

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap aktivitas dan pergerakan tubuh manusia selalu didukung oleh kerja otot dan sendi. Aktivitas dan pergerakan tersebut akan memunculkan tanda atau *stress markers* pada bagian tertentu karena adanya tekanan dan beban yang diterima oleh tubuh. Menurut Byers aktivitas individu dapat meninggalkan tanda pada tulang karena adanya pengikatan otot, erosi pada tulang dan ossifikasi pada jaringan lunak. *Muskuloskeletal stress marker* pada tulang terjadi karena adanya aktivitas individu yang melibatkan kerjasama otot dan persendian. Aktivitas fisik individu yang terus dilakukan secara intensif dan berulang akan meninggalkan tanda tertentu pada tulang, karena tulang mendapat tekanan yang cukup berat dan terus – menerus (Byers, 2008: 274-279).

Tubuh manusia terdiri dari tiga jenis otot, yaitu otot yang digunakan untuk organ, otot yang mengangkut cairan tubuh, dan otot rangka yang terhubung pada tulang dan memungkinkan untuk terjadinya pergerakan pada tubuh (Mayers, 2013). Sistem muskuloskeletal terdiri dari otot, tulang, ligamen, kartilago dan tendon yang memungkinkan terjadinya gerakan melalui persendian. Elemen sistem muskuloskeletal lainnya adalah otot origin (tetap) dan insersi (bergerak) pada waktu adanya pergerakan (Indriati, 2004: 45).

Aktivitas memikul belerang membutuhkan kekuatan besar pada bahu. Ketika memikul belerang otot akan tertekan dan akan berkontraksi karena adanya tekanan dan beban dalam waktu lama dan terus – menerus. Akibat adanya aktivitas fisik pada bahu akan mengakibatkan kondisi tulang menjadi lebih padat, kuat, dan bertambah berat karena tarikan otot. Otot bahu akan semakin kuat dan lentur karena aktivitas memikul beban yang dilakukan secara intensif, akibatnya akan mempengaruhi pertumbuhan tulang rawan atau kartilago yang terdapat pada persendian, sehingga dapat meredam dan melindungi tulang dan sendi dari cedera (Sumaryanti, 2005)

Penambang belerang di Kawah Ijen masih menggunakan peralatan sederhana untuk menambang. Mereka menggunakan *linggis* untuk mencongkel dan menghancurkan bongkahan belerang. Mereka tidak menggunakan masker yang memadai untuk melindungi pernapasannya dari gas *sulfur* yang berbahaya bagi kesehatan. Mereka hanya menggunakan kain atau handuk yang dibasahi dengan air dan menggigitnya agar tidak menghirup gas terlalu banyak. Untuk memikul belerang, penambang hanya menggunakan dua keranjang bambu yang sederhana yang dihubungkan dengan bambu agar dapat dipikul atau *glangsing* yaitu karung yang di ikat pada kedua ujung bambu untuk dipikul.

Aktivitas memikul belerang yang dilakukan oleh penambang belerang di Kawah Ijen merupakan aktivitas yang berat. Para penambang harus memikul belerang yang beratnya antara 50 – 80 kg di bahunya sambil melalui jalan yang menurun dari lokasi kawah sampai pada pos penimbangan akhir.

Penambang harus memikul belerang dari lokasi dapur belerang (tempat di mana menampung cairan belerang untuk dibekukan dan siap di angkat) menuju Paltuding melalui jalanan yang terjal, berkerikil dan berbatu yang keras, sehingga untuk menghindari tergelincir penambang harus dapat menjaga keseimbangannya dan memiliki otot bahu yang kuat untuk menahan beban yang dipikul. Selama perjalanan, penambang sering kali memindahkan beban pikulannya dari bahu kanan ke bahu kiri dan sebaliknya terus berulang untuk menjaga keseimbangan dan kekuatannya. Untuk memindah beban pikulan dari bahu kiri ke bahu kanan atau sebaliknya penambang tidak harus berhenti, mereka hanya memutar posisi pikulan di atas bahu mereka.

Byers (2008) mengatakan bahwa aktivitas individu dapat meninggalkan tanda pada tulang karena adanya pengikatan otot, erosi pada tulang dan ossifikasi pada jaringan lunak. Menurut Larser dan Ruff (1991) munculnya *stress markers* pada tulang merupakan respon dari adanya aktivitas yang secara intensif dan memberikan tekanan atau kekuatan pada tulang untuk beraktivitas (Indriati, 2001). Adanya tekanan beban karena aktivitas memikul belerang yang dilakukan oleh penambang belerang di Kawah Ijen mengakibatkan adanya tanda pada bahu pada para penambang. Tanda yang dapat terlihat dengan jelas adalah adanya tonjolan otot pada bahu akibat dari tekanan dari beban yang dipikul oleh para penambang sehingga otot yang tertekan akan tertarik dan menonjol di satu sisi.

Penulis berasumsi bahwa *stress markers* muncul pada bahu penambang belerang karena aktivitas memikul belerang yang dilakukannya.

Beban yang harus dipikul oleh penambang belerang berkisar 50 – 90 kg. Setiap hari penambang mampu membawa dua sampai tiga kali pikulan. Aktivitas memikul beban berat secara rutin dan dalam jangka waktu lama pada ekstremitas atas yakni pada bahu dapat mempengaruhi kerja otot dan persendian sehingga berdampak pada tulang dan memunculkan *stress markers* akibat dari aktivitas yang dilakukan oleh para penambang belerang.

Berat beban yang mampu dipikul oleh penambang belerang di Kawah Ijen berbeda – beda tergantung pada kekuatan dan kemampuan penambang. Aktivitas memikul belerang menggunakan bahu bagian kanan dan kiri secara bergantian untuk menjaga keseimbangan dan kekuatan bahu. Penambang belerang harus memikul belerang dari lokasi dapur belerang hingga ke puncak gunung Ijen berjarak sekitar 800 m dengan ketinggian 2386 m pdl, jarak puncak gunung Ijen untuk sampai di tempat penimbangan akhir belerang sekitar 3 km, sehingga penambang belerang harus memikul belerang dari lokasi dapur belerang hingga tempat penimbangan akhir yang jaraknya hampir 4 km, dalam sehari rata-rata para penambang mampu untuk naik dan turun dengan dua kali memikul belerang.

Fokus permasalahan yang akan diteliti penulis adalah kondisi tulang akibat aktivitas atau pekerjaan (*occupation*) memikul belerang pada penambang belerang di Kawah Ijen. Peneliti mengambil fokus permasalahan ini karena aktivitas penambang belerang secara tradisional di kawah Ijen mempunyai beban kerja yang berat. Untuk menahan beban yang dipikul, penambang memerlukan kerja otot dan sendi bahu. Mulai dari mengangkat

belerang, memikul dan menurunkan beban belerang. Otot yang berperan dalam aktivitas tersebut adalah *pectoralis major*, *deltoid*, *latissimus dorsi*, *caput longum tricepsbrachii*, *supraspinatus*, dan *infraspinatus*. Sendi bahu mendukung aktivitas penambang karena dapat terjadi gerakan fleksi dan ekstensi serta adduksi dan abduksi. Gerakan pada bahu dikombinasikan dengan gerakan pada scapula di permukaan toraks (Gibson, 2003).

Penelitian *stress markers* sebelumnya pernah dilakukan oleh Wiekke Priyantini terhadap pengrajin patung batu di Trowulan. Hasil penelitian menunjukkan *stress markers* pada pengrajin patung batu terdapat penebalan atau pembesaran pada tulang ekstremitas atas, variasi lain *stress markers* berupa *insersi*, *osteophytosis*, *discreate markers* dan fraktur tidak muncul pada pengrajin patung batu (Priyantini, 2010). Penelitian *stress markers* juga dilakukan oleh Larasati terhadap tulang lengan dan tangan kanan pada buruh tani dengan membandingkan lama masa kerjanya. Buruh tani menunjukkan *stress markers* berupa penebalan pada tulang di bagian lengan dan tangan karena lamanya bertani. Munculnya *stress markers* pada petani berbeda – beda tergantung lamanya melakukan pekerjaan bertani. Hal ini menunjukkan bahwa suatu pekerjaan atau aktivitas yang memerlukan mekanisme gerakan dengan beban berat yang dilakukan secara terus – menerus dalam waktu lama akan memunculkan *stress markers* (Larasati, 2013). Stefia Maharani meneliti lima pengayuh becak terkait dengan munculnya osteopit pada tumit telapak kaki karena beberapa faktor, yaitu pola aktivitas (mengayuh becak) yang dilakukan secara berulang dan terus – menerus dalam jangka waktu lama

akan memberikan beban kerja pada otot tubuh yang bergerak karena besarnya tenaga yang dibebankan ketika melakukan aktivitas tersebut. Semakin lama otot kaki bekerja, semakin banyak, tebal atau besar pula osteopit yang akan muncul pada *calcaneus* pengayuh becak (Maharani, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi *stress markers* pada tulang yang muncul akibat dari aktivitas yang dilakukan oleh individu, sehingga dapat mengetahui *stress markers* yang muncul pada tulang akibat perbedaan aktivitas yang dilakukan individu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tentang fokus permasalahan sebelumnya dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah lama kerja, beban yang dipikul dan frekuensi memikul akibat aktivitas menambang berpengaruh terhadap munculnya *stress markers* pada tulang bahu penambang belerang di Kawah Ijen?
2. Bagaimana variasi *stress markers* yang muncul pada tulang bahu terkait dengan lama kerja, beban yang dipikul, dan frekuensi memikul akibat aktivitas menambang yang dilakukan oleh penambang belerang di Kawah Ijen?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui *stress markers* pada tulang bahu penambang belerang di Kawah Ijen, karena aktivitas penambangan belerang merupakan pekerjaan dengan beban berat. *Stress markers* yang terdapat pada tulang individu berbeda perbedaannya aktivitas atau pekerjaan, sehingga peneliti ingin mengetahui *stress markers* pada tulang bahu penambang karena aktivitas yang mereka kerjakan. Wolff (1902) menjelaskan bahwa tulang mempunyai respon untuk meningkatkan massanya secara langsung berkaitan dengan fungsi tekanan. Aktivitas memikul belerang akan melibatkan kerja otot dan tulang bahu untuk menahan beban yang dibawa oleh penambang (Kennedy, 1989).

1.4 Manfaat Penelitian

- Mengetahui *stress markers* ekstremitas atas pada penambang belerang terkait dengan *occupation* dan aktivitas penambangan belerang yang melibatkan kerja otot dan persediaan pada bahu, sehingga dapat digunakan untuk membedakan tanda pada tulang akibat aktivitas yang dilakukan individu.
- Membantu identifikasi individu atau kelompok berdasarkan *stress markers* akibat aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan seseorang atau populasi.
- Untuk mengetahui *stress markers* akibat perbedaan aktivitas yang dilakukan oleh individu, sehingga dapat dilihat pola *stress markers*

yang muncul pada tulang akibat pekerjaan yang berbeda. Misalnya *stress markers* muncul pada humerus kanan pada sampel kerangka neolitik akibat aktivitas memotong kayu yang dilakukan, pada pengayuh becak terdapat ostepit pada kalkaneus, dan adanya dimorfisme tulang karena aktivitas melempar tombak pada populasi neolitik.

- Menambah informasi dan koleksi penelitian pada bidang Antropologi Ragawi, sebagai rujukan untuk mahasiswa dan manfaat akademis.

1.5 Tinjauan Pustaka

1.5.1 *Muskuloskeletal Stress Markers*

Aktivitas setiap individu memiliki frekuensi dan beban kerja yang berbeda sehingga akan memunculkan tanda yang berbeda. Zumwalt menjelaskan bahwa kemungkinan munculnya tanda atau *stress markers* berbeda-beda tergantung pada umur subyek yang semakin dewasa atau matang dan banyaknya latihan – latihan yang intensif yang berpengaruh pada kerja otot dan sendi (Lieverse, 2009).

Muskuloskeletal stress markers atau tanda pada tulang dapat digunakan untuk mengidentifikasi berbagai aktivitas yang dilakukan seseorang ketika hidupnya, aktivitas tersebut dapat dibedakan berdasarkan gender, aktivitas pada masyarakat agrikultur, dan penentuan status sosial berdasarkan aktivitas atau pembagian kerja (Meyers, 2013). Munculnya *stress markers* karena sebuah pekerjaan hanya dapat ditemukan di wilayah negara dunia ketiga karena adanya aktivitas masyarakat industri yang

membutuhkan kekuatan sehingga mengakibatkan modifikasi pada tulang (Byers, 2008: 275-279).

Hawkey dan Merbs membedakan *musculoskeletal stress markers* menjadi tiga tipe, yaitu robustisitas, lesi dan *ossification* (Myszka dan Piontek, 2012). Menurut Wilczak tanda stres yang dapat timbul dari sebuah aktivitas atau pekerjaan dibagi menjadi empat tipe, yaitu (1) modifikasi pada daerah insersi, (2) osteopit, (3) tanda tertentu (*discrete marker*) dan (4) *stress fracture*. Modifikasi pada daerah insersi melibatkan tekanan pada jaringan lunak yaitu tendon atau ligamen yang menempel pada tulang. Gangguan pertumbuhan tulang (*hyperthrophy*) dijelaskan bahwa daerah meluas dan tidak rata sehingga terjadi *lesi* pada tulang. *Osteophyt* merupakan keadaan di mana muncul taji kecil atau tumbuhnya tonjolan pada tulang akibat dari aktivitas. Tanda tertentu (*discrete marker*) merupakan variasi bentuk pada tulang karena aktivitas yang dilakukan seseorang. *Stress fracture* merupakan akibat dari kegiatan atau aktivitas yang dilakukan berulang kali secara intensif sehingga memunculkan *stress fracture* (Byers, 2008).

Bregman mengatakan bahwa munculnya *stress markers* pada tulang dapat digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas tertentu yang dilakukan seorang individu semasa hidupnya. Misalnya saja seorang pemain tenis akan memiliki tulang di bagian lengan yang robust karena adanya lampiran otot tertentu yang kuat di salah satu lengannya (Mayers, 2013).

Menurut Larser dan Ruff (1991) munculnya *stress markers* pada tulang merupakan respon dari adanya aktivitas yang secara intensif dan memberikan tekanan atau kekuatan pada tulang untuk beraktivitas. Contohnya adalah aktivitas menumbuk jagung dan mencangkul. Menumbuk jagung yang umumnya dilakukan oleh perempuan mengakibatkan menebalnya tulang kortikal pada humerus karena adanya gerakan menekuk dan memutar (*bending* dan *tersion*) yang tinggi pada humerus, sedangkan aktivitas mencangkul pada laki-laki menggunakan gerakan menekuk dan memutar yang tinggi pada tibia (Indriati, 2001: 289).

Wolff 1902 menjelaskan bahwa tulang mempunyai respon untuk meningkatkan massanya secara langsung berkaitan dengan fungsi tekanan. Hukum Wolff tentang transformasi tulang menjelaskan bahwa terdapat mekanika stres sebagai akibat respon tulang sehingga terjadi perbaikan pada daerah yang rentan terhadap stres (Kennedy, 1989). Mekanika stres berhubungan dengan perubahan degeneratif yang dijelaskan oleh Ortner (1968) dalam penelitiannya sebagai hasil dari tekanan dan gerakan (Krogman, 1903).

Penelitian *muskuloskeletal stressmarkers* yang dilakukan oleh Myzka dan Piontek pada populasi Cedyndia, Polandia, yang meneliti 102 tulang belulang laki-laki dan 99 tulang perempuan menemukan *stress markers* pada skapula, humerus, radius, femur dan tibia. Masyarakat di Cedyndia memiliki berbagai macam pekerjaan yaitu perdagangan, pengrajin,

nelayan dan juga petani. Berdasarkan sampel tersebut Myzka dan Piontek mencoba melihat asimetri dan seksual dimorfisme berdasarkan pembagian kerja. Tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antara *musculoskeletal stress markers* yang terdapat pada sebelah kanan dan sebelah kiri sampel perempuan maupun laki-laki (Myzka dan Piontek, 2012).

Musculoskeletal merupakan penunjang tubuh dan bertanggung jawab atas pergerakannya. *Musculoskeletal* terdiri dari otot dan rangka sebagai sistem gerak (lokomosi) dan penunjang atau pendukung tubuh manusia. Rangka merupakan pendukung pasif atas terjadinya pergerakan. Untuk memungkinkan gerakan tulang saling bersambungan antara satu tulang dan tulang yang lain sehingga membentuk persendian. Sebagai pendukung, *musculoskeletal* berfungsi untuk menahan beban tubuh dan menahan berbagai gaya, yaitu tekanan, tarikan dan putaran (torsi) (Sadikin dalam staf.ui.ac.id).

Untuk memungkinkan adanya pergerakan, tubuh manusia terdiri dari tulang dan juga otot yang saling berkaitan. Tendon merupakan sebuah pita jaringan ikat yang melekat pada otot dan ujung lainnya berinsersi kepada tulang. Otot origo merupakan titik yang melekat pada tulang dan insersio merupakan otot yang memungkinkan adanya gerakan, namun dalam kondisi tertentu aturan ini terbalik. Otot selalu terlibat dalam setiap gerakan. Otot terbagi dalam beberapa tipe yaitu sebagai penggerak utama, otot antagonis, dan otot fiksasi. Sebagai penggerak utama, otot selalu terlibat dalam terjadinya gerakan. Otot antagonis merupakan otot dengan

aksi berlawanan dengan penggerak utama. Dengan berelaksasi secara progresif ketika penggerak utama berkontraksi, otot antagonis membantu mengontrol aksi dan mencegah reaksi yang berlebihan. Otot fiksasi adalah otot yang mengatur sendi-sendi bila terjadi sebuah gerakan (Gibson, 2003).

Tulang sebagai tempat melekatnya otot dapat terjadi stres akibat pengikatan otot dan sendi karena adanya aktivitas atau gerakan. Otot akan meninggalkan stres yang berbeda pada tulang. Menurut teori remodeling tulang, bila otot mengalami stres, aliran darah akan merangsang sel – sel pembentuk tulang yang mengakibatkan *hipertrofi* tulang dan peningkatan bekas *muskuloskeletal* (Kroemer, 2011 dalam Maharani, 2014). Hukum Wolff mengatakan teori remodeling tulang terjadi ketika manusia hidup, perubahan itu meliputi perubahan bentuk tulang karena adanya aktivitas fisik. Karena pergerakan tendon, ligamen, dan otot mengakibatkan stres pada tulang, sehingga tulang akan menjadi lebih kuat karena adanya tekanan atau beban. Sehingga tulang cenderung akan memperkuat diri karena adanya tekanan atau stres yang diterima (Larsen, 1997).

Muskuloskeletal stress markers (MSM) pertama kali dikenalkan oleh Hawkey dan Merbs pada tahun 1995. MSM dapat didefinisikan sebagai munculnya tanda pada kerangka atau tulang yang berbeda karena adanya perlekatan otot, tendon atau ligamen pada periosteum dan korteks tulang. MSM juga disebut sebagai *enthesopathies* yaitu perubahan tulang yang terjadi pada situs lampiran. Perubahan itu termasuk ketidakaturan

permukaan, reaksi *hyperostotic*, reaksi osteolitik (erosi), dan *neo vaskularisasi* (Santos, et. al., 2009).

Pertumbuhan tulang dan perkembangannya dipengaruhi oleh beberapa faktor. Selain faktor genetik, juga dipengaruhi oleh berbagai aktifitas fisik, penyakit dan nutrisi. Selama pertumbuhan dan perkembangan tulang, aktivitas fisik yang dilakukan manusia merangsang pertumbuhan sel *osteoblast* yang dapat meningkatkan massa tulang dan memperkuat tulang pada bagian tertentu. Namun karena aktivitas tertentu merangsang sel *osteoclast* yang mengakibatkan tulang dapat mengalami penurunan massa sehingga tulang menjadi rapuh. Dalam hukum Wolff disebutkan adanya keseimbangan proses produksi *osteoblast* dan *osteoclast*, pada saat dibutuhkan akan diproduksi dan jika tidak dibutuhkan akan dibuang (Larsen, 1997).

Penelitian *stress markers* atau tanda pada tulang sangat berguna untuk merekonstruksi pola aktivitas dimasa lalu. Kenneth A. R. Kennedy (1983) mendeskripsikan kejadian supinator dan *anconeus* antara populasi mesolitik terkait adanya modifikasi tulang karena aktivitas melempar tombak. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Olivier Dutour pada tahun 1986 pada dua sampel rangka neolitik dari Sahara. *Musculoskeletal stress markers* terdapat pada ekstremitas atas karena aktivitas melempar (pada epikondilus medial humerus kanan), memanah (pada triseps brachii di sisi kiri dan biceps brachii di sisi kanan), dan aktivitas memotong kayu, sedangkan pada ekstremitas bawah terdapat *Muskuloskeletal Stress*

Markers karena berhubungan dengan aktivitas berjalan dan berlari di daerah yang tanahnya keras (pada tendon *achilles* dan *halusis adductor*) (Santos, et. al., 2009).

Wolff 1902 menjelaskan bahwa tulang mempunyai respon untuk meningkatkan massanya secara langsung berkaitan dengan fungsi tekanan. Hukum Wolff tentang transformasi tulang menjelaskan bahwa terdapat mekanika stres sebagai akibat respon tulang sehingga terjadi perbaikan pada daerah yang rentan terhadap stres. Tulang memiliki mekanika stres terkait dengan perubahan bentuk tulang seperti poros atau bentuk datar yang merupakan perubahan degeneratif karena pola aktivitas. Mekanika stres pada tulang dapat meninggalkan *stress markers* atau tanda pada tulang akibat tekanan atau stres dari suatu aktivitas.

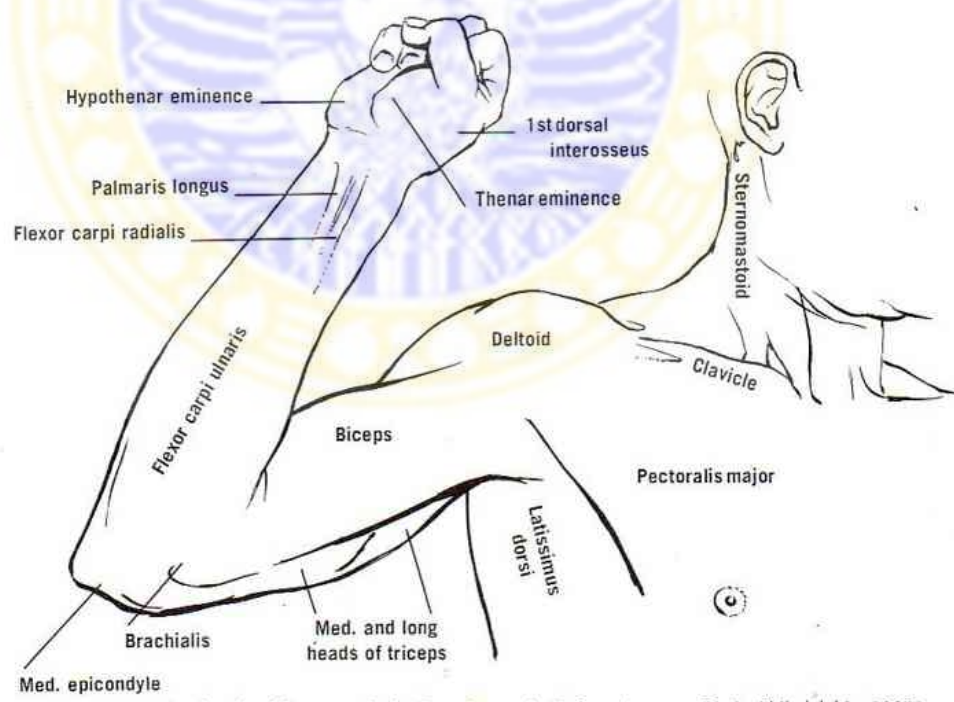
Wilzak 1998 menjelaskan bahwa tanda stres akibat pekerjaan mempunyai empat tipe antara lain : (a) *osteophytosis*, (b) modifikasi daerah insersi (*modification to areas of insertion*), (c) tanda tertentu (*discrete marker*), dan (d) stres pada fraktur. *Osteophytosis* merupakan kondisi tulang punggung terlihat kecil dari daerah normal yang halus atau datar. Kondisi ini terjadi pada daerah sekeliling *articular surface* terutama pada bagian tulang belakang dan *diarthridial joint* seperti bahu, lutut, siku dan sebagainya. Modifikasi pada daerah insersi melibatkan tekanan pada jaringan lunak seperti otot dan sendi. Gangguan pertumbuhan (*hyperthropy*) juga dijelaskan pada tipe pertama bahwa daerah meluas dan tidak rata atau terjadi *lesi* dimana tulang menempel. Tipe yang ketiga adalah *discrete*

marker (tanda tertentu) bahwa terdapat aktivitas yang bisa menimbulkan banyak perbedaan bentuk pada tulang (skeleton) antara lain : permukaan (*facets*), celah (*grooves*), kerusakan (*deformations*), tori dan aksesoris atau tanda lain pada tulang (Byers, 2008: 274-279).

1.5.2 Otot pada Persendian Bahu (Shoulder Joint)

Tulang merupakan bagian tubuh yang paling keras. Berdasarkan jaringan yang menyusun tulang Syaifuddin membagi tulang menjadi dua, yaitu kartilago (tulang rawan) dan osteon (tulang keras). Kartilago atau tulang rawan bersifat lentur, menyerap tekanan dan terletak pada bagian tubuh yang tidak membutuhkan tekanan atau beban, misalnya pada daun telinga, hidung dan cincin trakea. Tulang rawan kartilago akan berubah menjadi osteon ketika seseorang sudah menjadi dewasa. Osteon atau tulang keras merupakan bagian kerangka yang terdiri dari sel – sel osteoblas dan berfungsi sebagai penyokong tubuh manusia. Osteon dilapisi oleh periostum sebagai tempat melekatnya otot. Osteon dibedakan menjadi empat berdasarkan bentuknya, yaitu (a) tulang pipa yaitu tulang yang berbentuk tabung dan berongga yang terdiri dari bagian tengah (*diaphise*), kedua ujung (*epifise*), dan antara epifise dan diaphise (*cakraepifise*); (b) tulang pipih yaitu tulang yang bentuknya pipih dan berongga. Tulang pipih terdapat pada tulang rusuk, tulang belikat, dan tengkorak; (c) tulang pendek yaitu tulang yang berbentuk silindris yang terdapat pada pergelangan kaki dan tangan; dan (d) tulang tak beraturan yang terdapat pada tulang wajah dan tulang belakang (Syaifuddin, 1997).

Otot merupakan salah satu komponen utama dalam pergerakan tubuh. Seperti yang telah diketahui otot terbagi dalam beberapa tipe yaitu sebagai penggerak utama, otot antagonis, dan otot fiksasi. Pada sendi bahu memungkinkan gerakan abduksi dan adduksi, fleksi dan ekstensi, rotasi, inversi dan elevasi (Bustami, 1995). Ekstensi merupakan gerakan memperbesar sudut pada dua bagian tubuh dan dua tulang. Fleksi adalah gerakan memperkecil sudut seperti menekuk lutut, menggerakkan lengan ke depan. Aduksi merupakan gerakan kembali kepada tubuh. Abduksi merupakan gerakan menjauhi garis tengah tubuh. Rotasi adalah gerakan berputar. Inversi adalah gerakan sendi pada pergelangan kaki yang menghadap ke dalam, dan elevasi adalah gerakan mengangkat bahu dan sebagainya.



Gambar 1.1Gerakan Abduksi pada bahu
Sumber : O'rahilly, 1983

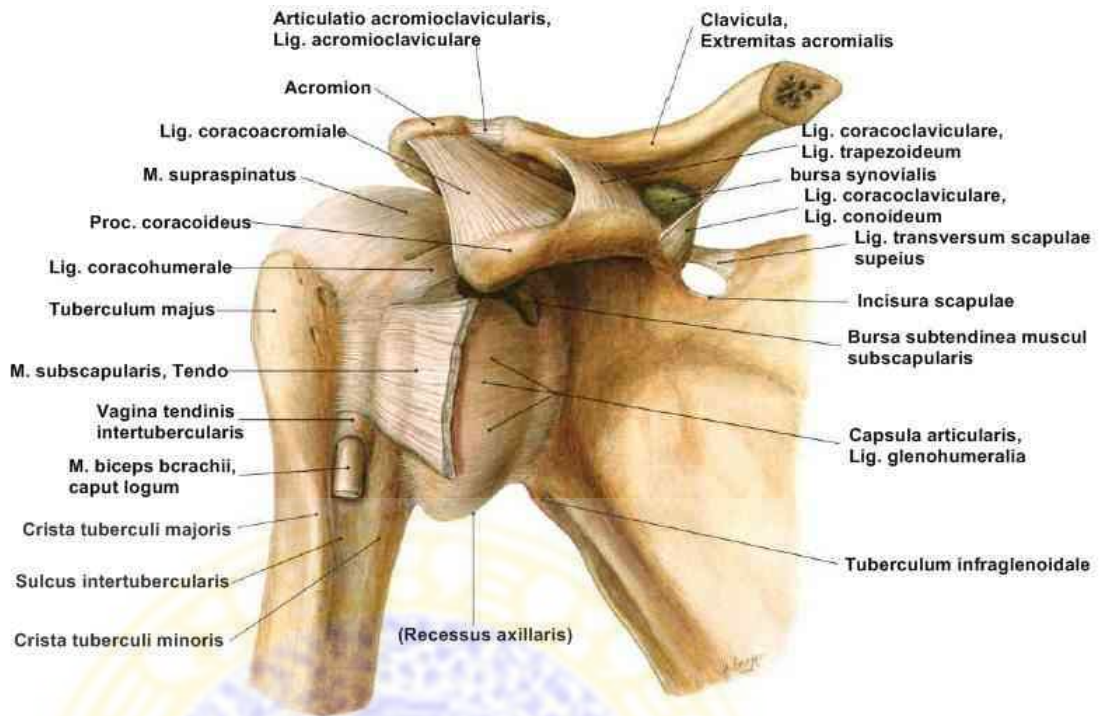
Ketika bahu melakukan gerakan abduksi, *deltoid* akan merespon gerakan yang terjadi pada daerah sekitar bahu (lihat Gambar 1) berasal dari insersio pada trapesius yang merupakan abduktor terkuat dari lengan pada bagian skapula. Dalam gerakan tersebut setiap otot anterior dan posterior terlibat dan merespon gerakan fleksi dan rotasi medial dan dalam juga ekstensi dan rotasi lateral. Bagian posterior dan tengah berabduksi bersama lengan untuk menjauhi bidang coronal (O'rahilly, 1983).

Sendi bahu memiliki banyak gerakan bebas dibandingkan dengan sendi lainnya. Hal ini karena gerakan skapula biasanya disertai gerakan sendi bahu. Ciri – ciri sendi bahu adalah (a) *cavitas glenodialis* diperdalam oleh cincin fibrosa yang melekat pada tepinya; (b) kapsula longgar dan memungkinkan dilakukannya kisaran gerakan yang luas; (c) tendon caput humeri, membantu mempertahankan stabilitas sendi; (d) kekuatan otot, terutama pada bagian depan, belakang, atas, dan bawah sendi. Gerakan pada bahu dikombinasikan dengan gerakan pada skapula pada permukaan toraks. Otot utama yang terdapat pada sendi bahu adalah *pectoralis major*, *deltoideus*, *latisimus dorsi*, *caput longum triceps brachii*, *supraspinatus*, dan *infraspinatus* (Gibson, 2003).

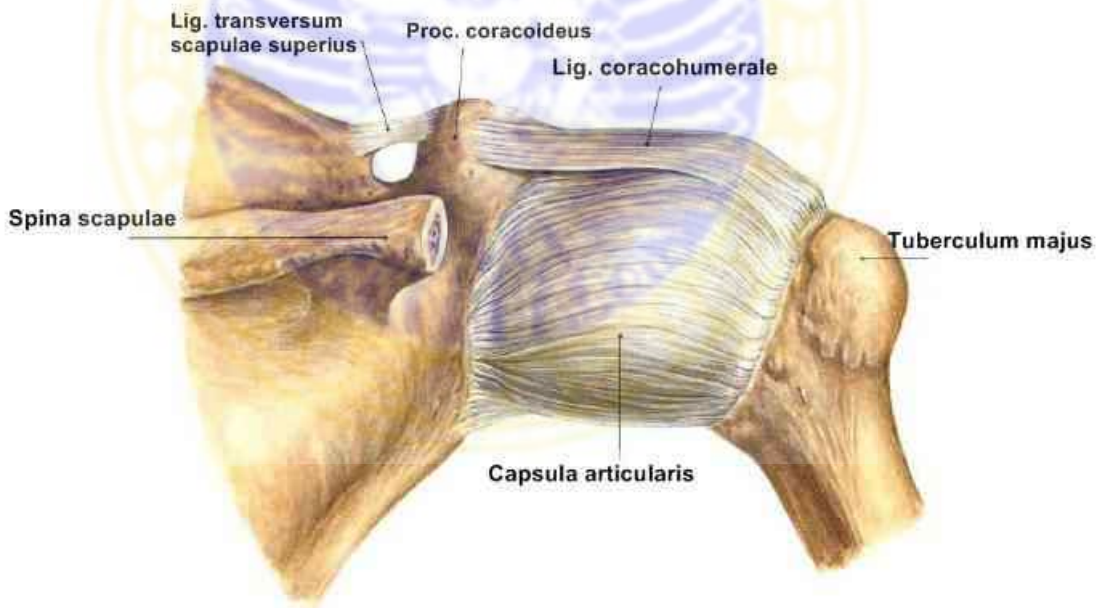
Syaifuddin (1997) menjelaskan bahwa otot bahu meliputi sendi yang terbungkus tulang pangkal lengan dengan tulang belikat *acromion*. Otot bahu terdiri dari enam bagian, yaitu (a) otot segi tiga atau *musculus deltoideus* yang membentuk lengkung bahu dan berpangkal di bagian sisi tulang selangka ujung bahu, tulang belikat dan diafise tulang pada pangkal

lengan; (b) *musculus subscapularis* atau otot depan tulang belikat, terdapat di bagian depan tulang belikat menuju tahu kecil tulang pangkal lengan; (c) *musculus supraspinatus* atau otot atas tulang belikat yang berpangkal pada lekuk atas ke taju besar tulang pangkal lengan; (d) *musculus infraspinatus* atau otot bawah tulang belikat yang berpangkal di lekuk bawah tulang belikat ke taju besar pangkal lengan; (e) *musculus teres major* atau otot lengan bulat besar yang berpangkal pada siku bawah tulang belikat menuju taju kecil tulang pangkal lengan; (f) *musculus teres minor* atau otot lengan belikat kecil yang berpangkal pada siku luar tulang belikat menuju taju besar tulang pangkal lengan.

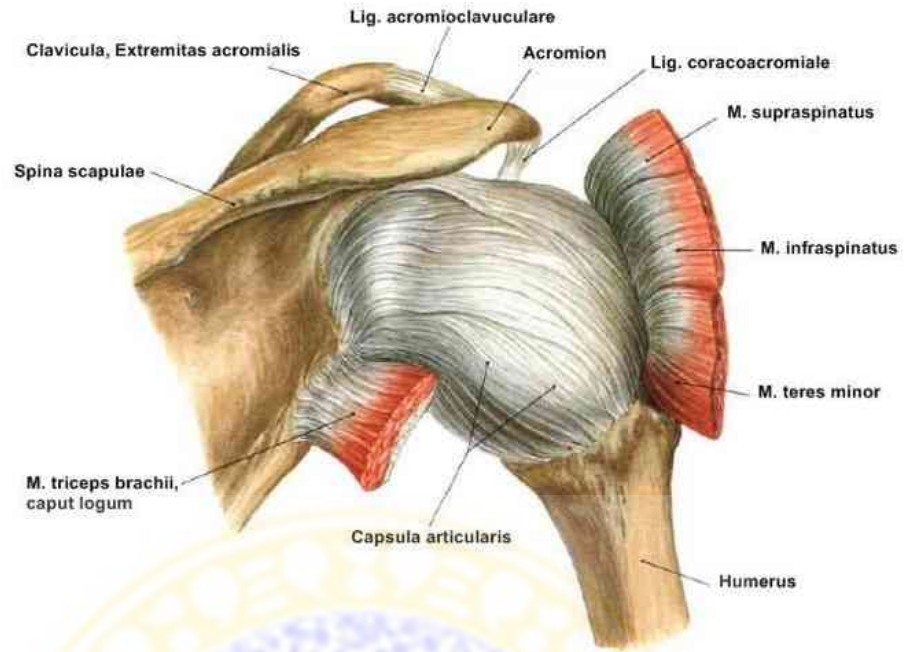
Sendi bahu (*glenohumerale*) adalah sendi yang dapat bergerak bebas, terdiri dari cavum glenoidalis dan caput humeri. Tepi *cavum glenoid* dibatasi oleh *fibrous* atau *fibrokartilaginous* yang melekat sampai ujung. Kedudukan sendi bahu yang longgar mengakibatkan sendi bahu dapat bergerak dengan bebas. Kapsul fibrosa melekat pada tepi *cavum glenodalis* yang ujungnya sering meluas sampai aspek eksterna bibir glenoid. Pada bagian distal, kapsul ini melekat pada *collum anatomicum humerus*, kecuali pada bagian medial yang akan turun kurang lebih satu cm atau lebih terhadap “*shaft humerus*”. Pada ikatan dalam dari *musculotendious*, kapsul akan bergabung dengan tendon (Bustami, 1995).



*Gambar 1.2 Shoulder Joint, Articulatio Humeri (Ventral View)
Sumber : Sobotta Vol. 1*

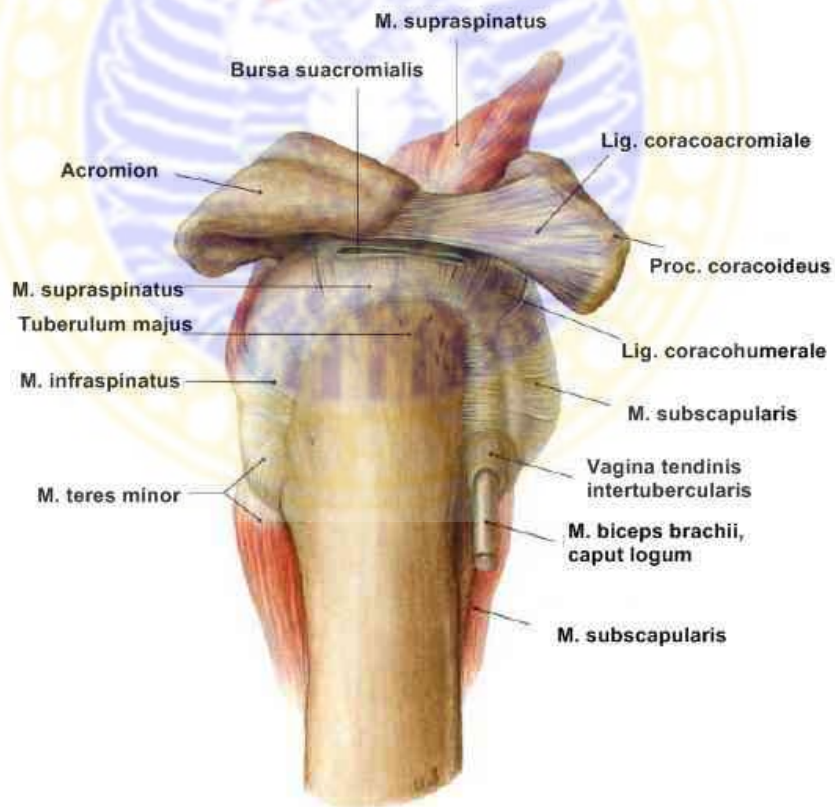


*Gambar 1.3 Shoulder Joint, Articulatio Humeri; The acromion has been removed (Dorsal View).
Sumber : Sobotta Vol. 1*



Gambar 1.4 Shoulder Joint, *Articulatio Humeri* (Dorsal View)

Sumber : Sobotta Vol. 1



Gambar 1.5 Shoulder Joint, *Articulatio Humeri* (Lateral View)

Sumber : Sobotta vol. 1

1.6 Metode dan Prosedur Penelitian

1.6.1 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi tulang bahu berdasarkan munculnya *stress markers* pada bahu penambang belerang di Kawah Ijen akibat dari lama kerja, beban yang mampu dipikul dan frekuensi memikul yang dilakukan penambang belerang. Aktivitas penambang belerang yang memikul beban di bahu dalam jangka waktu lama dan berulang – ulang mengidentifikasi munculnya *stress markers* pada bahu penambang. Oleh karena itu peneliti ingin mengetahui dimana dan bagaimana variasi *stress markers* yang muncul pada penambang belerang. Berdasarkan hal tersebut, peneliti menggunakan metode kuantitatif dengan membandingkan hasil foto rontgen dan aktivitas yang dilakukan penambang belerang terkait lama kerja, beban yang mampu dipikul dan frekuensi memikul dalam satu hari.

1.6.2 Lokasi Penelitian

Untuk mengetahui *stress markers* para penambang belerang, peneliti memilih lokasi di kawasan Cagar Alam Taman Wisata Ijen, Kecamatan Licin, Kabupaten Banyuwangi dan Kecamatan Klobang, Kabupaten Bondowoso karena lokasi Kawah Ijen berada di antara dua kabupaten. Banyak masyarakat sekitar Kawah Ijen dan masyarakat Banyuwangi yang menggantungkan hidupnya dari hasil menambang belerang. Aktivitas penambangan belerang secara tradisional hanya terdapat di Indonesia yaitu di Kawah Ijen dan di Gunung Welirang.

Penambangan belerang di Kawah Ijen sudah berlangsung sejak jaman penjajahan Belanda, yaitu sekitar tahun 1911, yang awalnya hanya untuk memenuhi kepentingan kolonial Belanda.

1.6.3 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah 12 penambang belerang yang masih aktif menambang, memiliki frekuensi kerja dan beban kerja yang tinggi. Mereka terdiri dari 10 penambang yang memiliki masa kerja di atas 20 tahun dan 2 penambang yang memiliki masa kerja 10 dan 15 tahun.

1.6.4 Teknik Penentuan Individu

Subjek penelitian ini adalah penambang belerang yang memiliki masa kerja yang lama, frekuensi memikul yang tinggi dan beban kerja yang berat. Teknik penentuan subjek penelitian ini dilakukan dengan *purposive sampling*, yaitu pemilihan subjek penelitian dengan kriteria dan pertimbangan tertentu yaitu lama kerja menjadi penambang, beban yang mampu dipikul dan frekuensi memikul belerang (Idrus, 2009: 96). Untuk mengetahui masa kerja, frekuensi kerja dan beban kerja dilakukan wawancara dan observasi terhadap penambang belerang. Penambang yang mampu memikul dua kali pikulan belerang dalam satu hari dapat dikatakan memiliki frekuensi kerja yang tinggi. Apa bila mereka mampu memikul dua kali pikulan dalam sehari otomatis beban yang mereka pikul juga lebih berat.

1.6.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengambilan data di lapangan yang akan digunakan peneliti terkait dengan fokus penelitian adalah sebagai berikut :

1.6.5.1 Observasi

Observasi atau pengamatan dilakukan peneliti untuk mencatat fenomena yang terjadi di lapangan. Observasi dapat dilakukan secara partisipasi dan juga non – partisipasi (Idrus, 2009). Peneliti melakukan observasi untuk memperoleh data di lapangan terkait dengan aktivitas yang dilakukan penambang belerang.

1.6.5.2 Dokumentasi

Untuk memperkuat data yang diperoleh, peneliti melakukan dokumentasi terhadap aktivitas dan kondisi lingkungan kawah ijen terkait dengan pola kegiatan dan aktivitas yang dilakukan oleh penambang sehingga peneliti dapat mengetahui keterkaitan antara aktivitas yang dilakukan penambang belerang terkait dengan pergerakan otot dan sendi bahu yang dapat mengakibatkan munculnya *stress markers* pada penambang. Selain itu peneliti juga mengambil foto rontgen pada bahu penambang belerang. Pengambilan foto rontgen digunakan untuk melihat *stress markers* pada tulang penambang belerang, sehingga dapat digunakan untuk menganalisis data. Metode rontgen digunakan untuk melihat kondisi tulang manusia yang masih hidup terkait dengan aktivitas

yang dilakukannya. Preses rontgen dilakukan di Rumah Sakit Umum Daerah Belambangan.

1.6.5.3 Wawancara

Peneliti juga melakukan wawancara untuk memperoleh data sampel penelitian terkait dengan aktivitas individu yaitu lama bekerja, beban yang dapat dipikul, sehari dapat memikul belerang berapa kali dan juga identitas individu untuk melengkapi data. Serta untuk mengetahui keluhan akibat aktivitas memikul belerang misalnya nyeri akibat kelelahan otot atau cedera.

1.6.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan setelah peneliti mendapatkan data foto rontgen pada bahu penambang belerang. Analisis data dilakukan secara kuantitatif untuk mengetahui *stress markers* yang terdapat pada bahu penambang belerang dengan membandingkan hasil foto rontgen dengan aktivitas, frekuensi memikul belerang dan berat belerang yang mampu dipikul oleh penambang. Pembacaan hasil foto rontgen atau radiologi kemudian dikonsultasikan dengan ahli radiologi Yuyun Yueniwati dari Rumah Sakit Syaiful Anwar, Malang terkait dengan kondisi tulang yaitu posisi tulang dan persendian pada bahu penambang belerang.