja APRS

APRS saat ini sudah dirakit di lab Teknik Sipil UMS, adapun hasil rakitannya dapat dilihat pada Gambar IV.6.



Gambar 2. APRS Setelah Dirakit

Dari gambar Alat Pematat *Roller Slab* (APRS) setelah dirakit, ada banyak perbedaan dengan desain awal APRS (Aries, 2009). Perbedaan tersebut muncul karena pertimbangan dalam teknik perakitan (biaya, kemudahan, kualitas komponen).

Tabel. 1. Perbedaan antara desain dan rakitan APRS

Komponen yang dirubah	Perbedaan	
	Desain	Rakitan
❖ Diameter roda	❖ 50 cm	❖ 40 cm
❖ Alat pengangkat batang tekan dan roda	❖ <i>Jack</i> hidrolik	❖ Besi pengungkit
❖ Penempatan bantalan	❖ Di bawah bak kerja	❖ Di bawah dan di samping bak kerja
❖ Peredam putaran dari motor	❖ Menggunakan perbandingan <i>pully</i>	❖ Menggunakan <i>speed reducer</i>

Gambar 2. menunjukkan bahwa alat ini belum selesai total. Berdasarkan percobaan tersebut ditemukan beberapa kekurangan, yang lebih jelasnya pada pembahasan berikutnya.

Tabel.3. Hasil pengamatan kinerja dan kebutuhan komponen APRS

No.	Pengamatan	Kinerja	Kebutuhan
1.	❖ Kesulitan pada saat pencampuran material dan wajan kurang besar	❖ Untuk memudahkan pencampuran dibuat wajan bundar	❖ Wajan bundar dengan kapasitas besar
2.	❖ Kesulitan mengangkat roda dan batang tekan (terlalu berat)	❖ Dengan memutar <i>jack</i> batang bisa naik dan turun (sesuai kebutuhan)	❖ Pemasangan <i>jack</i> diantara batang dan kerangka (dapat naik turun 30 cm)
3.	❖ <i>Gear</i> terlalu kecil alat berhenti, motor tidak mampu memutar	❖ <i>Gear</i> lebih kuat dan ringan memutar	❖ <i>Gear</i> dengan ukuran yang lebih besar supaya motor mampu memutar
4.	❖ Kesulitan saat mengeluarkan sampel dari loyang	❖ Harus dibalik agar sampel lepas, tetapi ada kerusakan pada sampel	❖ Didorong dengan <i>extruder</i> , sampel keluar pelan-pelan tidak rusak
5.	❖ Kesulitan dalam pengambilan sampel dengan <i>core drill</i>	❖ Alat <i>core drill</i> berada diatas sampel, memudahkan pengambilan sampel	❖ Dudukan <i>core drill</i> dengan rangka yang kokoh
6.	❖ pencampuran aspal tidak praktis dan sulit dikerjakan	❖ Mencampur agregat dengan kipas pencampur putaran rendah	❖ Pembuatan <i>mixer</i> pencampur agregat panas
7.	❖ Material mengalami pergerakan, karena ada <i>sledding</i>	❖ Menahan agregat agar tidak ada <i>sledding</i>	❖ Sekat (<i>barrier</i>) pada dasar loyang yang berfungsi pengekang agregat
8.	❖ Tambahan beban belum ada	❖ Dapat diubah-ubah beratnya dengan mengatur volume air dalam drum	❖ Beban tambah yang dapat diubah-ubah beratnya dengan praktis
9.	❖ Pada sampel ada retakan karena gilasan yang belum tuntas	❖ Pemasangan roda karet, selimutkan karet pada roda baja	❖ Diperlukan roda karet agar seperti di lapangan dan retakan hilang

B. Analisis dan Menyusun Komponen Tambah Alat Pemasat

Dalam menyusun konsep desain alat tambah dari hasil *review*, uji coba dan pengamatan menggunakan data yang telah ada, baik dari hitungan maupun data teoritis, data-data tersebut kemudian dimasukkan kedalam konsep yang telah direncanakan. Perlu adanya kajian-kajian yang lebih lanjut untuk hasil dari penyusunan konsep desain ini agar desain yang ada menjadi lebih sempurna.

Menentukan hitungan dari rencana desain dan gambar.

1. Pembuatan tempat pemanas agregat berkapasitas besar (wajan berbentuk bulat agar memudahkan pencampuran agregat).

- Bahan : plat besi
- Kapasitas loyang :



$$V = 100 \times 30 \times 8 = 24000 \text{ cm}^3 \quad \text{Gambar IV.7. Loyang}$$

Meninjau kebutuhan agregat *modal* : $T = 10 \text{ cm}$; $R = 10 \text{ cm}$

$$\text{Volume ; } 0,25 \times 3,14 \times 10 \times 10 \times 10 = 785 \text{ cm}^3$$

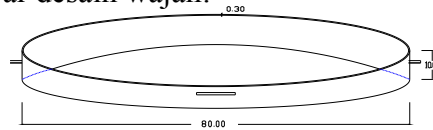
$$\text{Kebutuhan agregat} = 1200 \text{ gr} / 785 \text{ cm}^3$$

Kebutuhan agregat untuk 1 sampel :

$$24.000 / 785 \times 1200 = 30,57 \times 1200 = 36684 \text{ gram} = 37 \text{ kg}$$

$$\text{Dimensi wajan} = 0,25 \times 3,14 \times 80 \times 80 \times 10 = 50266 \text{ cm}^3$$

- Gambar desain wajan:

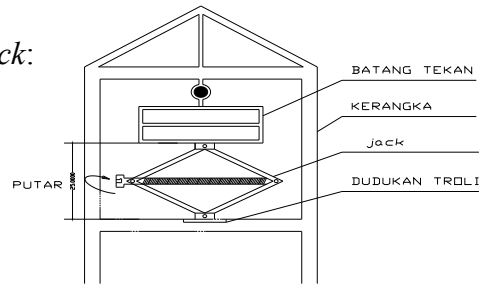


Gambar IV.8. Wajan Penggoreng

2. Memanfaatkan *jack* sebagai alat pengikat untuk mempermudah dan meringankan pengangkatan batang tekan dan roda penggilas.

Ukuran jangkauan dan penempatan *jack* :

➤ Gambar desain *jack*:



Gambar IV.9. Penempatan *Jack*

- Cara kerja : masukkan pemutar pada lubang dudukan, putar sesuai keinginan (jika diputar searah jarum jam naik, berlawanan jarum jam turun).
3. *Gear* penghubung kurang besar, karena pada saat dijalankan dan diberi beban motor berhenti.
 - Penggantian *gear* dengan ukuran lebih besar.
 4. Pembuatan alat bantu untuk mengeluarkan sampel dari loyang. Untuk mengeluarkan sampel dari loyang agar sampel tidak rusak diperlukan alat bantu, sebagai pendorong sampel agar lepas dari loyang. Loyang tersebut dilubangi untuk tempat pendorong sampel.

➤ Gambar *extruder* :



Gambar IV.12. *Extruder*

- Cara kerja : letakkan sampel (dalam loyang) di atas *extruder* tepat pada lobangnya, putar hingga sampel lepas dari loyang.
5. Setelah sampel dipadatkan dan didinginkan, sampel dicore *drill*, tetapi pada saat pelaksanaan mengalami kesulitan karena sampel tidak terlalu

luas, maka alat *core drill* harus di atas sampel. Maka dibutuhkanudukan *core drill* untuk mempermudah pelaksanaan.

➤ Gambar dudukan *core drill*:



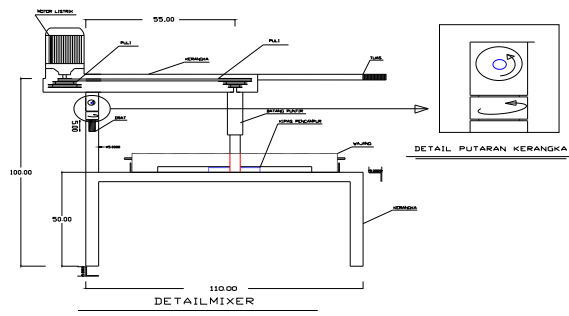
Gambar IV.13. *Core Drill* dan Dudukan

6. Wajan yang berbentuk bundar masih kurang praktis dalam proses pekerjaan pemanasan dan pencampuran sehingga sulit dikerjakan, maka dibutuhkan *mixer* untuk melengkapi kekurangan tersebut.

Gagasan dalam mendesain *mixer* aspal ini muncul setelah melihat cara kerja mesin bor besi:

➤ Cara kerja *mixer* memutar, mengaduk dan mencampur agregat dalam wajan dengan putaran rendah dan stabil.

➤ Gambar desain *mixer* :



Gambar IV.14. *Mixer*

7. Material mengalami pergerakan pada saat digilas, maka diperlukan sekat (*barrier*) pada dasar loyang yang berfungsi pengekang agregat.

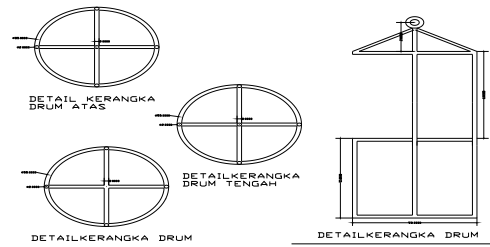
- Analisis pengaruh *barrier* :mengekang campuran agregat agar tidak ada *sledding* (permukaan Loyang halus dan dari besi).
- Gambar *barrier*:



Gambar IV.16. *Barrier* dari kayu

8. Pada saat ini belum ada tambahan beban pada alat pemadat *roller slap*, maka diperlukan beban tambah untuk pelengkap alat agar dapat digunakan untuk pemadatan agregat. Beban ini dapat diubah-ubah beratnya dengan cara menambah atau mengurangi volume air dalam drum.

- Gambar desain beban tambah :

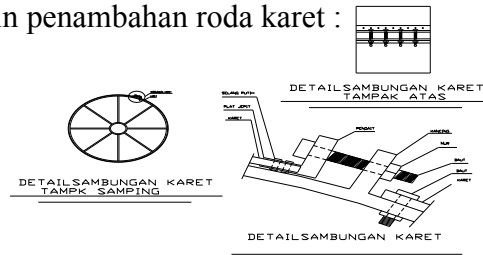


Gambar IV.17. Beban Tambah

- Desainnya beda dengan desain awal, karena desain awal terlalu besar dan kurang praktis.
 - Cara kerja : tambahkan air dengan pompa air yang tersedia, jika akan mengurangi beban buka krannya.
9. Pada sampel setelah dipadatkan masih ada retakan dibagian permukaan. Dengan mengacu pemadatan di lapangan sesudah agregat dipadat

kandengan *tandem roller* (roda baja) juga masih ada retakan. Setelah itu di gilas dengan *Pneumatic Tire roller* (roda karet) retakan tersebut hilang, maka APRS ini juga didesain tambah dengan roda karet.

- Gambar desain penambahan roda karet :



Gambar IV.18. Penambahan Roda Karet

- Menggunakan karet setebal 0,5 cm, bertujuan menyamakan dengan PTR.
- Cara pemasangan karet :
 1. Pasang (selimutkan) karet pada roda baja, kunci dengan baut dan putar sampai rapat.
 2. Kaitkan sisi karet dengan *barrier* yang menempel pada roda baja, kunci dengan baut dan putar sampai rapat.

D. Pemeliharaan Alat dan Komponen APRS

Dalam segala bidang yang berhubungan dengan alat pasti ada pemeliharaan, supaya alat dapat bekerja dan berfungsi sebagai mestinya. APRS dan komponennya ini juga perlu pemeliharaan untuk kelanjutannya, adapun beberapa upaya dalam pemeliharaan sebagai berikut :

1. Pengontrolan dan penggantian oli pada *speed reducer* dilakukan pada kurun waktu tertentu tergantung waktu penggunaan, misalnya bila alat sering digunakan maka sebaiknya dikontrol setiap tahun.
2. Pelumasan oli pada bantalan, roda gigi, rantai, mur, baut dan alat komponen lainnya yang mudah berkarat.
3. Setelah digunakan, *box* tombol saklar dikunci kembali.
4. Seluruh komponen alat harus dibersihkan setelah selesai penggunaan.

5. Setelah selesai penggunaan alat dan akan digunakan kembali dalam waktu lama maka, air pada drum beban tambah dikuras setelah selesai penggunaan.
6. *Barrier* tambah (kayu) dapat disimpan, untuk penggunaan selanjutnya tidak perlu buat lagi.
7. Setelah tambahan karet pada roda digunakan, maka harus dibersihkan.
8. Penggantian karet tambah dilakukan jika karet sudah tipis (tidak layak pakai).
9. Setelah *mixer* digunakan, kipas pemutar dibersihkan.
10. Sebelum dan sesudah digunakan, instalasi listrik APRS dirapikan kembali.
11. Minimal setiap 3 minggu sekali *core drill* dihidupkan.
12. Motor listrik dimatikan bila kondisi sudah panas dan dapat dihidupkan kembali bila kondisi sudah dingin.
13. Alat bantu (kunci-kunci baut) disimpan pada tempat tersendiri.
14. Seluruh komponen APRS sebaiknya disimpan pada kelompok tersendiri.
15. Setelah APRS digunakan, semua alat ditutup dengan plastik atau kain.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan mengenai komponen tambah APRS skala laboratorium sebagai pemadatcampuran aspal sebagai berikut :

1. APRS kurang mewakili pemadatan di lapangan karena belum didengan roda karet, dimensi kerangka 50 mm tebal 3 mm, belum dilengkapi alat untuk menaikkan dan menurunkan beban.
2. Ditemukan kesulitan pada waktu percobaan diantaranya, pemanasan agregat, pengangkatan batang tekan, kesulitan mengeluarkan sampel dari loyang, dan kesulitan pembuatan sampel dengan *core drill*.
3. Kebutuhan komponen tambah APRS *mixer* agregat, alat pengangkat batang tekan, alat pengeluar sampel dari loyang, dan penambahan roda karet.

4. Komponen tambah APRS yang telah didesain sebagai berikut :
 - a) Cara kerja dan proses pengembangan komponen tambah pemadat ini sudah menyerupai di lapangan yang menggunakan roda karet sebagai penggilas, perbedaannya terletak pada jarak dan waktu antara lintasan yang satu dengan yang lainnya.
 - b) Dengan penambahan dan penggantian komponen APRS wajan penggoreng, *jack*, penggantian *gear*, *extruder*,udukan *core drill*, *mixer*, *barrier*, beban tambah, dan penambahan roda karetersebut mempermudah operasional dan aman bagi operator, serta sempel lebih bagus hasilnya.
 - c) Desain beban tambah menggunakan air agar lebih mudah mengatur berat tambah yang diperlukan, beban ini ditambahi pompa air agar pengoperasian lebih mudah dan praktis.

B. Saran

Menyadari bahwa masih banyak permasalahan yang belum terungkap berkaitan dengan pengembangan komponen APRS sebagai pemadat campuran aspal skala laboratorium, diambil saran sebagai berikut :

1. Memperluas rumus-rumus dan data-data yang lebih menyeluruh berhubungan dengan pengembangan komponen alat pemadat skala laboratorium untuk sempurnanya komponen yang diperlukan APRS.
2. Pengamatan serta kritik dan saran dari kekurangan dan kelebihan pengembangan komponen alat pemadat *roller slab* agar desain tambah lebih baik dari berbagai sudut pandang.
3. Dukungan dan penyempurnaan yang lebih lanjut akan Pengembangan komponen tambah alat pemadat *Roller Slab* upaya bermanfaatnya bagi kita semua.
4. Pengembangan komponen lebih lanjut APRS yang belum didesain dan kemungkinan yang dapat dikembangkan diantaranya :

Penambahan detektor (sensor) untuk menentukan jumlah lintasan,
Penambahan alat *inverter* sebagai pengatur kecepatan motor listrik
untuk mengubah variasi kecepatan *roller*, Perubahan sumber gerak
dari *roller*, alat yang sekarang sumber geraknya dari bak kerja/*slab*,
Penambahan beban dengan hidrolik kontrol untuk mengikuti
perkembangan zaman yang lebih moderen, Pembuatan alatbantu untuk
memindahkan loyang dan sampel (berfungsi seperti *forklift*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009, Modul Praktikum Bahan Perkerasan, Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Aries, 2009, *Alat Pemadat Roller Slab (APRS)*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik
Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
Diakses Tanggal 12 Januari 2012.
- Damriani dan, Abidin, Z., 2008, Rumus-rumus Fisika SMA,
<http://www.scribd.com/doc/2871388/Fisika-Rumusrumus-Fisika-SMA>
Diakses Tanggal 21 Desember 2011.
- Erbreeht, R., konig, H., 2003, *Tabel Referensi Lengkap, (matematika, fisika,
astronomi, kimia, biologi, dan informatika)*, Berlin: Volk und Wissen.
- Sunarjono, S., 2009, *Review on Laboratory Dynamic Compactor*,
<http://teknik.ums.ac.id/?pilih=news&aksi=lihat&id=125>,
Diakses Tanggal 21 Desember 2011.
- Suryadharma, H. dan, Wigroho, H. Y., 1998, *Alat-alat Berat*, Universitas Atma Jaya,
Graha Ilmu, Yogyakarta.
- The University of Texas at Austin 2011, UT's Cockrell School Of Engineering.
<http://www.utexas.edu/research/superpave/mix/gyrate.html>
Diakses Tanggal 21 Desember 2011.
- Wikipedia, 2009, *Circular segment*, http://en.wikipedia.org/wiki/Circular_segment.
Diakses Tanggal 21 Desember 2011.